

CIRAD-EMVT
Campus de Baillarguet
B.P. 5035
34032 MONTPELLIER Cedex 1

Ecole Nationale Vétérinaire
d'Alfort
7, avenue du Général de Gaulle
94704 MAISONS-ALFORT Cedex

Institut National Agronomique
Paris-Grignon
16, rue Claude Bernard
75005 PARIS

Muséum National d'Histoire Naturelle
57, rue Cuvier
75005 PARIS

CIRAD-Dist
UNITÉ BIBLIOTHÈQUE
BAILLARGUET

DIPLOME D'ETUDES SUPERIEURES SPECIALISEES PRODUCTIONS ANIMALES EN REGIONS CHAUDES

MEMOIRE DE STAGE

ETUDE SUR L'ALIMENTATION DU PORC EN ZONE TROPICALE APPLICATION PRATIQUE : RATIONNEMENT ALIMENTAIRE DU PORC A LA DOMINIQUE

par

Aïda MAWAS

année universitaire 1995-1996



000007240

DIPLOME D'ETUDES SUPERIEURES SPECIALISEES PRODUCTIONS ANIMALES EN REGIONS CHAUDES

ETUDE SUR L'ALIMENTATION DU PORC EN ZONE TROPICALE APPLICATION PRATIQUE : RATIONNEMENT ALIMENTAIRE DU PORC A LA DOMINIQUE

par

Aïda MAWAS

CIRAD-Dist
UNITÉ BIBLIOTHÈQUE
BAILLARGUET

Lieu de stage : Paris (INRA, Jouy en Josas) - DOMINIQUE

Organisme d'accueil : CIRAD-EMVT

Période de stage : 15 avril - 15 septembre 1996

Rapport présenté oralement le : 29 octobre 1996

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier Monsieur Gérard DUVALLET, Directeur de l'Enseignement du CIRAD-EMVT.

Nos remerciements vont à Monsieur Jean-Jacques DELATE, pour son aide dans la définition de mon sujet, son appui et son encadrement.

Monsieur LE DIVIDICH, pour tous les documents qu'il m'a envoyés.

Monsieur Jacques BAIN, pour le travail de formulation.

N'oublions pas l'ensemble du personnel du CIRAD-EMVT, plus particulièrement Mlle Brigitte LANGUEDOCQ.

SOMMAIRE

INTRODUCTION.....	Page 1
1ère Partie.....	
<i>SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE.....</i>	Page 8
1- Méthodes d'alimentation du porc en milieu tropical.....	Page 8
2- Alimentation de la truie.....	Page 10
2.1- La truie en gestation.....	Page 10
2.2- La truie en lactation.....	Page 15
2.3- Aspects particuliers de l'alimentation de la truie en milieu tropical.....	Page 20
2.4- Stratégie pour limiter l'effet des températures élevées sur la consommation d'aliments..... (plus généralement sur les disponibilités en énergie de la truie allaitante).....	Page 20
3- Alimentation du porcelet.....	Page 21
3.1- Aspects particuliers de l'alimentation du porcelet en milieu tropical.....	Page 28
4- L'alimentation du porc charcutier.....	Page 29
4.1- Aspects particuliers de l'alimentation du porc charcutier en milieu tropical.....	Page 36
<i>CONCLUSION DE LA SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE.....</i>	Page 37
2ème partie.....	
<i>LES RESSOURCES ALIMENTAIRES EN MILIEU TROPICAL.....</i>	
<u>LES SOURCES D'ENERGIE</u>	
A- LES CÉRÉALES ET LEURS SOUS-PRODUITS.....	Page 39
Le Maïs.....	Page 40
Le Sorgho.....	Page 47
Le Son de Blé.....	Page 53
Le Riz.....	Page 61

B- LES FRUITS.....	Page 65
La Banane.....	Page 68
Les Mangues.....	Page 76
Les Orangers.....	Page 78
Le Fruit à Pain.....	Page 81
C- LES GRAMINÉES.....	Page 83
Canne à sucre (Mélasse de canne à sucre).....	Page 84
D- LES RACINES ET TUBERCULES.....	Page 94
Manioc.....	Page 95
Patate douce.....	Page 105

LES SOURCES DE PROTÉINES

E- LES OLEO-PROTEAGINEUX - LES TOURTEAUX.....	Page 109
Tourteau de Coton.....	Page 110
Tourteau de Soja.....	Page 115
Tourteau d'Arachide 50.....	Page 117
Tourteau de Coprah.....	Page 120
Tourteau de Palmiste.....	Page 123
F- ALIMENTS D'ORIGINE ANIMALE.....	Page 125
(Les sous produits d'abattoirs et de tueries)	
Farine de Sang.....	Page 126
Farine de poisson.....	Page 131
Farine de viande 50 (grasse).....	Page 136
Farine de viande 55 (grasse).....	Page 137
Farine de viande 55 (dégraissée).....	Page 138
Farine de viande 60 (dégraissée).....	Page 139

G- AUTRES SOURCES DE PROTÉINES.....	Page 141
Drêches de Brasserie.....	Page 141

LES SOURCES DE LIPIDES

Palmiers.....	Page 146
Avocats.....	Page 148

LES SOURCES ÉNERGÉTIQUES ET AZOTÉES

Déchets de collectivités.....	Page 149
La Levure de bière.....	Page 152

3ème partie

LES ÎLES DE LA CARAÏBE FACE AU DÉVELOPPEMENT DE L'ÉLEVAGE PORCIN. (LA DOMINIQUE)

FILIÈRE PORCINE EN DOMINIQUE

I- L'Élevage porcin en Dominique.....	Page 154
1.1- Historique.....	Page 154
1.2- Le Cheptel.....	Page 154
1.3- Les Facteurs et les Coûts de productions.....	Page 156
1.4- Comment formuler un aliment.....	Page 160
CONCLUSION.....	Page 165

RÉSUMÉ

La valorisation des matières premières locales constitue le principal axe de recherches dans la zone tropicale. L'objectif est de réduire le coût des intrants tout en maintenant le niveau de productivité des animaux.

Dans les îles de la Caraïbe, de nombreux sous-produits locaux sont utilisables dans l'alimentation porcine. Du point de vue zootechnique, leur composition chimique est souvent mal connue, leurs conditions d'utilisation et de conservation ont été partiellement définies.

Ainsi, il sera utile de faire un inventaire des ressources locales, de déterminer leur valeur nutritionnelle et surtout de définir le mode de conservation des ressources occasionnelles (conservation très délicate à des températures pouvant dépasser 30° et un taux hygrométrique proche de la saturation).

En général, ces ressources répondent aux caractéristiques suivantes:

- Disponibilités souvent saisonnières ou conjoncturelles ce qui oblige les animaux à s'adapter à de fréquents changements de régime.
- Aliments déséquilibrés. Le sol arable étant réservé en priorité aux cultures vivrières ou industrielles (en vue de l'exportation). La carence en protéines des aliments locaux destinés aux monogastriques est la règle générale.
- Dans certaines situations, aliments encombrants (banane, manioc et patate douce) dont la quantité intégrable est limitée par la capacité du tube digestif.

Cependant, dans le contexte économique, l'utilisation de ces produits locaux en alimentation porcine peut s'avérer rentable (surtout en élevage extensif ou semi intensif) si elles sont produites sur l'exploitation même.

En DOMINIQUE, l'utilisation de produits locaux (banane, tourteau de coprah) réduirait la facture «aliment importé» de 50% (soit une économie de 200 à 300 000 EC\$) et permettrait à la filière de dégager un solde positive de 500 à 600 000 EC\$, sans compter la valorisation des écarts de triage de la banane.

Enfin, une ration à base de produits locaux est l'une des meilleures solutions économiques pour les élevages traditionnels, mais il faut mettre en place les moyens de proposer des compléments correcteurs adaptés à chaque type de ration.

Avec l'information de la formation, il est simple de proposer des formules, mais il faut être sûr de la composition des matières premières et de leur disponibilité.

Seule une bonne adéquation du complément avec la ration de base permettra de formuler une ration de bonne qualité et donc d'obtenir de meilleurs rendements.

INTRODUCTION

1- Les pays tropicaux face au développement de l'élevage porcin

La concurrence entre l'homme et l'animal

L'expansion démographique que subit la terre actuellement, présente un rythme qui dépasse celui de l'accroissement de la production alimentaire, malgré tous les efforts déployés pour renverser cette tendance. Ainsi, «la faim» est devenue dans le monde, depuis la fin de la seconde guerre mondiale une évidence qui ne cesse de s'affirmer et de devenir de plus en plus préoccupante pour les nutritionnistes, les économistes et les gouvernements.

Les pays les plus concernés, qui souffrent de malnutrition sont souvent les pays en voie de développement. Ces pays sont caractérisés par une agriculture déficiente et une pauvreté qui interdit des importations suffisantes de denrées alimentaires. Or, cette population est, au départ, diminuée dans sa capacité productive par la sous-alimentation. C'est un véritable cercle vicieux: pas de développement à cause de la sous alimentation, sous-alimentation par suite de l'absence de développement.

Or, si le développement de l'élevage semble un bon choix pour remédier aux problèmes socio-économiques des pays tropicaux (notamment la malnutrition), on est en droit de se demander quelle est l'espèce qui est appelée à se développer.

Les bovins et les équins possèdent l'avantage de pouvoir servir de bêtes de trait.

L'élevage du «porc», et celui des animaux de «basse cour», par opposition au bétail herbivore, retient de plus en plus l'attention des «développeurs». Le porc possède un formidable potentiel de croissance (+1% de son poids par jour contre 0.25% chez les bovins) et de reproduction (20 jeunes sevrés par truie et par an contre 1). Sa vitesse de croissance potentielle (100 kg à 4.5 mois) lui permettent de s'affranchir d'une saison sèche où la disponibilité alimentaire hors stockage est faible.

Mais le porc, pour atteindre ces performances, nécessite t-il l'emploi de matières premières coûteuses, (céréales, tourteaux et concentrés vitaminés) ?

Ce principe qui semble préalable n'a pas une valeur universelle.

En effet, dans les pays où l'alimentation humaine est difficile, exemple au niveau des pays du Sud-Est asiatique, où voisinent des centaines de millions d'hommes et des dizaines de millions de porcs, on ne peut pas se reporter sur des cultures locales, ex: les tubercules comme source énergétique et les légumineuses comme source azotée.

Par ailleurs, il existe d'innombrables travaux de recherche qui sont là pour nous infirmer du modèle classique maïs-soja.

En effet, si aujourd'hui, la plupart des porcs sont nourris à l'aide de ce régime dont les composants feraient aussi bien le bonheur de nombreux humains affamés, il a existé et existe encore des systèmes d'alimentation à base de sous produits (sons, issues, déchets végétaux ou animaux) ou de produits de cueillette (glands, faines, châtaignes) pour lesquels une telle concurrence n'existe pas.

Tout cela nous ramène à conclure que l'élevage de porc est amené à se développer dans les pays tropicaux où la population augmente et la production bovine paraît plafonner. Le développement d'autres productions animales est nécessaire pour faire face aux besoins. Certes porcs et volailles se nourrissent de substances amylacées, mais la consommation de leur chair par l'homme équilibre sa ration et réalise une économie énergétique.

De plus, il nous semble que dans tout pays où des terres sont encore disponibles pour la culture des céréales, de tubercules ou de racines, compte tenu de la présence presque générale de tourteaux, on ne peut pas dire que le porc soit vraiment un concurrent alimentaire de l'homme.

2- AVANTAGES ET INCONVÉNIENTS DE L'ELEVAGE PORCIN DANS LES PAYS EN VOIE DE DÉVELOPPEMENT

Si nous avons présenté en premier point l'inconvénient de l'élevage porcin en tant que concurrent direct avec l'homme pour ce qui concerne l'alimentation, nous avons infirmé ce principe mais nous rajoutons d'autres facteurs qui peuvent faire de l'élevage de porc un inconvénient dans les pays en voie de développement:

- Les porcs ne peuvent pas être employés comme animaux de trait pour les travaux agricoles.
- Dès lors que l'on a tendance à les élever à proximité des habitations, leurs déjections risquent d'engendrer un problème de pollution.
- Certains parasites du porc sont susceptibles de s'attaquer à l'homme et, lorsque les animaux ne sont pas élevés en enclos, ils représentent une menace pour sa santé.

Face à ces inconvénients, les porcs présentent certains avantages potentiels majeurs:

- Ils produisent de la viande sans contribuer à la détérioration des pâtures naturelles. Ce point est d'une importance capitale si l'on songe à la désertification ininterrompue que nous connaissons actuellement, à l'érosion des sols et à la perte des terres cultivables dans les zones tropicales et subtropicales de notre planète. Cette dégradation est due principalement aux ruminants qui, trop nombreux, appauvrissent les pâtures.
- Ils transforment les aliments concentrés en viande deux fois plus efficacement que les ruminants.
- Ils sont potentiellement dotés d'une productivité très élevée. Ils peuvent mettre bas, après une période de gestation relativement brève, des portées nombreuses, et, ce, avec un intervalle de génération très court. Si l'on ajoute qu'ils sont d'une croissance rapide, on conçoit sans peine que leur rendement en termes de production annuelle de viande par tonne de poids vif des femelles reproductrices, est environ six fois supérieur à celui des bovins.
- S'ils sont élevés en enclos, on pourra exploiter au maximum leur fumier et leur purin.
- Leur taille relativement faible, par comparaison avec celle des bovins, assure une grande flexibilité, tant sur le marché qu'en ce qui concerne la consommation.
- La viande de porc se prête particulièrement bien au traitement industriel. Certains produits dérivés ont une durée de conservation plus longue que la viande fraîche et peuvent donc être distribués à un public plus large.

- Par rapport à l'élevage bovin, la rentabilité est plus rapide.

3- FAUT-IL CULTIVER POUR LE PORC OU SE CONTENTER DU MODÈLE PORC-POUBELLE

Si dans les pays industrialisés et quelques pays tropicaux l'élevage hors-sol domine, la situation est différente dans la plupart des pays en voie de développement où le petit élevage traditionnel domine et regroupe souvent plus de trois quart du cheptel. Cet élevage est souvent très bien intégré à l'exploitation puisque, entre autres, sa nourriture est composée des déchets de cultures et ne demande pas un aliment spécialement produit ou acheté, sans doute ce qui fait son atout et explique sa diffusion.

Pour les éleveurs de ces pays, augmenter leur revenu, c'est augmenter leur cheptel porcin. Mais on ne peut pas avoir deux fois plus de porcs que si l'on a plus de déchets de culture, c'est à dire deux fois plus de cultures. Donc l'augmentation d'un cheptel porcin s'accompagne d'un changement de mentalité. Il faut cultiver spécialement pour les porcs supplémentaires car le nombre de porcs présents est déjà ajusté à la quantité de déchets disponibles.

Le paysan doit donc, soit cultiver plus de terres, ce qui est difficile compte tenu de la pression sur les terres dans de nombreux pays tropicaux, soit améliorer ses rendements en ne pouvant s'appuyer que sur la fertilisation naturelle de ces animaux.

Donc l'atout alimentaire qui faisait de l'élevage porcin en plus des rôles habituels des animaux domestiques, un élément normal de l'habitation «la poubelle» est aussi son facteur limitant: on ne peut pas avoir deux porcs que si l'on a deux fois plus de déchets de cultures, c'est à dire deux fois plus de cultures ce qui est loin d'être facile.

Il en sort, que l'alimentation est la charge la plus lourde dans l'élevage porcin surtout dans les pays tropicaux. De même, la plus économique des rations est dépourvue d'intérêt si les porcs la jugent immangeable!

D'où l'intérêt de créer une base de données reprenant tous les ingrédients disponibles sur place et leurs coûts. Un programme peut alors résoudre rapidement toute une série d'informations par approximations successives pour aboutir à une formulation de l'alimentation requise au moindre coût.

OBJECTIFS D'UNE TELLE ÉTUDE

Il est dans notre intention dans la présente étude de faire l'inventaire des ressources alimentaires potentielles dans les pays en voie de développement afin de permettre aux structures spécialisées de fournir aux éleveurs les moyens d'augmenter leur revenus.

L'alimentation étant la charge la plus lourde qui influe sur le prix de revient, nous essayons d'identifier les aliments les plus économiquement rentables et les plus efficaces du point de vue alimentaire.

Notre rapport évoquera en première partie une synthèse bibliographique sur l'alimentation des animaux monogastriques en milieu tempéré et tropical, plus particulièrement les porcs. Nous traiterons l'alimentation de la truie, du porcelet et du porc charcutier.

L'inventaire de toutes les données sur les produits (fruits, céréales, et sous-produits agro-industriels) pouvant être incorporé dans la ration porcine en milieu tropicale occupera la deuxième partie.

Les aliments seront répartis en sources énergétiques, protéiques et lipidiques selon leur apport nutritif principal. Pour autant, les sources énergétiques ne sont pas dépourvues de protéines. Ces composants énergétiques interviennent de façon prépondérante dans la ration. C'est assez dire qu'ils exercent une influence déterminante sur le coût général de la ration.

Dans l'ensemble, l'apport énergétique provient des céréales et de leurs sous-produits, des plantes racines, des sous-produits de la fabrication du sucre ou des fruits variés. Les sources protéiques sont les tourteaux de graines oléagineuses, les farines de poissons, les sous-produits animaux et issus de boucheries. La plupart de ces sources renferment également des minéraux et de vitamines. Pour chaque aliment, nous trouverons son origine, sa composition chimique, ses caractéristiques, son utilisation dans l'alimentation porcine ainsi que ses limites maximales d'incorporation.

Cela pourra nous amener à proposer des programmes visant à promouvoir certaines productions en vue de leur valorisation par l'alimentation animale.

Le climat, facteur non négligeable sur la répartition et la production, il nous a paru utile de parler du stockage et des conditions d'utilisation des matières premières ainsi que des contrôles à effectuer.

L'objectif final étant de créer la ration optimale à partir de produits et sous-produits locaux vulgarisables auprès des éleveurs.

Ces propositions, pour être réalisables devront tenir compte des quantités d'aliments disponibles et d'être adaptés aux zones suivant la nature et la production des régions concernées.

Dans ce domaine, nous n'avons pas pu recueillir une information chiffrée et récente car il existe de fréquentes variations et les cours sont très variables au cours de l'année.

Ainsi, ce travail, pourra faire l'objet d'une réflexion qui permettra d'identifier des programmes de recherches sur les problèmes spécifiques aux pays en voie de développement:

- Il est utile de rappeler que, les pénuries alimentaires existantes à l'état presque chronique dans les pays en voie de développement, exigent une augmentation de la production locale de viande. Pour satisfaire cette exigence, il faut que le porc ne soit pas un concurrent à l'homme pour la consommation de produits nobles (céréales et protéines) et qu'il doit se contenter d'une alimentation plus pauvre mais qui doit rester équilibrée pour lui permettre de croître dans de bonnes conditions.

- Dans le secteur économique, la stratégie d'utilisation de crédits financiers est limitée et n'est pas facilement accessible. Une quantité globale de devises étant disponible, à quoi faut-il la consacrer en priorité? Quelles proportions faut-il accorder à chacune des actions qui semblent toutes prioritaires (achats de produits sanitaires, achat d'aliments pour porcelets, achat de produits complémentaires des ressources locales, achat de génétique, de matériel d'élevage, de conseils) pour que le système dans son ensemble trouve son équilibre financier.

En effet nous sommes tout à fait conscients de la nécessité d'accroître la production de protéines d'origines animales dans les pays en voie de développement (viande de porc notamment). Cependant il convient d'aborder les problèmes dans le contexte local avec ses contraintes:

- Les pays considérés ne disposent pas des ressources financières leur permettant d'investir en matériel et surtout d'entretien des courants réguliers d'importations d'aliments, de médicaments etc.
- Les transferts de populations des campagnes vers les villes sont souvent catastrophiques pour les individus et pour le pays.
- l'irrégularité des ressources disponibles pour les animaux et leur déséquilibre revêtent un caractère chronique;
- Les conditions sanitaires sont mal maîtrisées;
- etc.....

Dans un tel contexte, la solution type «dépendance totale, ou grande dépendance vis à vis de l'extérieur» est difficile à prévoir voire impossible. Il serait plutôt plus prudent de l'éviter.

Ainsi, une démarche plus souple, plus rentable et moins onéreuse consiste à faire prendre conscience aux autochtones des problèmes qui se posent tout en essayant de valoriser des solutions locales.

L'alimentation étant proportionnelle au nombre de bouches à nourrir, nous demandons aux producteurs, afin de minimiser les courants d'importations:

- de faire une liste des matières premières utilisées dans les rations de bases.
- d'évaluer les quantités disponibles de ces produits, en terme d'approvisionnement journalier et par rapport aux périodes de l'année.

En fonction de cette liste et des disponibilités, il sera indispensable d'effectuer, dans le cas échéant, des analyses de chaque matière première, d'évaluer la qualité nutritionnelle de ces derniers en terme d'énergie, de protéines (aminoacides) et de minéraux afin de pouvoir proposer une ration de base avec les produits locaux, mon ou multi-produits.

Le complément vient à la fin pour corriger la ration de base. La plupart de temps, c'est un complément protéique et une supplémentation vitaminique et minérale.

Les soins vétérinaires sont aussi en proportion directe du nombre des porcs. Soulignons néanmoins qu'ils sont également en rapport avec le niveau d'hygiène générale, c'est un facteur à ne pas perdre en vue. Les services vétérinaires devront assurer effectivement le contrôle des maladies épizootiques; Cette tâche nécessite un personnel assez nombreux à tous les degrés de qualification: docteurs vétérinaires, assistants d'élevage, vaccinateurs.

Les crédits de fonctionnement ne doivent pas être rognés, car ils doivent être suffisants pour l'achat de vaccin et le déplacement des agents jusqu'aux lieux désirés.

Pour rendre cette tâche moins onéreuse, il est dans l'intention des éleveurs de demander conseil aux vétérinaires au sujet de l'alimentation de leurs animaux. Une distribution de documents de vulgarisation, l'assurance d'un travail de conseil sont à envisager.

L'adaptabilité et les types génétiques est un point très important à signaler:

VERHULST (1982) cité par MONELAT et LEGAULT (1986) cite ces chiffres impressionnants: sur 55 verrats importés en Afrique tropicale en provenance d'Italie, de Belgique, des Pays Bas de 1964 à 1981:

- ☛ 13 sont morts en cour de transport ou immédiatement après.
- ☛ 2 sont morts de trypanosomose suraiguë.
- ☛ 11 sont morts ou ont été réformés jeunes pour défauts d'aplombs, troubles digestifs, anorexie persistante.
- ☛ 14 parvenues au stade adulte ont du être réformés pour troubles osseux, troubles de spermatogenèse, abcès des testicules, absence de libido.
- ☛ 11 ont présenté une «fécondité relative» malgré des problèmes de croissance et de santé.
- ☛ 4 ont présenté une fécondité normale.

Certes il s'agit d'un exemple que nous souhaitons marginal mais il montre la nécessité de prendre des précautions avant de réaliser certaines importations de reproducteurs.

VERHULST pense que ces échecs sont peut être liés davantage aux transferts d'animaux qu'aux types génétiques utilisés. Pour les éviter il suggère la voie d'insémination artificielle. Comportement lié au type génétique ou au stress de transport ? *Un thème à approfondir.*

DELATE; LE GUYADEC, 1987, ont diffusé lors du «projet français de repeuplement en porcs rustiques» des animaux chez des paysans haïtiens. Les résultats enregistrés permettent de tirer de nombreux enseignements. La rusticité des animaux produits par le projet a pu être vérifiée de façon pratique et sur l'ensemble du territoire haïtien.

Le choix des races utilisées a permis à cette nouvelle population de s'adapter et de se reproduire en milieu paysan, dans des conditions le plus souvent extrêmement défavorables. Ceci nous permet de conclure qu'une lignée rustique faisant preuve d'une grande plasticité pourra supporter les conditions de transports.

NAVEAU (1984), cité par MONELAT et LEGAULT (1986), propose une réflexion plus poussée sur les aspects de transfert des gènes et des interactions génotypes-milieus pour ne pas continuer à introduire des animaux dans certains pays en ignorant leur efficacité réelle.

Pour la reproduction, le rejet des idées fatalistes («la nature s'occupe de tout») et quelques interventions à bon escient (à la saillie, à la naissance, en lactation) suffisent à accroître considérablement la productivité des truies).

Les installations peuvent être simples mais il faut éviter de confronter simplicité et désordre. Sur le ***plan sanitaire***, un minimum d'interventions est indispensable, associé à des mesures de prophylaxie adaptées aux conditions locales.

Tous ces aspects (alimentation, reproduction, logement, maîtrise sanitaire) mériteraient de larges développements. Si nous nous sommes limités c'est que ce n'est pas l'objet prioritaire de cette étude.

IL reste à signaler qu'il n'est pas difficile d'appliquer en station expérimentale un environnement favorable sur l'ensemble des critères que nous venons de citer. Sur le terrain nous nous heurtons à plusieurs charges qui diminuent la rentabilité du système.

Ces charges, qu'elles soient fixes (personnel permanent, entretien des bâtiments, entretien du matériel) ou proportionnelles au nombre d'animaux élevés (alimentation, personnel non permanent, soins vétérinaires, eau, électricité, carburants) doivent être soigneusement notées afin de réaliser un compte d'exploitation qui permettra de déterminer la rentabilité de l'élevage.

Nous croyons que la transposition aux pays en voie de développement des conclusions obtenues dans les pays développés n'est pas la bonne solution. Il faut aller plus loin et conduire une réflexion spécifique.

Il sera souhaitable que l'apport des pays riches ne se limite pas à des actions humanitaires ou à des opérations de prestige mais s'orienter davantage vers la formation des hommes et l'investissement scientifique.

1ère partie

Synthèse bibliographique

Synthèse bibliographique

1- Méthodes d'alimentation des porcs en milieu tropical

L'alimentation des porcs en milieu tropical est nettement influencée par un certain nombre de facteurs particuliers:

- Le niveau de technicité souvent très faible des éleveurs.
- La faible organisation des marchés, tant des aliments du bétail que du bétail lui même.
- L'absence presque totale d'une industrie des aliments du bétail.
- La grande variabilité des types des carcasses recherchées.
- Le coût très élevé de tout ce qui est importé. (SERRES.H 1989, MINISTÈRE DE LA COOPÉRATION ET DU DÉVELOPPEMENT)

1.1 - Les modes d'alimentation

Trois modes d'alimentation s'opposent:

- La nourriture libre, par vagabonde, dont nous ne parlerons pas dans ce rapport.
- La nourriture «à volonté», ou *ad libitum*, dans laquelle l'animal a toujours des aliments à sa disposition et les consomme selon son bon pouvoir.
- La nourriture «rationnée», où, selon le calcul des besoins, on distribue à chaque lot d'animaux, ou mieux à chaque animal, une quantité de nourriture limitée en deux ou trois repas.

L'ingestion volontaire d'aliments s'exprime généralement en quantités de matières sèches (kg MS), qu'un animal peut consommer par jour et par unité de poids. Les quantités ingérées ne sont pas stables et varient en général selon des facteurs liés d'une part à l'animal lui même (espèce, poids et âge, niveau de reproduction), d'autre part au milieu et au climat. (RIVIERE.R, 1991, MINISTÈRE DE LA COOPÉRATION ET DU DÉVELOPPEMENT).

1.2- Les types de rations

Face aux courants importateurs d'aliments, quelques principes fondamentaux doivent être respectés:

- *Cultiver les végétaux importés (maïs-soja) souvent d'origine subtropicale*: C'est une possibilité à long terme car les variétés adaptées et à haut rendement ne sont pas encore disponibles. De plus, elles nécessitent sûrement une «chimisation» de la culture (engrais, phytosanitaires) qui conduira à une nouvelle importation, celle des produits agrochimiques. (BONCOMPAGNE.O, 1988).
- *Utiliser des rations simples*: Un seul aliment peut assurer la base énergétique de la ration. Si ce n'est pas possible, on associera deux, pas davantage. Les matières azotées, les minéraux et les vitamines seront fournis par le moins grand nombre de produits. Plus il rentre d'ingrédients dans une formule et plus on court le risque de ne pouvoir la réaliser par défaut de l'un d'entre eux. (SERRES.H, 1989).
- *Se reporter sur des cultures locales et utiliser des aliments disponibles sur place*: Les aliments de productions locales sont d'abord moins chers. Ensuite, l'éleveur peut avoir une bonne connaissance de la qualité et de la quantité des produits dont il pourra disposer.

Ce raisonnement peut être poussé plus loin. Dans l'élevage paysan, il sera souhaitable qu'une partie de l'alimentation, la base énergétique soit produite sur l'exploitation familiale. Cela réalise une véritable intégration de l'élevage à la vie économique rurale, et met l'éleveur à l'abri du manque d'aliments pour porcs. (SERRES.H, 1989).

Pour les compléments alimentaires, on s'efforcera d'utiliser ceux qui sont disponibles régionalement. On n'envisagera pas le tourteau de soja là où se trouvent ceux d'arachide et de coton. Si l'on ne dispose que du tourteau de coprah, on fera en sorte de s'en accommoder.

Le seul inconvénient de cette solution, c'est qu'elle fait pour l'instant rentrer en concurrence le porc et l'homme dans les pays où l'alimentation humaine est difficile. (BONCOMPAGNE.O, 1988)

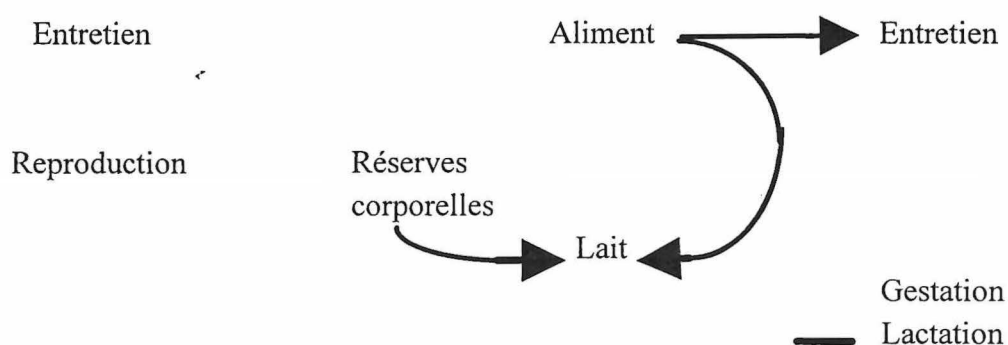
- *Utiliser au maximum les sous-produits des industries agro-alimentaires*: On fera tout son possible pour récupérer au mieux le sang, les os, les déchets d'animaux abattus.

- *Disposer de possibilités de stockage*: Compte tenu de l'irrégularité des approvisionnements, il sera bon de pouvoir stocker les aliments qui peuvent manquer. On se souviendra que les huileries et les lisières ne fonctionnent pas toute l'année, que le maïs ou le manioc peuvent atteindre des prix très élevés en période de soudure. (SCHLUSSELHUBER, 1988)

2- ALIMENTATION DE LA TRUIE

La conduite alimentaire de la truie doit être raisonnée sur l'ensemble du cycle (gestation+lactation). Le principe est de constituer lors de la gestation suffisamment de réserves corporelles facilement mobilisables (tissus gras). Elles seront en partie utilisées lors de la lactation pour pallier le déficit alimentaire. (CASTAING.J, COUDURE.R et al, 1983).

Figure 1: Schéma de l'utilisation des aliments pendant un cycle de reproduction



2.1- Truie en gestation

2.1.1- Objectifs

Produire le plus grand nombre de porcelets viables

Ceci repose sur un taux d'ovulation important, mais également sur une faible mortalité embryonnaire. En effet, le début de la gestation est une phase particulièrement sensible qui détermine pour une grande part la taille de la portée. La mortalité la plus importante se situe dans les 25 premiers jours (phase de migration et d'implantation des embryons). Certaines études mettent en évidence une relation entre la conduite alimentaire en début de gestation et cette mortalité. (DOURMAD.J.Y, 1989).

Produire des porcelets lourds et homogènes, d'un poids individuel au moins supérieur à 1.3kg

L'objectif «nombre x poids» est d'atteindre un «**poids de portée à la naissance de 17kg**». Le taux de survie des porcelets dépend fortement de leur poids à la naissance (tab 1), qui lui-même conditionne la croissance ultérieure des porcelets.

Tableau 1: Influence du poids des porcelets à la naissance sur le taux de survie

Poids	Survie
> 1200g	90%
< 800g	15 à 60%

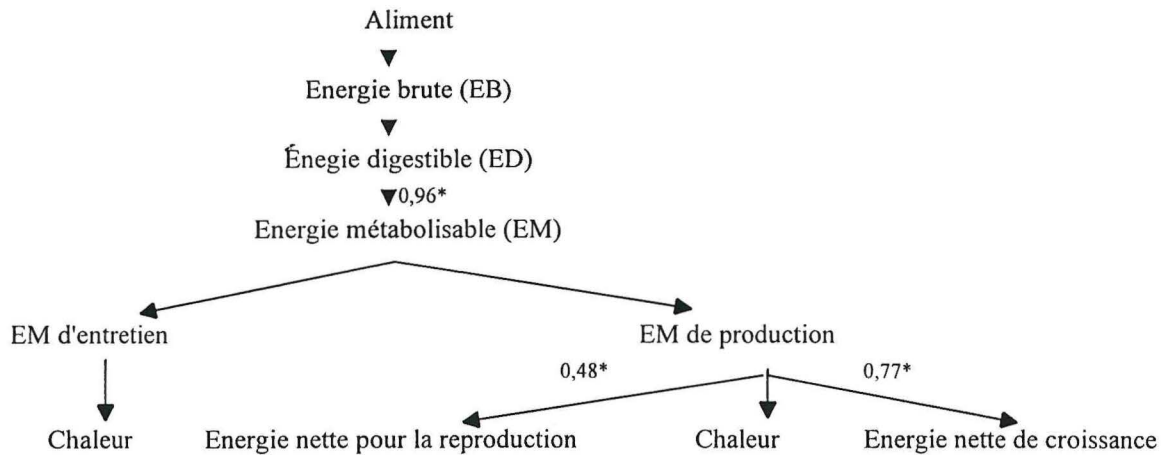
(ITP, édition 1991)

- Arriver en maternité avec des réserves corporelles suffisantes afin d'assurer une bonne production laitière sans trop altérer l'état des truies

2.1.2.- L'alimentation énergétique

Le besoin principal de la truie gestante est le besoin d'entretien (besoin minimum permettant d'assurer les fonctions vitales de l'animal: respiration, renouvellement des tissus, etc)

Le schéma ci dessous illustre l'utilisation métabolique de l'énergie chez la truie gestante.



*Rendement de transformation de l'énergie

Tableau 2: Influence du poids vif sur le besoin énergétique d'entretien en gestation à la température de thermoneutralité

Poids vif (kg)	BESOIN D'ENTRETIEN	
	kcal EM/j	kg d'aliments/j*
110	3566	1.24
140	4274	1.48
170	4943	1.72
200	5584	1.94
230	6201	2.15

*aliment à 3000 kcal ED/kg

(NOBLET et al, 1988)

L'apport énergétique doit permettre de satisfaire:

- **Le besoin d'entretien:** C'est le besoin minimum permettant d'assurer les fonctions vitales de l'animal (maintien des équilibres osmotiques, renouvellement des tissus, respiration,...). Il représente 70% de l'énergie sur l'ensemble de la croissance.

Chez les truies gestantes, il est estimé à $105 \text{ kcal/kg P.V}^{0.75}$ pour des températures:

18 à 20°C pour les truies en logement individuel

14°C pour des truies en logement collectif. (CASTAING.J, COUDURE.R et al, 1983).

Le besoin pour la reproduction: Il est faible pendant les deux premiers tiers de la gestation et augmente de façon exponentielle pendant le dernier tiers, en relation avec le développement du fœtus. Il représente 5% de l'énergie métabolisante (EM) ingérée. Il se répartit de la façon suivante:

Dépôts utérins

Le dépôt énergétique est dû principalement à la croissance des porcelets et ne devient important que dans le dernier tiers de la gestation. Il se répartit:

40 jours de gestation	→	60 kcal/j
70 jours de gestation	→	120 kcal/j
110 jours de gestation	→	450-500 kcal/j

à raison de: 72% pour le fœtus
20% pour l'utérus
8% pour le placenta et le liquide utérin)

Il est directement lié au poids de la portée:

1 kg de porcelet à la naissance correspond à 1300 kcal d'énergie déposée dans l'utérus. Sachant que le rendement de l'utilisation de l'EM pour les dépôts utérins est de 48%, le besoin en EM pour 1kg de portée est donc:

$$1300 \text{ kcal} / 0.48 = 2700 \text{ kcal EM}$$

Dépôts mammaires

A partir de 70 jours de gestation (chez la truie primipare). C'est un dépôt essentiellement lipidique (à 70%) qui représente 5500 à 6000 kcal fixées.

Le besoin pour la croissance et la reproduction des réserves: Il représente 25% de l'énergie ingérée et dépend directement de l'énergie métabolisante disponible une fois les autres besoins couverts. Les apports énergétiques doivent être suffisants pour constituer des réserves corporelles.

La croissance maternelle

L'importance et la nature des dépôts maternels dépendent:

- de l'EM disponible, une fois les besoins d'entretien et de reproduction couverts
- de la teneur en protéines de la ration et de l'équilibre en acides aminés.

1kg de tissus maternels équivaut 2000 à 5000 kcal d'énergie déposée, suivant la proportion de lipides contenus, celle-ci est d'autant plus importante que le gain de gestation est élevé.

En moyenne, par kg de gain de tissus maternels, le dépôt d'énergie est de l'ordre de 3700 kcal/kg. Sachant que le rendement de transformation de l'EM ingérée en tissus maternels est de 77, le besoin en EM pour 1kg de gain de tissus maternels est de:

$$2700 / 0.77 = 4800 \text{ kcal}$$

Bilan global des besoins énergétiques

Exemple de calcul des besoins énergétiques:

Cas d'une truie pesant 150 kg à la saillie, 210 kg à la mise bas, réalisant un gain de 15 kg de portée et 40 kg de gestation

	Energie fixée Mcal/kg	Rendement	Besoin en EM Mcal/114j	Besoin en EM Kcal/j
ENTRETIEN				$150^{0.75} \times 105 = 5160$
REPRODUCTION	$15 \times 1.3 = 19.5$	48%	$19.5/0.48 = 40.6$	350
TISSUS MATERNELS	$40 \times 3.7 = 148$	77%	$148/0.77 = 192.2$	1690
			TOTAL	<u>7200</u>

Le rendement de transformation de l'énergie digestible en EM est de l'ordre de 0.96. L'apport journalier en ED est alors:

$$7200/0.96 = 7500 \text{ kcal ED}$$

Incidences des apports énergétiques en gestation

A niveau protéique constant, l'augmentation de l'apport énergétique entraîne:

- Une augmentation faible des dépôts musculaires tant que les apports protéiques ne sont pas limitants.
- Une forte augmentation des dépôts gras.

2.1.3.- L'alimentation protéique

Les besoins protéiques:

- **besoins pour la reproduction:** 20 à 25% de l'azote fixé pendant la gestation sont utilisés pour la reproduction. Au total, ceci représente 1,7 à 1,8 kg de protéines. Le besoin est plus élevé en fin de gestation qu'au début, en relation avec la croissance des fœtus.
- **besoins de la croissance maternelle.**
- **bilan :** un apport journalier de 300 à 330g -----> aliment à 12-13% de protéines.

Au plan qualitatif, les acides aminés limitants sont la lysine et la thréonine. Le besoin en lysine = 4.5 à 5.0g par kg d'aliments. L'équilibre entre acides aminés est le suivant:

	par rapport à la lysine
Lysine	100
Méthionine + Cystine	68
Thréonine	85
Tryptophane	17,5

INRA, 1989,

D- Minéraux + Vitamines

Digestibilité des phosphates minéraux:

-Calcium ~ 45%

-Phosphore ~ 50%

Le phosphore est présent dans les céréales essentiellement sous forme peu assimilable, l'acide phytique dont le CUDr avoisine 30-35%. Pour pouvoir être absorbé, le phosphore phytique doit être solubilisé par des phytases présents à niveaux variables suivant les céréales.

Pour couvrir les besoins des truies sur l'ensemble de la gestation, il est nécessaire d'utiliser un régime contenant au kilo:
10.5 g de calcium
5.5 g de phosphore

Additions recommandées d'oligo-éléments et de vitamines pour la truie en UI/kg ou ppm. (mg/kg)

OLIGO -ELEMENTS			
Fer	80	Cobalt	0.1
Cuivre	10	Sélénium	0.1
Zinc	100	Iode	0.6
Manganèse	40		

INRA, 1989

Valeurs de CUDr suivant les sources de phosphore

Source de phosphore	CUDr (%)
Lait	98
Céréales + tourteaux	50-60
Son de blé	37
Phosphore mono-bicalcique	60-70
Phosphore alumino ferro-calcique	18

Additions recommandées de vitamines pour la truie en UI/kg ou ppm (mg/kg)

VITAMINES LIPOSOLUBLES (UNI ou mg/kg)			
A (UI)	5000	E (mg)	10
D (UI)	10000	K3 (mg)	0.5
VITAMINES HYDROSOLUBLES (ppm)			
B1 Thiamine	1	H Biotine	0.1
B2 Riboflavine	3	Acide folique	0.5
Panthothénate de Ca	8	B12 Cyanocobalamine	0.02
PP Niacine	10	Chlorure de choline	500

INRA, 1989

Recommandations

Composition de l'aliment truie gestante:

ED (kcal)	3000
MAT (g)	120
Lysine (g)	6
Méthionie (g)	2.0
Méthionine + cystine (g)	4.0
Tryptophane (g)	1.1
Thréonine (g)	5.0
Ca (g)	10.5
P total (g)	5.5
P digestible (g)	2.7
CB (g)	50-70
EN (kcal)	2150

2.2- Truie en lactation

2.2.1- Objectifs

Sevrer le maximum de porcelets à un poids élevé: Cela s'appuie sur une production de lait importante. En effet, la production de lait augmente au cours des deux premières semaines et est à son maximum au cours de la troisième. Elle dépend de la taille de la portée: plus le nombre de porcelet est important, plus la production journalière est élevée, cependant la quantité disponible pour porcelet diminue.

Influence du nombre de porcelets sur la production

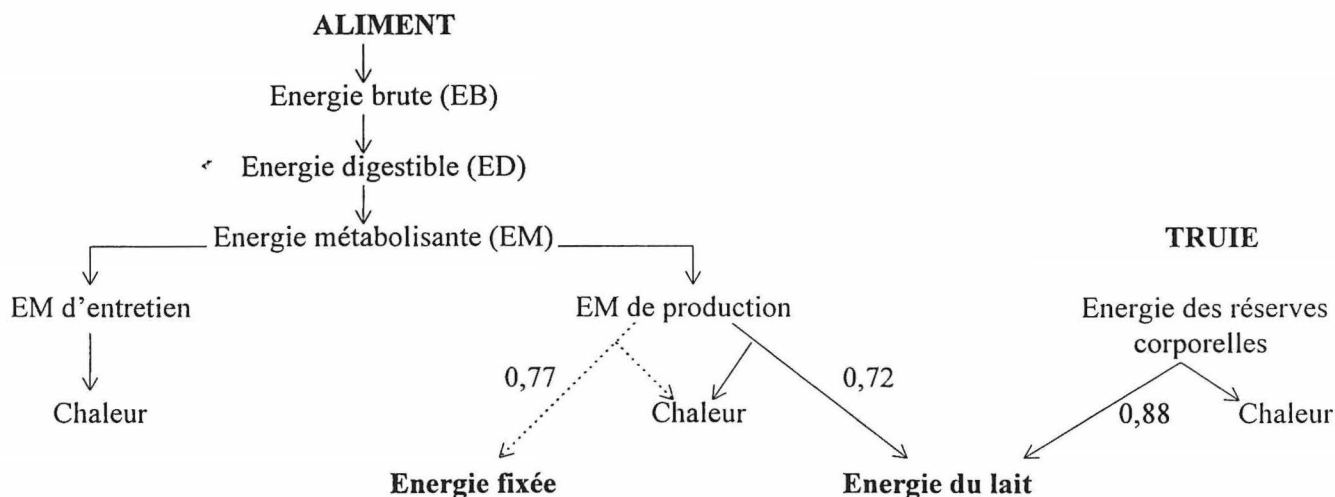
Nombre de porcelets	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Production (jour)									
- kg /portée	4.0	4.8	5.8	6.5	7.0	7.6	7.6	8.2	8.6
- kg/porcelet	1	1	0.9	0.9	0.8	0.8	0.8	0.7	0.7

ELSLEY, 1971, cité par ITP, édition 1991

2.2.2- L'alimentation énergétique

Le besoin principal d'une truie allaitante concerne la production de lait (70% de l'énergie ingérée). Ce besoin est considérable: une truie produit en moyenne 7 à 9 kg/j de lait, ce qui équivaut à l'ingestion de 4.5 kg d'aliments.

Le schéma ci-dessous illustre l'utilisation métabolique de l'énergie chez la truie allaitante, à partir de l'aliment et des réserves corporelles:



- - - - Voie de synthèse des tissus maternels pendant la gestation

En effet, le besoin énergétique en lactation dépend:

- du poids de la truie (entretien)
- du nombre de porcelets allaités et de leur croissance

Pour une truie recevant en moyenne 6 kg d'aliments à 3100 ED (soit 18000 kcal d'EM) pendant une lactation de 21 jours est en déficit énergétique et mobilise des réserves corporelles pour assurer des croissances de portée supérieures à 2000 g par jour. Si la quantité consommée est de 4 kg par jour, la truie est en déficit énergétique même pour des croissances faibles.(de l'ordre de 1500g/j).

La lactation entraîne donc inévitablement une mobilisation des réserves corporelles.

- **Besoins d'entretien:** $110 \text{ kcal EM/kg P.V}^{0.75}$

Poids vif	Besoin d'entretien	
	kcal EM/j	kg d'aliments à 3100 kcal EM/kg
140	4480	1.44 kg
160	4950	1.60 kg
180	5400	1.75 kg

- **Besoins pour la production de lait**

Ce besoin dépend de la quantité de lait produite qui est appréciée par la croissance et le nombre de porcelets.

Selon NOBLET, 1988:

EM lait = $6.83 \times \text{gain de portée} - 125 \times \text{nombre de porcelets}$
kcal/j (g/j)

Exemple de calcul:

Cas d'une truie pesant 180 kg, allaitant 10 porcelets, réalisant 2200 g de gain moyen quotidien (GMQ)

ENTRETIEN	$110 \times 180^{0.75} = 5405$
LACTATION par kg de lait	$6.80 \times 2200 - 125 \times 10 = 13776$

Besoin en EM (kcal/j) = $5405 + 13776 = 19181$

Sachant que le rendement d'utilisation de l'ED en EM étant de 0.96, les apports moyens à réaliser:

$19181/0.96 = 19980$ kcal ED, soit en moyenne 6.3 kg d'aliments à 3150 ED.

Effet du poids et du niveau de production laitière sur le besoin énergétique total (Mcal EM/jour)

Niveau de production	Faible	Moyen	Élevé
Gain de portée (g/j)	1500	2000	2500
Poids vif (kg)	Besoins énergétiques Mcal/jour*		
150	1370 (4.54)	17100 (5.66)	20540 (5.80)
180	1440 (4.76)	17800 (5.89)	21200 (7.02)
200	15100 (5.00)	18500 (6.12)	21900 (7.25)

*aliment à 3150 kcal ED

Dans la plupart des cas, la truie doit ingérer plus de 5 kg d'aliments par jour et utiliser ses réserves corporelles.

2.2.3- L'alimentation protéique

Les apports protéiques de lactation ont des répercussions directes sur:

- L'ingestion d'aliments
- La production de lait
- La croissance des porcelets. (ITP, édition 1991)

Ingestion d'aliments

L'ingestion n'est pas significativement réduite que pour des taux de protéines de l'ordre de 12% dans l'aliment, mais n'est plus modifiée pour des teneurs supérieures à 14-16%. (ITP, édition 1991)

La production laitière

Sur le plan quantitatif, la production de lait augmente avec le taux protéique de l'aliment, jusqu'à un taux de 14%.

Sur le plan qualitatif, les avis divergent quant à une répercussion du taux protéique de la ration sur la composition du lait. Le colostrum sera plus sensible.

La croissance des porcelets

L'apport protéique de lactation est le principal facteur déterminant la croissance des porcelets; en effet, une réduction des apports énergétiques n'a pas des répercussions sur la croissance si la consommation protéique est échangée.

Si les apports sont déficitaires, la truie va utiliser l'azote ingéré avec une meilleure efficacité mais surtout va mobiliser ses réserves musculaires.

La croissance maximale est obtenue pour des taux allant de 16% à 20% de protéines dans l'aliment.

Influence du taux azoté de l'aliment sur la croissance des porcelets

	TAUX AZOTE DE LACTATION (%)						Auteurs
	10	12	14	16	18	20	
Gain de poids du porcelet (kg)							
0-14j		2.2		2.3		2.6	NRC 42
0-28j			4.9	5.2	5.8	6	MAHAN 1975
Gain de poids de la portée (kg)							
8-28j		25	29	32	36		MAHAN 1975
8-28j	24	25	28	32	31		MAHAN 1971
8-28j	32	33	34	36	40		MAHAN 1971

Cité par ITP, édition 1991

La variabilité des réponses au taux azoté de l'aliment montre la prépondérance de l'apport qualitatif, donc des apports d'acides aminés

En ce qui concerne l'apport de lysine, des études récentes ont permis de déterminer les apports de lysine totale et disponible à réaliser en fonction de l'exportation d'azote dans le lait (N lait) par la relation:

$$\text{Lysine (g/j)} = 0.41 * \text{N lait (g/j)} + 1.2$$

$$\text{Lysine disponible} = 0.37 \text{ N lait (g/j)} + 9.5$$

(ÉTIENNE et al, 1989, DOORMAD et al, 1991).

Ces apports sont définis en tenant compte d'une perte musculaire journalière de 200g, sans répercussion sur les performances ultérieures. En effet, le dépôt protéique de gestation compense largement ces pertes. L'exportation d'azote dans le lait est évaluée par la croissance de la portée. On peut ainsi déterminer le besoin en lysine de la truie allaitante en fonction du gain de poids des porcelets. Le besoin est d'environ 40g/j pour les primipares et 45g/j pour les multipares soit respectivement 35g et 39g de lysine disponible.

Besoins en lysine des truies allaitantes (% de l'aliment) en fonction du niveau de consommation (kg/j) et pour un bilan azoté nul.

Niveau de consommation	CROISSANCE DE LA PORTÉE (g/j)						
	150	1750	2000	2250	2500	2750	3000
4 kg/j	0.74	0.80	0.87	0.93	1.00	1.07	1.13
5kg/j	0.59	0.64	0.69	0.75	0.80	0.85	0.90
6 kg/j	0.49	0.53	0.58	0.62	0.67	0.71	0.75
7 kg/j	0.42	0.46	0.50	0.53	0.57	0.61	0.65

ÉTIENNE et al, 1989.

2.2.4- Minéraux et vitamines

Les besoins phosphocalciques se calculent sur le même principe qu'en gestation en tenant compte des besoins nets de la truie allaitante et du coefficient d'utilisation digestive réel minéraux.

Besoins nets et apports recommandés en calcium de la truie allaitante

	Calcium	Phosphore
Entretien (mg/kg poids /j)	35	20
Lactation par kg de lait (g)	2	1.5

Recommandations

Composition de l'aliment truie allaitante

ED (kcal)	3100
EN (kcal)	2250
MAT (g)	160
Lysine (g)	8.5
Méthionine (g)	2.2
Méthionine + cystine (g)	4.6
Tryptophane (g)	1.5
Thréonine (g)	5.7
Calcium (g)	8-10
Phosphore total (g)	7
Phosphore disponible (g)	3.5
Cellulose brute weende (g)	40-55

2.3- Aspects particuliers de l'alimentation de la truie en milieu tropical

2.3.1-ZONE DE THERMONEUTRALITE

Zone de neutralité thermique des truies reproductrices

	Gestation	Lactation
Niveau alimentaire	1.1 à 1.3 x Entretien	A volonté
Zone de thermoneutralité	18-20 à 30-32	10 à 25

En gestation, la truie a une zone de thermoneutralité relativement élevée en raison de son faible niveau alimentaire. Mais ce qui caractérise surtout les reproducteurs, c'est leur sensibilité aux températures élevées.

La truie en lactation s'adapte aux températures élevées ($> 25^{\circ}\text{C}$) par une réduction de sa consommation d'aliments qui peut avoir des conséquences sur sa production laitière et donc la croissance des porcelets

2.3.2- EFFETS DES FORTES TEMPÉRATURES SUR LES PERFORMANCES DE LA TRUIE ALLAITANTE

- Consommation d'aliments

La consommation d'aliments diminue en moyenne de 180g par degré d'augmentation de la température entre 18 et 30°C.

Conséquences

Réduction de : - La production laitière de 10.5 à 35.5% entre 20, 27 et 30°C

- La croissance des porcelets d'environ 15 à 30% entre 18 -20°C et 27-30°C

Pertes de poids excessives en lactation provoquant un allongement de l'intervalle sevrage- oestrus.

2.4- Stratégie pour limiter l'effet des températures élevées sur la consommation d'aliments (plus généralement sur les disponibilités en énergie de la truie allaitante)

- Augmentation de la concentration en énergie de l'aliment:

D'une façon générale, le niveau d'ingestion de la truie en lactation diminue lorsque la teneur en énergie du régime augmente. Malgré tout, l'ingestion d'énergie est augmentée.

- Refroidissement de la tête de la truie:

Effet d'un goutte à goutte d'eau intermittent sur la tête de la truie sur les performances de lactation à température élevée (30°C)

	Témoin	Filet d'eau
Aliment ingéré, g/j	4190	5740
Perte de poids des truies, kg	19.0	10.6
Rythme respiratoire/min	67	49

- Augmentation du gain maternel (réserves) de gestation

Une alimentation plus libérale en gestation se traduit par une réduction de l'appétit en lactation. Ainsi, on peut évaluer à 170g/j en moyenne la réduction de la consommation spontanée en lactation suite à un accroissement du niveau alimentaire de gestation à 1000 kcal ED/j. Ces résultats anciens (1969- 1982) demandent à être réévalués en milieu tropical.

3.-Alimentation du porcelet

Le stade porcelet correspond à la période allant de la naissance jusqu'au poids de 25 à 30 Kg. Cette période se divise en 2 phases:

- Le porcelet sous la mère
- Le porcelet en post-sevrage

Ces deux phases sont séparées par l'étape décisive du sevrage (3 à 4 semaines).

On distingue deux types d'aliment:

- L'aliment 1er âge, distribué sous la mère et pendant 15 à 20 jours après sevrage,
- L'aliment 2ème âge, distribué de 40 à 45 jours d'âge jusqu'au 25-30 kg.

3.1- Objectifs

- Obtenir les meilleures performances pour assurer une bonne rentabilité de la phase élevage (naisseur):

- croissance élevée
- faible indice de consommation
- Taux de pertes minimum

- Produire un porcelet de qualité susceptible de satisfaire la demande des engraisseurs:

- un état sanitaire excellent et une bonne homogénéité des lots
- la meilleure adaptation aux conditions d'engraissement
- un potentiel permettant d'obtenir des performances optimales.

3.2-Alimentation énergétique

Alimentation énergétique avant sevrage

L'apport énergétique avant sevrage est essentiellement assuré par le lactose et les lipides contenus dans le lait. A la naissance et lors de stress, le porcelet puise sur ses réserves corporelles.

Réserves énergétiques

Les réserves énergétiques du porcelet à la naissance sont très faibles.

Apports énergétiques

-Le lait

Le porcelet consomme environ 300 g de colostrum le jour de sa naissance, soit un apport de l'ordre de 400 Kcal. Cet apport énergétique est assuré à 40-50% par les liquides du colostrum.

Composition moyenne du colostrum et du lait de la truie.

	TRUIE	
	Colostrum	Lait
Matière sèche (%)	22.6	18.4
Lipides (%)	5.2	6.2
Lactose (%)	3.7	5.4
Energie (kcal/kg)	1400	1150
Calcium	0.06	0.22
Phosphore	0.10	0.16
Matières azotées	10.2	5.8

ITP, édition 1992

Une truie primaire produit 5 à 6 kg de lait par jour, une multipare de 7 à 9 kg (NOBLE- ÉTIENNE, 1996). La consommation journalière de lait par porcelet se situe donc entre 0.7 ET 0.9 kg correspondant à un ingéré énergétique de 900 kcal. Cet apport énergétique se répartie selon les différents composants du lait: 56% par lipides, 28% par les protéines, 16% par le lactose.

La production laitière atteint un maximum vers la fin de la 2ème semaine. Au sevrage, la consommation d'aliment étant encore très faible, le porcelet se trouve dans une situation de déficit énergétique: sa consommation de matière sèche chute de 40-50g à 20-25g par kg de poids vif avant le sevrage (21-27 jours). (SEVE, 1986).

- L'aliment

La consommation d'aliment sec est généralement trop réduite pour compenser cet état de sous-nutrition. Elle est insignifiante jusqu'à la 3ème semaine. Très variable d'une portée à l'autre, elle se situe entre 50 et 100g par jour (10 à 20g de matière sèche/kg de poids vif) et par porcelet au cours de la 4ème semaine.

Le porcelet doit donc mobiliser ses réserves adipeuses, avant le sevrage, pour faire face à ces besoins énergétiques, et ceci d'autant plus que la température du local est insuffisante.

Alimentation énergétique en post sevrage

Les besoins énergétiques peuvent être directement établis selon la méthode de prévision factorielle prenant en compte d'une part le gain journalier, d'autre part le coût énergétique de ce gain en relation avec les caractéristiques des tissus déposées.

Bases de calcul de besoins énergétiques

ENTRETIEN:

-120 kcal d'énergie métabolisante (EM) par kg de poids métabolique (poids vif^{0.75})

-Rapport EM/ED = 0.96

CROISSANCE:

-Contenu énergétique du kilo de gain : 2000 - 2300 kcal.

-Rendement d'utilisation de l'énergie métabolisante pour la croissance : 0.65 - 0.70

-Rapport EM/ED = 0.96

Gain journalier en post-sevrage : 500 - 550 g jusqu'à 25kg (650g de 20 à 25kg)

Exemple de calcul des besoins énergétiques
porcelet de 20kg (poids métabolique = 9.5) GMQ = 650g

Besoins (kcal/j)	EM	ED
Entretien	1140	1190
Croissance	2150	2260
TOTAL	3290	3450

Apports énergétiques recommandés pour porcelets en post-sevrage (2ème âge)

Le porcelet est toujours alimenté à volonté, il peut atteindre des niveaux de consommation de 60g d'aliments/kg de poids vif/jour. En général, les consommations sont plus faibles et de l'ordre de 40-50g d'aliment par kg de poids vif/jour.

Les porcelets les plus légers au sevrage ont les consommations par kg de poids vif les plus élevés. Pour les élevages atteints de diarrhées, souhaitants pratiquer un contrôle de l'alimentation en post-sevrage, l'INRA (1989) propose le plan d'alimentation énergétique suivant correspondant à un apport de 45g M.S./kg de poids vif/jour.

Plan d'alimentation en post-sevrage

Poids vif (kg)	10	15	20	25
ED kcal/jour	1750	2700	3600	4200
Aliment* kg/jour	0.530	0.820	1.090	1.270

*aliment à 3300 kcal ED:kg.

Concentration énergétique des aliments

Aliment «porcelet 1er âge»

Le choix des matières premières et de leur taux d'introductions sont plus importants que la concentration énergétique en elle même.

La plupart des recommandations s'accordent pour conseiller en 1er âge un aliment riche en énergie compris entre 3200 et 3600 kcal ED/kg, soit 2300 à 2600 kcal d'énergie nette (EN).

Concentration énergétique de l'aliment 1er âge entre 3 et 6 semaines d'âge

3 essais (SEREP-INRA, 1979)

ED kcal/kg	3300	3500
Consom.g/J/porcelet	371	367
G.M.Q. g	278	276
I.C. kg/kg	1.37	1.37

Pour des porcelets chétifs et légers, l'utilisation d'un aliment très énergétique semble donner des meilleurs résultats.

Aliments «porcelets 2ème âge»

Le porcelet s'adapte à des concentrations énergétiques différentes de l'aliment, en ajustant sa consommation alimentaire. Il tend à ingérer la même quantité d'énergie par jour. Ainsi, sa croissance journalière est-elle indépendante de la concentration énergétique de l'aliment.

Concentration énergétique de l'aliment 2ème âge

Essai	AGPM 1979 Bandes 720 porcelets de 9 à 28 kg				AGPM 1979 Bandes 840 porcelets de 10 à 24 kg	
Céréale de base	ORGE	Mélange	BLE	MAIS	Mélange	Mélange
ED kcal/Kg aliment	2960	3150	3215	3270	3100	3300
Cons. Kg/jour	1.080	1.050	1.050	1.030	0.950	0.943
GMQ g/jour	544	545	544	551	519	528

cité par ITP, 1992,

L'augmentation de la concentration énergétique entraîne:

- Une diminution de la consommation d'aliment, l'énergie ingérée restant constante.***
- Des croissances identiques.***
- Une diminution de l'indice de consommation en kilo, mais équivalence en énergie.***

3.3- L'alimentation protéique

L'étude des besoins azotés ne se limite pas à la seule notion de «matières azotées totales». On doit obligatoirement considérer les acides aminés limitants: lysine, méthionine + cystine, thréonine, tryptophane, et en particulier l'équilibre entre acides aminés.

Il est par ailleurs nécessaire de prendre en compte leur digestibilité, variable selon l'âge de l'animal et les matières premières.

La détermination des besoins s'effectue surtout à partir d'essais zootechniques, en fonction de la réponse des animaux à différents apports. Seuls les besoins en acides aminés totaux sont clairement définis. Les besoins en protéines sont d'autant plus importants que l'animal est jeune. L'aliment «1er âge» doit remplacer le lait de la mère, source particulièrement riche :

- en protéines: 315g/kg de MS

- en lysine: 42g/kg de MS

La qualité des protéines n'est pas à négliger. En effet, le porcelet est particulièrement sensible à la teneur de ces protéines en lysine, acide aminé limitant primaire. Les performances de croissance s'améliorent de façon très nette avec le taux de lysine, indépendamment du taux de protéines.

Effets de la baisse du taux azoté, avec corrélation de l'apport en lysine, dans l'aliment 2ème âge. 684 porcelets par régime, de 8 à 25 kg.

MAT %	18.4	22.0	18.8
Lysine industrielle	non	non	oui
Lysine totale g/kg	9.9	12.7	12.9
Consommation g/kg	920	930	930
G.M.Q g/j	485	529	524
I.C. kg	1.91	1.76	1.79

ITCF, 1984, cité par ITP, édition 1992

On en déduit un taux azoté optimum et un besoin en lysine aux différents stades (par kg d'aliments):

	MAT (g)	Lysine (g)
1er âge	210-230	13-14
2ème âge	180-210	11.5-12

Équilibre entre acides aminés «la protéine idéale»

Les équilibres entre acides aminés reposent sur la notion de «protéine idéale», en relation avec la notion de protéines corporelles.

La «protéine idéale» entraîne le moins de pertes en acides aminés

L'augmentation seule de l'état de lysine ne permet pas les meilleures performances, l'équilibre entre acides aminés doit être assuré quel que soit le stade: 1er âge ou 2ème âge.

Par exemple, l'insuffisance de thréonine est à l'origine de moins bonnes performances.

Le rapport minimum entre acides aminés soufrés (méthionine + cystine) et lysine paraît être de 60% mais des rapports optimum de 65% sont aussi proposés.

La plupart des auteurs s'accordent pour fixer à 55% la part de la seule méthionine dans le total méthionine + cystine.

Le rapport optimum entre thréonine et lysine se situe entre 60 et 70%

Le besoin en tryptophane par rapport à la lysine est selon les auteurs de 18 à 19%

Baisse du taux azoté et maintien de l'équilibre en acides aminés par des acides aminés industriels.

ITCF, 1984

Exemple de la thréonine

	Régime de base blé + T.soja	Régime de base + acides aminés industriels		
Taux azoté aliment %	23.8	18.3	18.2	17.7
Lysine g/kg	11.7	11.9	11.8	11.5
(Méthionine + cystine) /lysine %	68	60	60	60
Thréonine/lysine %	73	52	60	68
G.M.Q (g/j)	595	567	611	626
I.C kg/kg	1.74	1.84	1.74	1.71

3.4- Minéraux + Vitamines

Les apports, calculés à partir des besoins d'entretien et de croissance, sont présentés dans le tableau suivant:

Recommandations en calcium et phosphore dans les aliments porcelets, en g/kg d'aliment

Stade	Poids vif	Calcium	Phosphore
1 ^{er} âge	5 à 10 kg	13	9
2 ^{ème} âge	10 à 25 kg	10.5	7.5

Additions recommandées en oligo-éléments (en mg/kg d'aliments), *INRA 1989*

Fer	100	Cobalt	0.1-0.5
Cuivre*	10	Sélénium	0.3
Zinc	100	Iode	0.6
Manganèse	40		

INRA, 1989

Le cuivre peut être utilisé à 175 mg/kg d'aliments comme facteur de croissance

Vitamines

Les vitamines jouent un rôle important dans le fonctionnement de l'organisme:

- activateurs ou constituants d'enzymes
- défenses immunitaire
- minéralisation osseuse
- résistance au stress
- hépato-protecteur

Les carences en vitamines peuvent se traduire par différents symptômes:

- perte d'appétit (D, B1, B12, acide folique.....)
- anémie (B6, B12, E, C₃.....)
- chute de croissance (A)
- maladies de la peau, perte de poils, (biotine, vitamines du groupe B)

parfois les symptômes sont spécifiques:

- splay leg (vitamine E, choline.....)
- Hémorragies ombilicales à la naissance (C, K.....)

Avant le sevrage, le lait de la mère apporte une quantité importante de vitamines au porcelet, après le sevrage, il doit trouver la plupart des vitamines dans l'aliment en quantité suffisante

Additions recommandées de vitamines par kg d'aliment porcelet

Vitamines	Unités	INRA 1989
A	UI	10000
D	UI	2000
E	mg	20
K	mg	1
B1 Thiamine	mg	1
B2 Rivo flavine	mg	4
B3 Phanthoténate de calcium	mg	10
B5 ou PP Niacine	mg	15
Biotine ou H	mg	0.1
Acide folique	mg	0.8
B12 Cyanocobalamine	mg	0.04
Chlorure de choline ou vit.J	mg	500
B6 Pyridoxine	mg	5
C Acide ascorbique	mg	100 à 150

3.5- ASPECTS PARTICULIERS DE L'ALIMENTATION DU PORCELET EN MILIEU TROPICAL

3.5.1- Adaptation du porcelet à la température ambiante

Essais réalisés en chambre climatique en conditions de température contrôlée constante

AU FROID: (en dessous de 20°C/15°C)

Augmentation spontanée de consommation d'aliments pour accroître la production de chaleur

- Porcelet sevré: 10-15kg de poids vif:

Consommation d'aliment augmente de 16g/j/°C de diminution de la température ambiante, or le coût énergétique de la lutte contre le froid est de 25g/j/°C:

Déficit énergétique inévitable même en climat tropical donc utilisation des réserves corporelles (amaigrissement)

AU CHAUD: (entre 20 et 35°C)

Adaptation au chaud malgré l'absence de glandes sudoripares fonctionnelles

Modes d'adaptation au chaud:

- Diminution spontanée de la consommation d'aliments pour réduire la production de chaleur

Porcelet sevré: -23g/j/°C

3.5.2- Conséquences de l'adaptation du porcelet à la température ambiante sur ses performances

Porc nouveau-né

* Mortalité entre naissance et 48h de vie augmente si la température ambiante décroît

Le porc nouveau-né est sensible aux températures inférieures à 28-30°C la nuit: il subit toujours un stress thermique dans un élevage car:

- Forts surfaces d'échanges
- Animal maigre (1à 2% de lipides dans la carcasse) donc peu isolé
- Peu de réserves énergétiques mobilisables: 30 h d'autonomie

* Majorité de l'énergie nécessaire à la survie provient de l'aliment: ingestion précoce de colostrum est primordiale: 300 g le jour de la naissance.

Éviter impérativement l'hypothermie chez le nouveau-né car il est incapable d'augmenter sa prise alimentaire au froid. (≠ porc en croissance)

IL FAUT CHAUFFER LE PORC NOUVEAU-NÉ MÊME EN CLIMAT TROPICAL:
--

. Chauffage localisé indispensable: lampes tapis chauffant

. Coin à porcelets sec: tapis, litière (sol béton plein)

. Filets brise-vent en maternité

Porcelet nouveau-né

Sevrage = bouleversement de l'alimentation

Passage du lait aux céréales, des lipides à l'amidon, des protéines animales aux végétales

.Le porcelet ne consomme pas suffisamment d'aliment pour couvrir ses besoins énergétiques pendant les 10 jours qui suivent le sevrage en raison de:

- L'adaptation progressive des enzymes digestives (max.= 3 semaines)
- Capacité limitée de l'estomac

SEVRAGE = DEFICIT ENERGETIQUE SEVERE ET INEVITABLE

Consommation moyenne d'aliment dans les 15 jours qui suivent le sevrage: 800 g/j

- Apports: aliment à 3500 kcal ED/kg, soit 2800 kcal ED ingérée/j
- Besoins: 3200 kcal ED/j
- Déficit: - 400 kcal ED/j

Donc, **au sevrage, amaigrissement du porcelet et sensibilité au froid accrue**

En milieu tropical, l'exposition au froid la nuit accentue l'effet du sevrage sur le déficit énergétique

Conséquences:

- Dans les 15 jours qui suivent le sevrage, réduction du gain de poids journalier
- Ensuite, l'animal compense par un appétit accru:

Si l'alimentation est à volonté, gain de poids journalier correct mais indice de consommation moins bon

IC augmente de 0.02 point/°C de diminution de température (< 25°C):

surcoût = 2.8 kg/animal entre 10 et 30 kg de poids vif si la température diminue de 25 et 18°C.

Pour limiter le déficit énergétique au sevrage:

- Distribuer l'aliment 1er âge dès 10 jours de vie:
3500 kcal d'ED/kg, 22% de PB, 8% de lipides (lactosérum)
- Ménager une transition alimentaire après sevrage: 4 à 7 jours
- Utiliser un aliment 2ème âge: 3500 kcal ED/kg, 19% de PB, 4% de lipides

4- L'alimentation du porc charcutier

4.1 Objectifs

L'alimentation du porc charcutier en milieu tropical doit se raisonner en fonction d'objectifs:

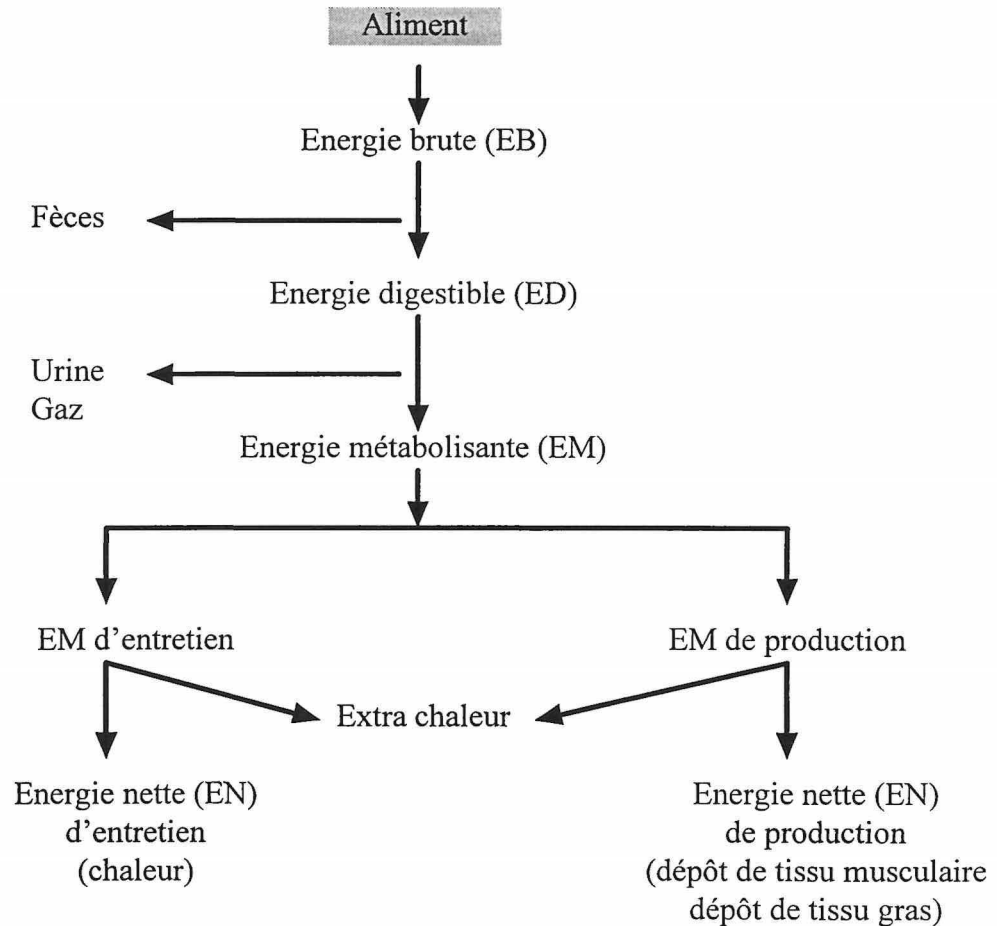
- de qualité de carcasse (% de muscle supérieur à 55%)
- d'efficacité alimentaire (indice de consommation inférieure à 2.8)
- de vitesse de croissance (gain moyen quotidien supérieur à 750)

Elle doit se raisonner également en fonction de la valeur de l'aliment : valeur énergétique et valeur azotée. (ITP, 5ème édition, 1993).

4.2 Alimentations énergétiques

Quelques données de base

Utilisation de l'énergie de l'aliment



- pour l'entretien 80%
 - pour la croissance 75% (énergie fixée)
 - * pour les lipides 80%
 - * pour les protéines 60%
- (d'après NOBLET J., 1994)

Les besoins: -entretien
-croissance

Entretien: représente en moyenne 40% des besoins totaux, estimé à $250 \text{ kcal/kg de P.V.}^{0.06}$ pour les animaux en croissance entre 20 et 100 kg à une température de 22°C.

Exemple: porc de 50kg, entretien = $50^{0.06} \times 250 \text{ kcal}$
soit $10.46 \times 250 = 2610 \text{ kcal EM/J}$

Le besoin d'entretien varie essentiellement avec le poids des animaux

Croissance: Le besoin énergétique de croissance dépend des dépôts de protéines et de lipides et de la répartition de l'énergie fixée dans les différents tissus (rapport muscle/gras).

-dépôt de protéines:

1g de protéines = 5.7kcal, rendement de l'énergie métabolisante ingérée = 60%
Le besoin énergétique par gramme de protéines déposées: $5.7/0.6 = 9.5\text{kcal EM}$

-dépôt de lipides:

1g de lipides déposés = 9.2kcal, rendement de l'énergie métabolisante ingérée = 80%
Le besoin énergétique par gramme de lipides déposés: $9.2/0.8 = 11.5\text{kcal EM}$

-Gain pondéral:

1g de protéines fixées = 4.4g de gain de poids (muscle)
1g de lipides fixés = 1g de gain de poids (tissu adipeux)

Les coûts énergétiques par gramme de gain sont alors:

2.15kcal EM pour les protéines ($9.5/4.4$)
11.5kcal EM pour les lipides ($11.5/1.0$)

Dans le cas des tissus maigre et de tissus gras, compte tenu de leur composition variable en protéines et en lipides selon le type d'animal, on retiendra les valeurs suivantes:

Tissu maigre		Tissu gras	
mâles entiers	2.9kcal EM/g	mâles entiers	2.9kcal EM/g
mâles castrés	3.5kcal EM/g	mâles castrés	3.5kcal EM/g

ÉVALUATION DES BESOINS ÉNERGÉTIQUES

Méthode

-Entretien = (kcal EM) = $250 \times P.V.0.60$

-Croissance: compte tenu des besoins définis plus haut pour les dépôts des tissus maigres et gras, on peut calculer directement les besoins énergétiques. Il suffit de déterminer les quantités de tissus déposés en fonction du type d'animal:

-Dépôts de protéines (g/j) = gain de poids $\times 16\%$

-Dépôt de tissu maigre (g/j) = dépôts de protéines (g/j) $\times 4.4$

-Dépôts de tissu gras (g/j) = gain de poids (g) - dépôts tissu maigres (g)

Exemple: porc de 60kg avec un gain de 500 ou 600g/j

Mâles entiers:

$P.V^{0.06} = 60^{0.60} = 11.67\text{kg}$ dépôt de tissu maigre = $800 \times 16\% \times 4.4 = 563\text{g}$ dépôt de tissu gras = $800 - 563 = 237\text{g}$
entretien (kcal EM) = $25 \times 11.67 = 2918$ Croissance (kcal EM) * maigre $2.9 \times 563 = 1633$ * gras $9.5 \times 237 = 2252$ Total (kcal EM/j) = 6803 ED kcal (EM/ED = 0.96) = 7086 EN kcal (EN/EM = 0.74) = 5030

4.3- L' alimentation protéique

Les besoins

Pour le porc en croissance, les besoins journaliers en matière azotée et en acides aminés sont liés à la quantité de protéines déposées.

Protéine équilibrée = protéine idéale.

La protéine déposée dans la carcasse a une composition relativement constante en acides aminés. La protéine de l'aliment doit satisfaire cet équilibre. La protéine équilibrée est également appelée protéine idéale.

Composition moyenne en acides aminés des protéines de l'organisme
(ARC, 1981)

Acides aminés indispensables	Teneurs en acides aminés
Lysine	7.0
Méthionine + cystine	3.5
Thréonine	4.2
Tryptophane	1.0
Leucine	7.0
Isoleucine	3.8

Recommandations des apports acides aminés/lysine dans l'aliment pour le porc en croissance
(acides aminés digestibles)
(HENRY, 1992)

Lysine	100
Méthionine	30
Méthionine + cystine	60
Thréonine	65
Tryptophane	18

Estimation du dépôt des protéines

Le dépôt journalier (g/j) de protéines est proportionnel au G.M.Q. Le rapport est proche de 16% pour les animaux de type maigre et inférieur à 15% pour les animaux à faible taux de muscles. A un G.M.Q de 800 g correspond un dépôt en protéines de 128 g/j dans le premier cas et 115 g dans le second cas.

Acides aminés

Exemple de la lysine

Nous prenons le besoin en lysine comme référence car c'est l'acide aminé limitant primaire et son besoin est le mieux connu.

La lysine retenue représente 7% des protéines déposées. Elle permet d'estimer les besoins en lysine digestibles:

$$\text{Lysine digestible} = \text{Lysine retenue} / \text{rendement de fixation}$$

Le rendement de fixation varie selon l'animal de 60 à 70%. On peut alors calculer la lysine totale = lysine digestible / digestibilité de la lysine (en moyenne, la digestibilité de la lysine est de 83%). Le besoin en lysine se calcule alors à partir du gain de poids journalier:

Cas concret

Pour un gain de poids de 800g

Protéines déposées:	$800 \times 16 = 128\text{g}$
Lysine retenue:	$128 \times 7 = 8.96 \text{ g}$
Besoin en lysine digestible:	$8.96 / 0.96 = 14.9\text{g}$
Besoin en lysine totale	$14.9 / 0.83 = 18.0\text{g}$

Les besoins pour les autres acides aminés sont déduits du besoin en lysine

Méthionine	= Lysine digestible x 0.30
Méthionine + cystine	= Lysine digestible x 0.60
Thréonine	= Lysine digestible x 0.65
Tryptophane	= Lysine digestible x 0.18

Équilibre protéine - énergie

Les besoins en énergie et en protéines sont indissociables. Le rapport entre acides aminés et énergie dans l'aliment doit tenir compte à la fois:

- du niveau de consommation
- du gain de poids journalier (dépôt de protéines par jour).

Exprimé selon le rapport lysine/ED (g/1000 kcal ED), en croissance (20-50 kg), le ratio optimal est de l'ordre de 3.0-3.2, en finition (50-90 kg), la ration optimale est de 2.2

4.4- Minéraux et vitamines

Minéraux

Les matières premières couramment utilisées dans l'alimentation du porc sont souvent carencées en un certain nombre de minéraux:

- Macroéléments: Calcium, Phosphore, Sodium (g/kg)
- Oligo-éléments: Manganèse, Cuivre, Iode, Zinc, Sélénium (mg/g)

Problème du phosphore:

Le phosphore est présent dans les produits végétaux:

- 1/3 forme inorganique, bien utilisée
- 2/3 forme organique (phytates) très peu digestible

Exemple de teneur en P total et phytique, des matières végétales
(BEERS et JONGBLOED, 1993)

	Phosphore (g/kg)		CUD (%)
	Total	Phytique	
Orge	3.3	2.1	37
Maïs	2.5	1.6	16
Blé	3.3	2.2	46
Son	10.9	8.7	30
Tourteau de soja	6.5	3.9	3.8

Il est possible d'améliorer l'utilisation digestive du phosphore de l'aliment

- en introduisant du phosphore minéral, (le CUD du phosphore bicalcique est d'environ 95%).
- en introduisant des phytases microbiennes.

L'introduction des phytases peut doubler le CUD du phosphore. L'efficacité varie avec la composition du régime de base. Pour obtenir un CUD de phosphore de 45%, il faut deux fois plus de phytase avec un régime complexe qu'avec un régime maïs/tourteau de soja.

Éléments de calcul des besoins en Ca et P

Besoins	Ca	P
<u>Entretien</u> (par kg PV/j)	35 mg	20 mg
<u>Croissance</u> (par kg de gain/j)		
jusqu'à 20 kg	11 g	7 g
20 - 50kg	10 g	6 g
50 - 100kg	9 - 9.5 g	5.5 - 6 g

(INRA, 1989)

Recommandations en Ca et P par kg d'aliment

	INRA 1989		CVB 1990 (Pays-bas)	
	Total	Digest	Total	Digest
P (g)				
Croissance	6	3.0	5 - 5.5	2.2
Finition	5	2.5	4 - 4.5	1.8
Ca (g)				
Croissance	9.5			
Finition	8.5			

Besoins en autres éléments

Sodium

L'apport du sodium est indispensable dans l'aliment du porc à l'engrais.

Le besoin en sodium est estimé à 1.5g par kilo de matière sèche ce qui correspond à un apport de chlorure de sodium de 0.4% dans l'aliment (teneur du NaCl en sodium = 39.4%).

Oligo-éléments

Les risques de carences dans l'aliment du porc charcutier existent pour le manganèse, le cuivre, le zinc, l'iode et le sélénium. Le fer ne peut être insuffisant que pour le jeune porcelet.

Additions recommandées pour le porc en croissance (mg/kg ou pp.) (INRA 1989)

Zinc	100
Manganèse	40
Cuivre	10
Iode	0.2
Sélénium	0.1

Les vitamines

Les éléments de variation étant nombreux et le mode d'évaluation des besoins assez imprécis, des marges de sécurité importantes sont souvent prises.

Addition de vitamines recommandées pour le porc en croissance (par kilo d'aliment) (INRA, 1989)

Vitamines liposolubles		Vitamines hydrosolubles (mg)	
A (UI)	5000	B1 (Thiamine)	1
D (UI)	1000	B2 (Riboflavine)	3
E (mg)	10	Pantothénate de Ca	8
		Niacine	10
K (mg)	0.5	Biotine	0.05
		Acide folique	0.5
		B12 (Cyanocobalamine)	0.02
		Chlorure de choline	500

Recommandations

Caractéristiques des aliments

	Aliment croissance	Aliment finition
ED (kcal)	3200	3200
EN (kcal)	2270	2270
MAT (g)	165	145
Lysine (g)	9.6	8.3
Lysine digestible (g)	8.1	7
Méthionine (g)	2.9	2.5
Méthionine + Cystine	5.8	5
Thréonine (g)	6.3	5.4
Tryptophane (g)	1.8	1.5
Ca (g)	9	8
P total (g)	5.5	5
P digestible (g)	3	2.5
Lysine d./EN (g/1000 kcal)	3.6	3.1

4.5- ASPECTS PARTICULIERS DE L'ALIMENTATION DU PORC **CHARCUTIER EN MILIEU TROPICAL**

4.5.1- Effets défavorables du chaud sur le gain de poids journalier chez le porc en croissance dû à la réduction de l'appétit

Données présentées obtenues à température élevée constante (chambre climatique)

Entre 25 et 35°C: réduction du gain de poids journalier: -20 à 40g/j/°C d'élévation de la température ambiante.

Données récente (MASSABIE et al, 1996), entre 20 et 28°C:

réduction du gain de poids journalier : - 18g/j/°C d'élévation de la température ambiante,

Soit entre 20 et 28°C, réduction considérable du gain de poids de 15% (-144g/j)

4.5.2- Effet favorable du chaud sur l'indice de consommation et la qualité de la carcasse

.Indice de consommation minimum entre 24 et 28°C

Le climat tropical devrait affecter peu l'indice de consommation

.Entre 20 et 28°C: augmentation du pourcentage de muscles de 2 points chez le mâle castré

Chaud + auto-restriction alimentaire

**EN CLIMAT TROPICAL, EN SAISON CHAUDE, IL FAUT ALIMENTER LES PORCS
EN CROISSANCE A VOLONTE. PAS DE RATIONNEMENT ALIMENTAIRE**

4.5.3- influence de l'abaissement nocturne de la température ambiante sur l'appétit du porc

Études en chambre climatique

Porc en croissance-finition placé au chaud le jour

. 35°C le jour, 22°C la nuit

- Entre 20 et 50 kg de poids vif: pas d'effet

- Entre 50 et 80 kg de poids vif: réduction de l'appétit et du gain de poids journalier de 15% et 10% respectivement.

. Au-delà de 50 kg de poids vif, l'abaissement nocturne de la température ambiante ne compenserait que partiellement l'effet défavorable des températures diurnes élevées sur l'appétit

. Porc s'adapte au chaud en modifiant son comportement alimentaire

Augmentation de la proportion d'aliments ingérés la nuit (plus frais): 40% contre 25%, réduction de la taille des repas à 30°C.

COMCLUSION

Complexité du climat tropical = température élevée, forte hygrométrie et variation jour/nuit de ces paramètres.

Températures élevées: effet globalement négatif

- Performances de croissance du porc: réduction de l'appétit et du gain de poids journalier mais indice de consommation minimal et amélioration de la qualité de la carcasse.

- Dans une moindre mesure, performances de reproduction: même nombre de porcelets vivants et sevrés mais baisse de l'appétit de la truie et de sa production laitière

.Hygrométrie élevée: effet défavorable sur les performances de croissance

.Réduction nocturne de la température ambiante: effet favorable sur les performances de croissance

.Température élevée modifie les besoins alimentaires du porc en croissance: effet positif d'une augmentation de concentration en énergie de ration, accroissement des besoins azotés relativement à l'énergie

LE CLIMAT TROPICAL SERAIT UN FACTEUR LIMITANT DE LA CROISSANCE DU PORC
--

La synthèse bibliographique sur l'alimentation de la truie, du porcelet et du porc charcutier en milieu tempéré sont très largement inspirés des documents suivant:

- *LE DIVIDICH, 1995, PROJET D'APPUI DE LA FILIÈRE PORCINE INTER-CARAIBE A ROSEAU EN DOMINIQUE.*
 - *Alimentation de la Truie, (1991)*
 - *Alimentation du porc charcutier, (1994)*
 - *Alimentation du porcelet, (1992)*
- édités par l'Institut Technique du Porc
149, rue de Bercy, 75595 Paris*

*Les données concernant le milieu tropical sont tirées du document de:
RINALDO.D, 1996, PROJET D'APPUI DE
LA FILIÈRE PORCINE INTER-CARAIBE A ROSEAU EN DOMINIQUE*

2 ème partie

Les ressources alimentaires en milieu tropical

Les sources d'énergie

A- LES CÉRÉALES ET LEUR SOUS-PRODUITS

Aliments essentiellement énergétiques, les céréales sont très riches en matière sèche, composée avant tout d'amidon. Cet amidon est d'une digestibilité élevée ne nécessitant pas de traitements spéciaux tels que la cuisson pour être utilisé parfaitement. L'énergie peut être encore quelque peu accrue par une faible proportion de matières grasses.

Par contre, les céréales sont relativement pauvres en matières azotées (10 % environ) et celles-ci sont déficientes quant à certains acides aminés essentiels comme la Lysine et le tryptophane ou la méthionine à un degré moindre.

En ce qui concerne les matières minérales, les céréales sont caractérisées par un déséquilibre phosphocalcique très important au détriment de ce dernier élément. On notera que le phosphore se trouve pour un tiers engagé dans les phytates dont on dit souvent qu'ils sont inutilisables.

En fait, l'utilisation digestive du phosphore phytique approche 40 % chez le porc (contre 70 % pour les phosphates) et la rétention tissulaire est de 60 % du phosphore absorbé (contre 75 % avec du phosphate). En gros, le phosphore phytique est deux fois moins utilisé par le porc que celui des phosphates.

On retiendra néanmoins qu'une ration riche en céréales doit être complétée en calcium.

Les céréales sont pauvres en vitamines à quelques exceptions près (Carotène pour le maïs jaune) et elles contiennent peu de cellulose, mais avantage considérable, elles sont de conservation facile. (SERRES.H, 1989).

Cependant, les céréales à grains ont dans les zones tropicales, un rôle moins important qu'en régions tempérées. Peu d'entre elles sont adaptées au climat tropical et les petites quantités produites sont surtout réservées à l'alimentation humaine.

En ce qui concerne leur utilisation en alimentation porcine, les céréales sont une excellente source d'énergie pour le porcelet sevré (9-25 kg). Un régime simplifié peut contenir 60-70 % d'une céréale. Le porcelet sevré favorise bien les aliments riches en céréales à condition que la complémentation en azote et surtout en Lysine soit convenable. Un rapport Lysine/énergie digestible de 3,7 est souhaitable. (GÖHL.B, 1982).

D'un point de vue statistique, les 3 principales céréales seraient le maïs, le sorgho et le riz.

Production de céréales

Culture	Surface (x 1000 ha)	Productions (1000 T)	Rendement (Kg/ha)
Maïs	132986	490624	1503
Sorgho	46902	68901	1469
Riz (Paddy)	144675	465975	3221

Source: MINISTÈRE DE LA COOPÉRATION, 1991, *Mémento de l'agronome*

Produit: MAIS

MATIERE PREMIERE

énergétique

☒

azotée

☐

cellulosique

☐

Origine

Adapté et perfectionné dans la zone tempérée, le maïs demeure une plante d'origine tropicale et il réussit partout où le sol et la pluviométrie le permettent.

C'est la source énergétique la plus largement utilisée en Afrique. Il est considéré comme deuxième céréale en ce qui concerne l'alimentation animale, aussi bien en France que dans la CEE.

Composition chimique et valeur nutritive (g/kg)

Référence	ITP PORFAL 1991		INRA 1989		
Type de produit					
Matière sèche	860		860		
Matière minérale	15		13.5		CUD
Matière grasse	40		42		80%
Matière azotée totale	90		90		78%
Cellulose brute	22		22		35%
Extractif non azoté	695		690		94%
N.D.F	90		90		
Amidon	605		605		
Calcium	0.1		0.1		
Phosphore (digestible)	2.7	(0.4)	2.7		16%
Acides gras					
Acide linoléique	19		18.9		
Acides aminés (digestibles)					
Lysine	2.5	(1.4)	2.5	(1.4)	56%
Acides aminés soufrés	4.0	(3.0)	3.9	(2.9)	
* Méthionine	1.8	(1.5)	1.9	(1.6)	82%
*Cystine	2.0	(1.5)	2.0	(1.4)	70%
Thréonine	3.3	(2.2)	3.2	(2.0)	62%
Tryptophane	0.6	(0.3)	0.6	(0.3)	48%
Energie digestible (ED) kcal	3400		3400		
Energie nette (EN) kcal					
EN 6	2730		2730		
EN 19	2690		2700		

Caractéristiques

Les grains de maïs ont une grande appétence et une grande valeur énergétique. La lysine et le tryptophane en sont respectivement les premier et deuxième acides aminés limitants dans l'alimentation des porcs. L'huile de maïs risque, à forte concentration dans une alimentation restreinte, de provoquer l'apparition de graisses molles dans l'organisme. (CHABEUF.N, 1991).

Le maïs est également pauvre en certains oligo-éléments et vitamines (niacine indispensable) mais il contient une bonne source de biotine et de caroténoïdes. (FEKETE J, CASTAING J et al, 1982).

Les caractéristiques du maïs sont stables. Les taux d'humidité à la récolte nécessitent le séchage, l'inertage ou l'ensilage des grains broyés. (ITP, édition 1991)

Utilisation du maïs dans l'alimentation porcine

Le maïs est distribué aux animaux et en particulier aux porcs sous forme d'épis entiers immatures et non fécondés avant la récolte.

Les sous-produits, dérivés du traitement des grains pour la consommation humaine, notamment le son, la farine des germes, les semoules, ect., ont une forte teneur en fibres et une faible valeur énergétique, mais peuvent néanmoins être utilement ajoutés à l'alimentation des porcs.

A-Maïs en grain

Il est très apprécié et convient à tous les animaux d'élevage. De haute valeur énergétique, il est pauvre en fibres et en sels minéraux. Comme pour la plupart des céréales, sa teneur en protéines est faible et leur valeur biologique est médiocre. Ces déficiences devront être corrigées par des compléments appropriés de manière à valoriser de façon optimale sa haute valeur nutritive.

a - Chez le porcelet

La valeur d'utilisation d'ensilage de maïs grain ou de maïs grain rafle (M.G.R), pour l'alimentation des porcelets entre 9 et 25 kg a été étudiée dans quatre essais (2736 porcelets) avec des maïs de différentes récoltes (1982, 1983 et 1984).

Sur l'ensemble des quatre essais, 14 aliments expérimentaux ont été utilisés dont 3 aliments à base de maïs grain sec, 4 aliments à base de maïs grain humide et 7 aliments à base de maïs grain rafle. Les aliments à base d'ensilage se caractérisent par des taux d'humidité variant de 28 à 35p. cent qui nécessitent de prendre quelques précautions à l'utilisation pour éviter tout échauffement. Au cours de ces essais, il a été possible, à partir d'une préparation tous les deux jours, d'assurer une alimentation à volonté en distribuant les aliments frais en trois ou quatre fois dans la journée tout en évitant l'accumulation au fond des nourrisseurs.

L'utilisation d'ensilage de **maïs grain humide** (M.G.H), par rapport à la moyenne des résultats obtenus avec le maïs grain sec, a conduit à une consommation et à une croissance légèrement supérieure de 2.0p. cent. L'indice de consommation est identique.

Avec l'utilisation de **maïs grain rafle** contenant 90p. cent de la rafle de l'épi (M.G.R. «90»), la consommation des porcelets est supérieure de 2.0p. cent à celle observée avec le maïs grain humide et de 4.0p.cent à celle observée avec le maïs grain sec. La vitesse de croissance est intermédiaire, inférieure de 1.0p. cent à celle du maïs grain humide et supérieure de 1.0p.cent de celle du maïs grain sec. L'indice de consommation est en moyenne dégradé de 3.0p.cent par rapport au maïs grain, qu'il soit conservé sec ou humide. (CASTAING. J, COUDURE.R et al, 1987)

En ce qui concerne la finesse de mouture, nécessaire pour améliorer la digestibilité du maïs chez les porcelets, en raison de leur insuffisance dentaire, le tableau qui suit montre que la mouture grossière n'apporte rien, on peut en faire l'économie.

Tableau 1: Influence de la finesse de mouture sur la digestibilité du maïs

	Teneur en matière sèche %	Digestibilité de la MO %	PB digestibles %
Grains entiers	88.6	84.2	84.3
Grains moulus grossièrement	88.9	85.2	84.7
Grains moulus finement	88.0	89.6	97.9

Source: SERRES H.1982 «Précis d'élevage du porc en milieu tropical». MINISTERE DE LA COOPERATION ET DU DEVELOPPEMENT.

En effet, la dégradation d'indice avec le maïs grain rafle est liée à l'augmentation de la teneur en cellulose. Ainsi, pour une augmentation de la teneur en cellulose d'un gramme, l'indice de consommation augmente de 0.1p. cent.

En conclusion, il est possible d'alimenter les porcelets (9 à 24 kg) à volonté, au nourrisseur, avec un aliment dont l'humidité est élevée (38%).

La valeur alimentaire du maïs grain sec et du maïs grain humide est identique.

La récupération de la rafle en mélange avec le grain (Maïs Grain Rafle) conduit à une matière première cellulosique dont la valeur alimentaire diminue avec l'augmentation de la teneur en cellulose. (ITCF, Rapport 1984)

b - Chez les porcs charcutiers

Chez les porcs charcutiers, les ensilages de maïs sans rafle ou avec 50% de rafle donnent les mêmes vitesses de croissance et les mêmes indices de consommation. Avec 90% ou 100% de la rafle, les performances diminuent de 4.9 et 7.4% ($P= 0.03$) et les indices de consommation sont pénalisés de 6.4 à 10.2% ($P< 0.01$) La qualité des carcasses est très légèrement améliorée par la présence de rafle (+ 1% de muscles, réduction de l'adiposité et meilleure note de classement commercial) (ITCF, Rapport 1984).

En ce qui concerne l'effet de la teneur en rafle, les expériences montrent que la consommation des porcs recevant des ensilages avec rafle est supérieure de 10% à celle des porcs recevant le maïs grain humide. Les vitesses de croissance des différents lots sont identiques (écarts inférieurs à 1%). L'indice de consommation augmente avec le pourcentage de rafle: + 8.9% avec le maïs grain rafle (MGR 70), +10.9% avec (MGR 90) et +11.6 avec l'épis entier. (*CASTAING J COUDURE R et al 1985*)

c - Chez la truie

Le maïs utilisé comme céréale unique dans des régimes gestante et allaitante ne permet pas d'obtenir des résultats équivalents à ceux obtenus avec un régime plus diversifié (tab 2).

Tableau 2: Influence du maïs comme seule céréale en gestation et en lactation sur les performances de reproduction

	Maïs-Orge	Maïs
Nés totaux/portée	10.9	10.8
Sevrés/portée	9.12	8.7
Poids naissance	1.36	1.32
Poids sevrage	7.00	6.77
Portées sevrées/truie	2.71	2.68

CASTAING.J, COUDURE.R et al, 1988

L'utilisation de maïs humide peut s'envisager dans l'alimentation de la truie en gestation et en lactation. Ainsi, les performances des truies alimentées avec 70% de maïs grain humide entier inerté (M.G.H.E), de maïs sec ou de blé en gestation et en lactation ont été mesurées. Tous les aliments renferment 8% d'avoine, 9% de tourteau de tournesol sont incorporés dans les deux régimes secs. Le taux de cellulose brute de 39g/kg du régime humide (MGHE) atteint alors 52g/kg dans les régimes secs. Les apports quotidiens en énergie, lysine et méthionine, sont identiques pour les trois traitements. Au total 256 truies Large White, puis 260 croisées (Lw x LF) ont été mises en expérience. Les truies sont alimentées en farine humidifiée à l'auge, à l'attache sans paille et elles ont sevré 1701 portées.

Cet essai avait pour but de comparer les performances de truies Large White et Croisées alimentées avec 70% de maïs grain humide entier inerté à 30% d'humidité par rapport à du maïs séché à la récolte ou du blé. Le bas niveau de cellulose (39g/kg de C.B.) du MGHE associé avec 8% d'avoine est augmenté (52g/kg de C.B) dans les deux traitements secs par l'incorporation de 9% de tourteau de tournesol.

Avec le **maïs grain humide entier inerté (M.G.H.E.)**, le niveau de consommation en lactation n'apparaît pas suffisant, principalement chez les primipares croisées. Leur état d'engraissement jugé insuffisant au sevrage a nécessité des apports nutritionnels supplémentaires dès le début de gestation suivante pour 27% d'entre elles. Cet effet n'apparaissait pas avec du maïs grain humide broyé à la récolte et ensilé chez la truie Large White (*CASTAING et al 1993, cité par CASTAING. J, CAMBEILH. H 1996*) La consommation annuelle d'aliment par truie est la plus faible (1094 kg) pour une évolution pondérale des truies semblable aux deux autres traitements (-5kg au 4ème sevrage). Les truies ne sont pas plus constipées que celle des deux traitements secs plus cellulosiques. Avec ce traitement l'élimination plus fréquente dès le 2ème cycle conduit à sevrer moins de portées par cochette introduite: 3.2. La bonne prolificité obtenue avec ce régime, 12.0 nés totaux, s'accompagne d'une mortalité accrue des porcelets atteignant 20.6%.

Elle est principalement observée dans les 48 heures pour cause de morts-nés à la mise bas et de porcelets chétifs. Par contre les écrasements sont moins nombreux. La même croissance des porcelets en maternité, gain moyen quotidien de 214g, conduit à des performances au sevrage identiques aux deux autres traitements (9.5 porcelets par portée et 23.2 par an, soit 170kg de poids par porcelets). (CASTAING. J, CAMBEILH. H, 1996).

Avec le **maïs sec**, la consommation annuelle par truie est réduite de 1.8% comparativement au blé: 1124 kg. Les truies déposent plus de gras en gestation qui est davantage mobilisé en lactation. Les truies présentent la meilleure longévité (3.5 portées par truie). L'intervalle de sevrage-saillie fécondante est plus court (6.9 jours). Moins de troubles de reproduction sont observés avec ce régime. La mortalité des porcelets, 19.7% intervient plus tardivement (après 48 heures) et plus fréquemment pour cause d'écrasement. Le nombre de nés totaux, égal au M.G.H.E, est légèrement supérieur au blé: 12.0 porcelets. Les performances au sevrage sont identiques à celles des deux autres traitements (9.5 porcelets par portée, 23.2 par an et 173kg de poids de porcelets). (CASTAING. J, CAMBEILH. H, 1996).

En conclusion, l'utilisation en gestation et en lactation de maïs grain humide entier inerté (MGHE) avec 8% d'avoine correspondant à un aliment à 39g de C.B./kg apparaît possible. La comparaison est réalisée par rapport à des régimes secs à base soit de maïs soit de blé où il a été incorporé 9% de tourteau de tournesol pour obtenir des aliments à 52g de C.B. par kg.

Les truies du régime humide, M.G.H.E., ne sont pas plus constipées malgré le taux de cellulose inférieur. Les performances numériques des truies et pondérales des porcelets sont identiques à celles obtenues avec les deux céréales sèches. (ETIENNE. M, 1985-1987).

B-Son de maïs

Nous ne disposons pas d'informations en ce qui concerne le son de maïs à l'exclusion de quelques données chiffrées à sa composition chimique (Tab 3).

Les renseignements que nous avons recueillis concernent «la semoule de maïs», sous-produit issu de la mouture à sec composé de son et de germes. Il est apprécié par tous les animaux d'élevage. Sa valeur alimentaire est voisine de celle de grains entiers mais il est plus gras en raison de la proportion importante de germes et tend également à ramollir la graisse du porc s'il entre en proportion importante dans leur alimentation. La semoule de maïs est souvent désignée abusivement sous le nom de «son de maïs» appellation qui devrait être réservée aux enveloppes de grains, à l'exception des germes. La comparaison des compositions chimiques de la semoule de maïs et du son fait apparaître des valeurs sensiblement identiques avec toutefois une légère supériorité du son de maïs quant à la teneur en protéines. Au vu des valeurs rapportées qui sont très similaires, on peut supposer qu'il s'agit dans les deux cas de semoule de maïs. (GÖHL B, 1982)

C-Farine de maïs

Bien que ce sous produit ne soit pas mentionné par les agronomes et les observateurs des modes d'alimentation porcine, La farine d'épis de maïs peut être retenue dans la mesure ou elle exige une technologie de transformation très peu élaborée et donc aisément accessible aux paysans.

Ce produit est fabriqué par mouture des épis non régénérés, dont les grains constituent 80% du poids. La mouture de l'ensemble de l'épis y compris les spathes donne la farine d'épis. Il est nécessaire que cette farine soit bien sèche sinon elle est susceptible de moisir en milieu chaud.

Tableau 3: Composition chimique du son et de la farine de maïs

Caractéristiques	En g/100 g de produit brut							
	MS	PB	CB	MM	MG	AMID	Ca	P
Son de maïs	90.7	8.1	8.05	2.8	-	-	-	0.05
Son de maïs	90.5	10.7	9.6	2.2	10.2	67.3	0.02	0.4
Farine de maïs	90.3	9.3	9.3	2.8	-	-	-	0.56
Farine de maïs	90.4	11.0	traces	2.3	6.4	74.2	0.02	0.33

NB: Les valeurs mentionnées dans le tableau correspondent aux résultats d'analyse d'échantillons de farine de maïs et de son de maïs réalisés par le laboratoire de la FAMV (Faculté d'Agronomie et de Médecine Vétérinaire du port au prince).

Limites maximales d'incorporation

Caractéristiques (En% de l'aliment)	TYPE D'ALIMENT					
Matières premières	Porcelet 1er âge	Porcelet 2ème âge	Porc	Futur reproducteur	Truie gestante et verrat	Truie allaitante
Maïs grain rafle	40	NL	NL	50	50	50
Maïs grain ensilé ou inerté	0	NL	NL	50	50	50
Maïs grain rafle	0	NL	NL	50	50	50

Source: ITP-ITCF-AGPM, 1994, «TABLES D'ALIMENTATION POUR LES PORCS»

D'après ce tableau, on remarque que le maïs en grain peut constituer la seule céréale dans les régimes porcelets deuxième âge et porcs (NL: non limité)

Pour les porcelets premier âge, son utilisation est déconseillée car la matière grasse du maïs est constituée essentiellement d'acides gras non saturés. Ce produit est susceptible à forte dose de donner une graisse trop moelle. (ITCF, Rapport 1985)

Stockage et conditions d'utilisation

On constate quelquefois, la présence accidentelle dans le maïs de toxines fongiques, principalement la zéaralénome, l'aflatoxine et l'ochratoxine. La récolte en zone humide et la conservation en crib sont les facteurs les plus favorables au développement des micro-organismes responsables du fusarium produisant la zéaralénome.

Celle-ci est surtout connue pour avoir une influence néfaste sur la productivité des truies, dès lors qu'elle est présente au taux de 3 ppm.

Donc la récolte du maïs devrait faire l'objet de soins. On se rappellera que le tarage avant stockage est une sage précaution. La ventilation de la masse stockée est nécessaire. (INRA, 1989).

Contrôles à effectuer

Matière sèche.

En cas de conservation douteuse ou de symptômes spécifiques (gonflement de la vulve), arrêter la distribution de l'aliment et rechercher la présence de zéaralénome. (ITP, édition 1991)

Production de maïs 1985

Continents	Surface x1000 ha	Production x 1000 ha	Rendement Kg/ ha
Afrique	21036	31624	1503
Océanie	131	541	4130
Asie	35226	91498	1503
Total mondial	132986	490155	3686

Source: MINISTERE DE LA COOPERATION, 1991, «Mémento de l'agronome».

Produit: Sorgho

MATIERE PREMIERE

énergétique ☒

azotée ☐

cellulosique ☐

Origine

Originnaire de l'ancien monde, (probablement d'Éthiopie), cette céréale est actuellement répandue dans l'ensemble de la zone intertropicale et largement dans les régions tempérées. Sa récolte est possible dans les régions de faible pluviosité ou encore en pays tropical à saison de pluie assez longue, après première culture de maïs.

Cette culture est actuellement en progression avec presque uniquement du sorgho sans tanin.

Composition chimique et valeur nutritive (g/kg)

Référence	ITP PORFAL 1991	INRA 1989 Avec tanins	
Type de produit			
Matière sèche	860	860	
Matière minérale	16	16.5	CUD
Matière grasse	31	30	82%
Matière azotée totale	99	100	78%
Cellulose brute	26	30	55%
Extractif non azoté	688	683	96%
NDF	-	98	
Amidon	600	568	
Calcium	0.3	0.4	
Phosphore (digestible)	3.0 (0.5)	3.4 (0.5)	16%
Acide gras			
Acide linoléique	13.5	13.5	
Acides aminés digestibles			
Lysine	2.2 (1.6)	2.3 (1.7)	75%
Acides aminés soufrés	3.4 (2.8)	3.3 (2.7)	
*Méthionine	1.6 (1.4)	1.6 (1.4)	87%
*Cystine	1.8 (1.4)	1.7 (1.3)	76%
Thréonine	3.2 (2.5)	3.3 (2.6)	78%
Tryptophane	1.0 (0.8)	0.9 (0.7)	77%
Energie digestible (ED) Kcal	3300	3060	
Energie nette (EN) Kcal			
EN 6	2700	2420	
EN 19	2590	2400	

Caractéristiques

Le sorgho a une composition chimique intermédiaire entre celle du maïs et celle du blé. Les extractifs non azotés sont constitués en majeure partie par de l'amidon. Le contenu en cellulose est relativement faible. La valeur énergétique est égale à celle du blé, les teneurs en acides aminés sont encore plus faibles que celles du maïs. (ITP, édition 1991).

L'alimentation animale constitue le principal débouché du sorgho, mais les industriels considèrent cette céréale comme une matière première hétérogène et ne l'incorporent qu'en quantité limitée dans les aliments destinés aux porcs.

Cette limite du développement de l'utilisation du sorgho en alimentation animale est due à sa teneur en tanins qui diminue sa valeur alimentaire. La teneur en tanins est un caractère actuellement variétal, elle se situe entre 1 et plus de 10 g par kg de matière sèche. (PEREZ JM, BOURDON D, 1984)

Cependant la sélection récente de nouvelles variétés pauvres en tanins (0 à 4g/kg de MS) ou moyennes (5 à 10g) peut relancer cette production qui présente par ailleurs des avantages agronomiques dans certaines régions.

Reste à signaler que la majorité des variétés de sorgho sélectionnées en France ont des teneurs faibles en tanins. Les variétés à teneur élevée (plus de 10g/kg) sont en voie de disparition. (FEKETE J, CASTAING J, 1987).

Utilisation du sorgho dans l'alimentation porcine

Avec des compléments convenables, le sorgho en grain constitue une alimentation excellente pour tous les animaux d'élevage qui l'acceptent volontiers même s'il est en général moins appétissant que le maïs.

Plusieurs expériences permettent de conclure que les porcs tirent un meilleur profil des grains de sorgho que les bovins.

Toutes les variétés de sorgho, l'hybride y compris, peuvent servir à la nourriture des porcs avec d'excellents résultats qu'il s'agisse de porcs à l'engrais comme des cochons de lait ou des gorettes d'élevage. (PEREZ JM, BOURDON D, 1984).

Si le sorgho peut être consommé sous forme de grains par les porcs sans effets préjudiciables, c'est toutefois sous forme de son qu'il est distribué aux animaux dans la majorité des pays tropicaux et plus particulièrement en Haïti. Le son de sorgho constitue en effet avec le son de maïs la principale formule d'utilisation des céréales localement. (GÖHL B, 1982).

a- Pour porcelets sevrés

Pour les porcelets sevrés, les références sont peu nombreuses. NOLAND et al (1976), cité par FEKETE et CASTAING, (1987), obtiennent de moins bonnes performances avec un sorgho riche en tanins qu'avec un maïs malgré une consommation journalière plus élevée de l'aliment avec du sorgho. La comparaison de trois lots de sorghos à teneur croissante en tanins (MYER et GORBER 1985, cité par FEKETE et CASTAING 1987), montre une diminution significative de la vitesse de croissance avec les deux sorghos les plus riches. La détérioration de l'indice de consommation avec le lot de sorgho le plus riche en tanins est liée à l'augmentation de la consommation des porcelets (différences significatives) par contre, (MITARI et al 1984, cité par FEKETE et CASTAING 1987), ont observé des performances voisines avec deux lots de sorghos à teneur faible ou moyenne en tanins. (FEKETE.J, CASTAING.J 1987).

Comparaison de deux variétés de sorgho: «**Argence**» et «**NK 12**».

Trois lots de 168 porcelets Large White, sont conduits en flat-deck (loges de 7 animaux) du sevrage (6.7kg, 28 jours) au poids vif de 24.3 kg à 67 jours. Pendant les 11 jours suivants le sevrage, ils reçoivent l'aliment premier âge distribué sous la mère.

Céréales	Maïs	Sorgho Argence	Sorgho NK 121
Maïs (10.1% MAT/MS)	61.0		
Sorgho Argence (12.2% MAT/MS)		61.0	
Sorgho NK 121 (11.7% MAT/MS)			61.0
Tourteau de soja	34.8	34.8	34.8
CMV	4.2	4.2	4.2
Caractéristiques par kg à 87%MS			
Matière azotée totales (g)	215	221	219
Energie digestible (Kcal)	3310	3270	3180
Lysine/Energie (g/Mcal ED)	3.58	3.48	3.53
Consommation d'aliments à 87% MS (kg /j) (P=0.29)	0.94	0.94	0.95
Indice de consommation (P= 0.17) Gain de poids vif (g/j)	1.80	1.81	1.83
Gain de poids vif (g/j)	524	517	520
Indice de consommation énergétique (kcal/gain PV)	5.96	5.91	5.82

Source: ITCF - Rapport 1986

Les deux variétés de sorgho diffèrent par leurs teneurs en tanins:

Argence = 1.4 g/kg MS

NK121=7.2 g/kg MS

Les valeurs énergétiques retenues pour la formulation sont de 3870 kcal d'ED pour «**Argence**» et 3720 kcal d'ED/kg MS pour «**NK121**».

$$ED \text{ (kcal)} = 3908 - 26.3 \text{ tanins (g/kg MS)}.$$

Les résultats zootechniques tendent à montrer que ces valeurs sont sous estimées et que le sorgho «**Argence**» est identique au maïs alors que le sorgho «**NK 121**» a une valeur énergétique inférieure à 2% seulement et non à 5% à celle de maïs.

Les trois aliments expérimentaux à base de maïs ou de sorgho présentent le même équilibre lysine sur énergie (3.5 - 3.6 g de lysine par Mcal d'ED). Les sorghos se substituent au maïs et conduisent à des formules moins riches en énergie digestible (-40 kcal avec «**Argence**», -130 kcal avec «**NK 121**»).

Les aliments sont distribués en farine, à volonté au nourrisseur. (ITCF, Rapport 1986).

Les résultats montrent que le régime à base de sorgho «**Argence**» est consommé comme le régime à base de maïs. Les porcelets ont la même vitesse de croissance et l'indice de consommation est très légèrement détérioré. (+1.7% non significatif). (ITCF, Rapport 1986).

En conclusion, les sorghos à teneurs en tanins faibles «Argence» ou moyennes «NK 121» permettent des performances très proches à celles du maïs.

Cependant, une teneur en tanins de 10 g tend à détériorer la vitesse de croissance des porcelets et l'efficacité alimentaire du régime. (FEKETE J, CASTAING J, 1987).

b- Pour porcs charcutiers

Comparaison d'un sorgho pauvre en tanins au maïs

Deux lots de 48 porcs, répartis en loges collectives de 8 animaux, avec alimentation individuelle, sont engraisés de 22.2 kg à 103 kg de poids vif.

L'alimentation témoin est constituée de maïs (75%), de tourteau de soja (21.4%) et de CMV (3.6%); Il apporte 2.5 g de lysine pour 100 kcal d'ED. Dans le régime expérimental, le sorgho remplace le maïs.

Les rations sont distribuées en farine humidifiée, à l'auge, en fonction d'un plan de rationnement. Le sorgho utilisé est un sorgho «**Argence**» pauvre en tanins: 0.2%MS. Il est supposé avoir la même valeur énergétique que le maïs. (3950 kcal/KG MS)

Maïs (10% MAT/MS)	75	
Sorgho(11.6% MAT/MS)		75
Tourteau de soja « 50 » (56.9% MAT/MS)	21.4	21.4
CMV	3.6	3.6
Matières azotées totales (g/kg MS)	197	209
Lysine (g/kg MS)	9.5	9.3
Energie digestible (g/kcal)	3830	3830
Lysine / Energie digestible (g / 100 kcal)	2.48	2.43
Gain de poids vif (g / j)	764	764
Consommation d'aliments (87% MS)		
- par animal et par jour (kg)	2.20	2.19
- par kg de gain de poids vif (kg)IC	2.87	2.85
Rendement (%)	77.0	76.8
Pourcentage de muscle (%)	49.2	50.2
Epaisseur du lard (mm)	23.6	23.1
Note de classement	1.64	1.79

Source: ITCF, Rapport 1984

Les résultats montrent que les performances obtenues avec le sorgho «Argence», à faible teneur en tanins, (0.2% MS), permettent de lui attribuer la même valeur énergétique qu'au maïs. Ceci est contradictoire avec les mesures d'énergie digestibles obtenus par l'INRA, ((3908 kcal)-(263 x % tanins/MS)).

Les vitesses de croissance sont identiques avec le maïs et le sorgho «Argence», il en est de même des indices de consommations.

Les performances d'abattage (rendement, % du muscle, épaisseur de lard) sont très proches avec les deux aliments. (ITCF, Rapport 1984).

Limites maximales d'incorporation

Caractéristiques (En % de l'aliment)	TYPE D'ALIMENT					
Matières premières	Porcelet 1er âge	Porcelet 2ème âge	Porcs	Futur reproducteur	Truie gestante et verrat	Truie allaitante
Sorgho (0% tanins)	0	NL	NL	50	50	40

Source: ITP-ITCF-AGPM, 1994

Le sorgho (même à 0% de tanins) n'est pas recommandé dans l'alimentation des porcelets de premier âge étant donné que chez ces animaux, un apport suffisant en lysine revêt une importance capitale pour leur développement.

Pour les sorghos riches en tanins, très peu de données sont disponibles concernant l'effet de cette molécule sur le processus de digestion chez le porcelet. Cependant, toutes ces données montrent que la présence de tanins entraîne un gaspillage des constituants du régime alimentaire et notamment de l'azote.

En effet, Les porcelets de premier âge sont connus pour avoir un tractus digestif immature et une capacité de biosynthèse des enzymes pancréatiques limitée.

Une comparaison de trois lots de sorgho à teneur croissante en tanins montre une diminution significative de la vitesse de croissance avec les deux sorghos les plus riches. La détérioration de l'indice de consommation avec le lot de sorgho le plus riche en tanins est liée à l'augmentation de la consommation des porcelets.

Le mécanisme le plus important semble être associé à la formation de complexes avec les protéines alimentaires avant leur digestion par les enzymes pancréatiques ou un blocage partiel de l'activité de celle-ci dans l'intestin grêle.

De plus, on peut supposer une interférence sur l'absorption intestinale des peptides et acides aminés qui entraîne une réduction de la digestibilité et en conséquences des pertes importantes d'azote. (LIZARDO R, PEINIAU Jany et al, 1992)

Il n'a pas été observé des limites d'incorporation de grains de sorgho dans les régimes des porcelets de deuxième âge même pour les sorghos riches en tanins.

Les expériences ont montré que pour trois régimes différents, un régime témoin à base de maïs, un deuxième à base de sorgho à 0.16% et un troisième à base de sorgho 0.43% de tanins, les performances de croissance sur l'ensemble de la période gain moyen quotidien, consommation journalière d'aliments et indice de consommation ont été similaires pour tous les régimes.

Ces résultats peuvent amener à conclure que le sorgho peut être utilisé au même taux que le maïs dans les régimes des porcelets et des porcs

Stockage et conditions d'utilisation

En cours de conservation, le sorgho est soumis aux attaques des insectes classiques des denrées stockés: L'emploi de sacs de matière plastique, en présence d'un fumigant (tetrachlore de carbone) est recommandée au niveau du stockage paysanal.

Etant généralement récolté à la fin de saison des pluies, ou au début de la saison sèche, le sorgho ne pose pas de problèmes spéciaux de séchage ce qui en facilite le stockage et la conservation.

(MINISTERE DE LA COOPERATION 1991, « Mémento de l'Agronome »).

Contrôles à effectuer

Matière sèche

Moisissure: conservation. (ITP, Edition 1991)

Production de sorgho en 1986

	Production en 1000 t	Rendement en kg/ha	Surface 1000ha
Afrique	12133	705	17182
Amérique du nord et centrale	29253	3716	7871
Amérique du sud	6139	2827	2172
Asie	19524	1048	18638
Reste du monde	1872		1039
Monde	68901	1469	46902

Source: MINISTERE DE LA COOPERATION 1991, « Mémento de l'Agronome ».

Produit: Son de blé

MATIERE PREMIERE

énergétique ☒

azotée ☒

cellulosique ☒

Origine

Sous produit de meunerie, obtenu lors de la fabrication de la farine de blé, il présente 16% du grain d'origine. La distinction entre son fin et son gros est liée à la dimension des particules.

Composition chimique et valeur nutritive (g/kg)

Référence	ITP PORFAL 1991		INRA 1989		
Type de produit			Fin	Gros	
Matière sèche	870		870	870	
Matière minérale	58		56	58	CUD
Matière grasse	40		40	40	58%
Matière azotée totale	150		150	147	61%
Cellulose brute	85		96	106	20%
Extractif non azoté	537		528	519	64%
NDF	400		400	461	
Amidon	165		165	165	
Calcium	1.4		1.3	1.4	
Phosphore (digestible)	12 (3.6)		12 (3.6)	13	30% 20%*
Acides gras					
Acide linoléique	19		19	19	
Acides aminés (digestibles)					
Lysine	5.7 (3.5)		5.6 (3.5)	5.5	62%
Acides aminés soufrés	4.8 (3.2)		5.0 (3.3)	4.9	
* Méthionine	1.9 (1.3)		2.0 (1.4)	2.0	71%
* Cystine	2.9 (1.5)		(3.0) (1.6)	2.9	53%
Thréonine	5.2 (2.9)		5.4 (3.0)	5.3	56%
Tryptophane	2.5 (1.6)		2.4 (1.6)	2.4	66%
Energie digestible (ED) kcal	2620		2450	2300	
Energie nette (EN) kcal					
EN6	1510		1490	1460	
EN19	1700		1570	1460	

* Après granulation

ED kcal/kg MS = 4347-13.7 CB (g/kg MS)

Caractéristiques

Les sons ont une teneur en cellulose élevée, peu digestible, qui a un effet dépressif sur l'utilisation digestive de l'azote et limite sa valeur énergétique. Ils contiennent plus de protéines que le blé (15% contre 11%), ainsi que d'acides aminés.

C'est une source importante de phosphore essentiellement sous forme phytique et faiblement disponible mais riche en phytases dont l'effet est bénéfique à l'utilisation du phosphore phytique des matières premières. (ITP, Edition 1991).

En général, le phosphore phytique, pour être absorbé par l'animal, doit être hydrolysé par une ou plusieurs enzymes: «La phytase» qui est présente dans certaines céréales et pas dans d'autres.

La phytase du blé est connue depuis fort longtemps. Elle a été isolée et caractérisée à partir de sources différentes: blé, maïs, orge, riz, triticales, haricots. Cette activité augmente ou, apparaît lors de la germination. Mais elle est absente dans la plupart des grains au repos (POINTILLAIT A et al, 1985-1994).

Les phytases végétales sont actives à un pH acide voisin de 5 et à une température optimum 50°C environ, assez élevée pour une enzyme.

La perte de l'intégrité structurale du grain peut modifier son activité phytasique. Le grain moulu possède une activité phytasique plus importante que le grain entier. Aussi l'action conjuguée d'air chaud (60%), et saturé d'humidité peut hydrolyser jusqu'à 30% des phytates du blé. (SIMOES NUMES. C, 1993)

L'utilisation de sons en tant que source de phytase peut conduire à une amélioration de l'hydrolyse (et donc de la digestibilité) des phytates des autres composants du régime et notamment, du maïs (FOOURDIN Annie, CAMUS Pierrette et al, 1988).

En effet, le son de blé peut contenir de 1 à 4 UI de phytase/g de produit et le son de seigle davantage (8 UI/g). Ainsi, pouvait-on espérer, en incorporant un pourcentage limité de son, obtenir une meilleure valorisation du phosphore végétale des régimes «porcs» (habituellement les 2/3 de P total ingéré). (FOURDIN Annie, CAMUS Pierrette et al, 1988).

D'autre part, un bon son doit être largement poudré de farine et de se présenter sous forme de gros flocons, secs et non adhérents. C'est un aliment non volumineux qui peut servir à alléger les mélanges denses. Il a un léger effet laxatif dû en partie au fait que ces fibres sont peu digestibles. (GÖHL B, 1982).

Utilisation du son de blé dans l'alimentation porcine

Le son de blé est particulièrement indiqué pour l'alimentation animale en raison de son appétibilité, de sa bonne valeur nutritive et biologique, ainsi que pour son action bienfaisante sur les fonctions digestives. L'emploi du son est particulièrement indiqué pour les cochons de lait et les gorettes d'élevage, c'est à dire chez des animaux qui doivent développer leur squelette et leur tube digestif, en ayant soin d'équilibrer la ration avec des aliments riches en calcium.

a- Chez les porcelets

Nous ne disposons pas d'informations concernant l'utilisation du son de blé dans l'alimentation des porcelets premier et deuxième âge.

Cependant, plusieurs auteurs ont testé, sur porcelets sevrés entre 10 et 25 kg des aliments simples: «blé-tourteau de soja-CMV». Ces régimes comportent 61% à 65% de blé. Ils sont formulés de façon à obtenir un rapport lysine sur énergie digestible de 3.6 à 3.9 g par Mcal (mégacalorie = 1000 Kcal).

Ils sont distribués à volonté au nourrisseur, en farine sèche ou en granulés. Les performances obtenues sont présentées dans le (tab.1) et concernent plus de 300 porcelets Large White pour l'aliment en farine et plus de 400 pour celui en granulés:

Tableau 1: Performances moyennes des porcelets avec des aliments «blé-tourteau de soja-CMV» (aliments à volonté).

Présentation de l'aliment	Farine sèche	Granulé
Consommation (kg/j)	1.09	1.03
Indice de consommation	1.94	1.76
Croissance (g/ j)	560	586

Les aliments à base de blé sont bien consommés par les porcelets et les performances obtenues sont élevées: 590g de croissance journalière et un indice de consommation journalière de 1.8 avec un aliment granulé. 560 g de croissance journalière et un indice de consommation de 1.9 avec un aliment en farine. (ITCF, Rapport 1988)

Une comparaison du blé avec une autre céréale, le maïs, a été effectuée dans neuf essais regroupants 3900 porcelets (tab.2). La consommation est identique avec le blé et le maïs. Les vitesses de croissance sont voisines. L'indice de consommation est légèrement plus faible avec le maïs.

Tableau 2: Comparaison Blé-Maïs dans les aliments pour porcelets sevrés

Céréale	Maïs	Blé
Consommation (kg/j)	100	100
Indice de consommation	98	100
Croissance	101	100

Nous pouvons donc conclure, qu'il n'y a pas de limite physiologique à l'utilisation du blé et, conseiller son emploi massif dans les aliments pour porcelets sevrés. (ITCF - Rapport 1988).

LAVOREL O et FEKETE J, 1984, ont montré que le blé peut être distribué aux porcelets dès sa récolte. En effet, des essais conduits au cours de deux campagnes successives avec 480 porcelets ont montré qu'il n'y a pas d'inconvénients à leur distribuer des aliments à base de blé fraîchement récolté (5 à 18 jours après la moisson), lorsque la céréale est conservée dans de bonnes conditions (tab 3).

En particulier, l'état sanitaire des porcelets et leur comportement ne sont pas affectés. Ces résultats sont à mettre en relation avec la ventilation correcte appliquée au blé frais.

En pratique, pour éviter tout risque d'échauffement des grains, il faut les ventiler aussitôt après la récolte et ne pas les broyer trop longtemps avant l'utilisation par l'animal.

Tableau 3: Comparaison de blé fraîchement récolté et du blé à la récolte précédente

Blé	Stocké 1 an	Frais récolté
Consommation (kg/j)	100	98
Indice de consommation	100	102
Croissance (g/j)	100	97

b- Chez les porcs en croissance

Les possibilités de digestion du son de blé et particulièrement de la cellulose varient en fonction de l'âge et s'améliorent avec l'âge. A 3-4 mois, le coefficient de digestibilité de la matière sèche est minimum. Ce coefficient diminue quand on augmente le pourcentage de cellulose de l'aliment.

Progressivement, de 4 à 7 mois, ce coefficient augmente. Cette augmentation doit être reliée à l'adaptation progressive à une meilleure digestion de la cellulose.

A 3-mois, celle-ci est plus faible du fait du développement incomplet du caecum et d'une faible activité microbienne. (PAPAILHAU Jean-Luc, 1987).

c- Porc en finition

L'incorporation d'une certaine proportion de son de blé est intéressante à considérer d'une part pour un bon compromis entre croissance et coût économique, d'autre part pour le rendement et la qualité des carcasses. (PAPAILHAU Jean-Luc, 1987).

Quelques essais ont été réalisés sur l'incorporation du son fin de blé dans l'alimentation du porc en finition. Nous pouvons notamment faire part ici des résultats de deux expérimentations conduites au centre de Recherches Agronomiques Antilles-Guyane en Guadeloupe. Les deux études ont pour objet de préciser l'effet d'une introduction massive (de 15 à 90%) de son fin de blé sur les performances du porc à partir de 60kg de poids vif. Les animaux soumis à l'expérimentation étant de race Large White. Le matériel animal est composé de 28 animaux qui reçoivent jusqu'à la mise en lot, à 60kg environ de poids vif, un aliment de croissance à base de maïs-soja. Puis ils sont répartis en 4 lots identiques en poids et affectés individuellement à l'un des régimes expérimentaux décrits dans le tableau ci-dessous, contenant entre 15 et 90% de son. (GÖHL B, 1982)

Tableau 4: Composition des régimes

Régime	1	2	3	4
Son fin de blé	15.0	30.0	45.0	90.0
Maïs	71.0	58.0	45.0	3.0
Tourteau de soja «50»	7.0	5.0	3.0	0.0
Prémélange (1)	7.0	7.0	7.0	7.0
Matière azotée (Nx 6.25) p100	16.2	16.1	16.1	17.4

(1): Prémélange azoté, minéral et vitaminique.

Les performances animales et résultats de croissance obtenus sont les suivants:

Tableau 5: Résultats de croissance et de consommation. (poids moyen initial: 61 Kg, final: 97 Kg, 7 animaux par lots)

Régime, p 100 de son	1	2	3	4	Signification statistique SX ⁽¹⁾	
Gain moyen ((g/j)	<u>660</u>	<u>660</u>	<u>679</u> ⁽²⁾	512	36.4	(15)
Consommation d'aliments (Kg/j)	<u>2.49</u>	<u>2.52</u>	<u>2.53</u>	<u>2.19</u>	0.11	(0.11)
Indice de consommation	<u>3.61</u>	<u>3.81</u>	<u>3.74</u>	4.28	0.15	(10.8)

(1): Écart type de la moyenne entre parenthèses coefficient de variation p.100.

(2): Seuls les moyens non réunis par un trait sont significativement différentes au seuil 0,05.

Ces résultats montrent qu'une incorporation de son de blé jusqu'à 45% dans les aliments du porc en période de finition n'a pas d'influence notable sur les performances de l'animal (croissance et indice de consommation).

En outre, on observe que la concentration énergétique de la ration, consécutive à l'incorporation du son, n'est pas compensée par une augmentation de la consommation d'aliments; au contraire, celle-ci diminue même au taux le plus élevé de son (90p100). L'augmentation du volume de la ration dû à l'incorporation de fortes quantités de son de faible densité permet d'expliquer ce résultat.

La faible variation de l'indice de consommation entre 15 et 45% de son suggère que le gain de poids vif/1000 kcal digestible augmente avec la proportion de son dans le régime.

En ce qui concerne les caractéristiques de la carcasse, on remarque une diminution du rendement, parallèlement à l'augmentation du taux de cellulose ce qui constitue un résultat classique. (GÖHL B, 1982)

En définitive, le son fin de blé peut être incorporé jusqu'à 45p100 dans les aliments sans conséquences défavorables sur les performances du porc en période de finition.

D- Truie en fin de gestation

Le son de blé est utilisé chez les truies juste avant et après la mise bas car il est nécessaire d'avoir une alimentation réduite en quantité et d'encombrement important tout en ayant un effet laxatif pour prévenir la constipation.

YONG et KING (1981) ont choisi 64 truies au premier et au troisième oestrus et nourries pendant la gestation avec un régime comprenant des issues de blé en granulés ou du tourteau de soja. Cet essai a été conduit 25 jours après l'insémination et pendant 3 gestations et lactations.

- Les femelles recevant des issues de blé absorbent moins d'énergie digestible pendant la gestation, pèsent moins au 109^{ème} jour de gestation et au 1^{er}, 7^{ème} et 21^{ème} jour de lactation.

- A la naissance, les porcelets sont en nombre identique dans les deux cas d'alimentation mais plus légers lorsque les mères sont nourries avec des issues de blé.

Par contre, le nombre de porcelets sevrés à 21 jours est supérieur dans ce cas. La complémentation de ces issues avec 7ppm de sélénium pourrait être un des facteurs de cette amélioration mais la raison exacte n'est pas clairement définie. (YONG LG et KING GL, 1981)

Des études menées par BAKER DH et al (1974) confirment cette augmentation du nombre de porcelets sevrés.

- Le retour en chaleur, plus lent après sevrage des truies recevant des issus de blé pourrait être dû au moindre apport énergétique pendant la gestation et au nombre de petits sevrés plus important, diminuant les réserves en énergie.
- Les porcelets de mères alimentées au tourteau de soja sont plus gros à la naissance ainsi qu'au sevrage, ceci pouvant s'expliquer par le nombre inférieur de porcelets sevrés. (BAKER.DH, HARMON.BG et al, 1974).

Ces résultats montrent que l'utilisation du son de blé comme céréale unique pendant la gestation est sans incidence sur les performances des porcelets mais entraîne des réformes moins importantes que pour des truies nourries avec du tourteau de soja.

Limites maximales d'incorporation

Caractéristiques (En % de l'aliment)	TYPE D'ALIMENT					
	Porcelet 1er âge	Porcelet 2ème âge	Porc	Futur reproducteur	Truie gestante et verrat	Truie allaitante
Son de blé	0	5	5*	10	15	15

* Jusqu'à 15% dans le cas d'un régime simple (monocéréale).

Source: (ITP-ITCF-AGPM, Rapport 1991).

Chez les porcelets, il est souhaitable de ne pas incorporer du son de blé dans leur alimentation en raison du développement incomplet de leur caecum ainsi que d'une faible activité microbienne.

Pour le porc en croissance, des études de plusieurs auteurs concordent pour considérer 15 à 20% de son comme un maximum acceptable.

A plus de 20% de son, on obtient une baisse statistiquement significative du gain moyen quotidien, liée à un abaissement de la digestibilité de la ration ainsi qu'à une chute de la qualité protéique de la ration. A 20% de son de blé, l'indice de consommation se détériore d'environ 10% (PAPAILLHAU Jean-Luc 1987).

Pour le porc en finition, on note une chute significative du gain moyen quotidien lorsque le pourcentage de son de blé est supérieur à 27% en période de finition. (LATIMIER M et POINTILLART A, 1993).

Contrôles à effectuer

Matière sèche

Matière azotée totale

Cellulose brute. (ITP, édition 1991).

Problèmes liés à l'alimentation du son chez le porc

Plusieurs travaux ont permis de déterminer les besoins en calcium et phosphore des porcs ainsi que des truies

Tableau 6: Recommandations alimentaires en Ca et P du porc en croissance.

Poids (kg)	5	10	20	35	50	70	100
GMQ (g)	250	350	500	600	750	800	900
Aliment (MS)	0.35	0.6	1.1	1.6	2.1	2.5	2.8
Ca (g/j)	4.5	7.0	10.5	15	20	21	24
P (g/j)	3	5	8	9.5	11	12	14

Tableau 7: Recommandations alimentaires en Ca et P des truies.

	Besoins d'entretien et 2/3 gestation	Dernier 1/3 gestation	Lactation
Poids (kg)	130-180	160-200	140-180
GMQ (g)	400-300	250-200	
Aliments (MS)	2.5	2.5	4.5-5.0
Ca (g/j)	16-17.5	23-26	34-41
P (g/j)	9	12-14	22-27

Le rapport phosphocalcique alimentaire doit être voisin de 1.5 dans l'alimentation du porc. Donc l'utilisation intensive de son de blé est source de déséquilibre minéral (rapport phosphocalcique inférieur à 1).

Ce déséquilibre minéral est souvent mise en cause comme facteur de rhinite atrophique. (PAPAILHAU Jean-Luc, 1987).

D'autre part, le son de blé contenant très peu de calcium par rapport au phosphore, prédispose fortement le porc au rachitisme. (POINTILLART A, 1994).

Cependant, il en reste des cas où l'incorporation de taux supérieurs de son se justifie d'un point de vue économique.

Ainsi l'implantation d'une meunerie en Guadeloupe a permis d'assurer une production importante d'issues et notamment de son de blé. Ce son est intéressant en raison de sa disponibilité et de son coût qui, exprimé par 1000 kcal digestibles est largement compétitif avec les céréales importées. De plus en raison de sa teneur en protéines, le son fin peut constituer pour les Antilles une source avantageuse en protéines. (PAPAILHAU Jean-Luc, 1987).

Stockage et conditions d'utilisation

- Éviter les stockages de longue durée compte tenu des risques d'échauffement du produit et de rancissement des graisses.
- Si les sons sont livrés en sacs en plastiques, les ouvrir dès leur arrivée pour éviter la condensation.
- Veiller à l'apport de calcium lors de l'introduction de taux importants de son pour les reproducteurs. (ITP, Edition 1991).

Produit : Riz

MATIERE PREMIERE

énergétique

☒

azotée

☐

cellulosique

☐

Origine

Originaire des pays asiatiques, (Inde, chine), le riz est devenu la céréale la plus importante du monde. C'est la nourriture de base d'une plus grande partie de l'humanité.

Composition chimique et valeur nutritive (g/kg)

Référence Type de produit	INRA 1989 Riz Paddy	INRA 1989 Son de riz	INRA 1989 Farine basse
Matière sèche	870	900	890
Matière minérale	45.3	107	86.0
Matière grasse	21.0	138	146
Matière azotée totale	80.0	128	133
Cellulose brute	86.0	116	67.0
Extractif non azoté	637	411	458
NDF	170		
Amidon	418		204
Calcium	0.5	0.7	0.4
Phosphore	2.6	14.0	13.0
Acides aminés			
Lysine	2.8	5.6	5.5
Acides aminés soufrés	3.5	4.2	5.6
*Methionine	1.6	2.2	2.7
*Cystine	1.9	2	2.9
Thréonine	2.8	4.4	4.8
Tryptophane	0.90	1.3	1.3
Energie digestible (kcal/kg)	2750	2800	3320
Energie métabolisable (kcal/kg)	2685	2705	3215
CUDA des protéines	66		77

Caractéristiques

Le riz Paddy ou grain entier entouré de ses enveloppes, tel qu'il est obtenu après le battage, représente une teneur élevée en cellulose et en silice. Ce riz est très dur et abrasif. (GÖHL. BO, 1982).

Le riz cargo ou riz brun, débarrassé des glumes et glumelles mais non blanchi, autrement dit décortiqué mais encore vêtu de son péricarpe contient 14 à 18% d'huile. Celle-ci est extractible et le son déshuilé ne rancit pas, contrairement au son non déshuilé que l'on peut donc difficilement stocker. Le rancissement est dû à une enzyme lipolytique présente dans le son, qui est activé par le blanchiment et provoque l'augmentation rapide de la teneur d'huile en acides gras libres. La teneur en acides gras libres du son de riz étuvé est inférieure à 3% immédiatement après le blanchiment et augmente à raison d'environ 1% par heure.

Le riz cargo est en général supérieur au riz paddy car il contient moins de silice et de fibre, et il est plus riche en protéines et en vitamines que le riz poli. (GÖHL. BO, 1982).

Le son de riz est un aliment moins intéressant que le son de blé en raison de sa teneur en fibre plus élevée (de l'ordre de 20%) et de son contenu en protéines brutes significativement plus faible. (de l'ordre de 10%). (POND WG, 1984).

Les farines basses de riz, ou farines de cônes ou issues de blanchiment ou polissures sont, en général, constituées par les sons provenant du dernier cône et par l'espèce de farine qui se dépose dans les machines à blanchir et à glacer.

Dans leurs compositions chimiques, les polissures se différencient du son fin (provenant des premières opérations de blanchiment) par leur contenu en matières grasses et en cellulose qui est inférieur tandis que la valeur alimentaire est supérieure.

La composition chimique des polissures varie dans de vastes limites, selon la provenance et le rendement en produits commerciaux, c'est à dire d'après le degré de décortilage du riz paddy et le pourcentage des composants ajoutés.

Les polissures auront une composition qui se rapprochera plus ou moins du son, selon qu'elles proviennent surtout des couches périphériques ou des dernières opérations de raffinage de l'amande farineuse.

Les polissures de riz sont riches en vitamines du groupe B.

Tableau 1: Teneur en vitamines des polissures de riz

	mg/kg de matière sèche
Thiamine	22.0
Riboflavine	2.20
Niacine	330.0
Biotine	0.57
Pyridoxine	20.00
Acide pantothénique	33.30
Acide folique	1.92
Acide p; aminobenzoïque	0.73
Inositol	4336.00
Choline	1020.00

Source: (GÖHL B, 1982)

Utilisation du riz dans l'alimentation porcine

A- Le son de riz

Le son de riz est du point de vue alimentaire, le sous produit le plus intéressant de l'usinage de riz. Mélangé avec juste mesure à d'autres aliments, il peut être donné à tous les animaux domestiques quelle que soit leur destination économique.

Il est très apprécié par les animaux d'élevage et constitue une bonne source de vitamines B Il est consommable pour tous les animaux , à condition de tenir compte de sa teneur en huile. (POND WG, 1984).

Un mélange de son, de farine basse et de fines brisures peut avoir une valeur énergétique proche de 3000 kcal s'il est exempt de balles. Par contre, la présence de celles-ci fait diminuer la teneur en énergie d'un pourcentage identique à celui de leur taux d'incorporation. (GUERIN.H, RASAMBAINARIVO.J.H, et al 1989).

Le son vierge peut servir comme ingrédient dans les rations destinées aux porcs surtout dans les mélanges pour les goretts d'élevage ainsi que dans les mélanges pour les truies qu'elles soient ou non gestantes.

Le son de riz serait également indiqué pour l'alimentation des porcs à l'engrais, mais son contenu élevé en matière grasse agit défavorablement sur la qualité du lard. (GÖHL. BO, 1982).

B- Farines basses

Les farines basses de riz, plus riches en amidon que le son de décortiquage, sont tout à fait indiquées pour être introduites dans les mélanges destinés aux animaux à l'engrais: bovins et porcs. Même dans l'alimentation des vaches laitières, on peut employer les farines basses de riz sans aucun danger pour les caractéristiques fourragères du lait. (GÖHL. BO, 1982).

Les farines basses de riz sont sans aucun doute un des meilleurs sous produits du riz et celui qui s'adapte le mieux à l'alimentation des porcs, à cause de la faible teneur en cellulose et du contenu élevé en hydrates de carbones nobles

Comme ces farines sont pauvres en cellulose, on peut s'en servir dans les mélanges destinés aux cochons de lait et aux truies, pourvu qu'elles soient associées à des aliments plus riches en protéines avec du lait écrémé ou du petit-lait. On n'en donnera qu'en faibles quantités aux porcelets en raison des risques de diarrhée. (POND WG, 1984).

On conseille également des farines de riz dans l'alimentation des porcs à l'engrais

Limites maximales d'incorporation

Caractéristiques (en % de la ration)	TYPE D'ALIMENT					
	Porcelet 1er âge	Porcelet 2ème âge	Porcs	Futur reproducteur	Truie gestante et verrat	Truie allaitante
Son de riz	30	30-40	15-20	20 ¹	20 ¹	20 ¹
Farine basse	10	10	40 ²	30	30	30

Source: (GÖHL. BO, 1982).

Pour les porcelets 2ème âge, il ne faut pas dépasser 30 à 40 % pour éviter le ramollissement des graisses, et diminuer cette quantité lors des dernières semaines d'engraissement. (GÖHL. BO, 1982).

(1): Les recommandations en ce qui concerne l'introduction de son de riz dans les rations d'engraissement. divergent. Selon certains auteurs, on peut le faire entrer en mesure limitée dans les mélanges pour porcs au début de l'engraissement (15 à 20 %) et il doit être complètement éliminé de la ration des porcs en finition.

Les recommandations de la F.A.O en ce qui concerne les porcs à l'engraissement sont plus élevées. Il ne faut pas dépasser 30 à 40% pour éviter le ramollissement des graisses et diminuer cette quantité lors des dernières semaines d'engraissement.

(2): On conseille les farines basses de riz dans l'alimentation des porcs à l'engrais. Au début, la dose peut être de 40%. On la diminuera progressivement pour atteindre à la fin de l'engraissement 20 à 25% et cela pour éviter d'avoir des carcasses trop huileuses.

Production de riz 1985

Continents	Surface x 100ha	Production x1000ha	Rendement kg/ ha
Amérique du nord et centrale	1914	9027	4717
Amérique latine	6122	14348	2344
Asie	129977	427537	3289
URSS	667	2600	3898
Europe	388	2087	5379
Afrique	5467	9483	1735
Océane	140	893	6378
Total mondial	144675	465975	3221

Source: MINISTERE DE LA COOPERATION-1991 «MEMENTO DE L'AGRONOME »

B- FRUITS

Rares sont les fruits et les légumes cultivés uniquement pour les animaux. Dans beaucoup de pays, les fruits tiennent néanmoins une place importante dans l'alimentation animale. Les écarts de triage ainsi que les fruits en excédent sur le marché et les déchets et résidus des usines de conditionnement peuvent être utilisés à cet effet. Certains de ces sous produits sont devenus des composants classiques des aliments du bétail. Lorsque de grandes quantités de déchets végétaux s'accumulent en peu de temps, il peut s'avérer rentable de les conserver. On a le plus souvent recours à l'ensilage ou à la déshydratation.

Dans la plupart des milieux, un maximum de 4 espèces coexiste. Mais dans les zones où l'élevage porcin prédomine, on peut trouver jusqu'à 8 à 10 espèces fruitières, soit en l'occurrence: les manguiers, les avocatiers, les arbres à pain, les palmistes, les bananiers, les oranges sûres, les corosoliers, les goyaviers et les caïmitiers.

Tous les fruits ne revêtent pas la même importance quantitative dans le plan de rationnement suivant les agrosystèmes dans lesquels on se situe et selon le rôle alimentaire qui leur est attribué.

Dans les agrosystèmes où ils sont utilisés massivement (agrosystèmes de mornes et de moyenne altitude, à charge humaine relativement faible), les fruits constituent la source principale des apports de matière sèche, dont ils représentent 63 à 83% suivant qu'il s'agit d'un porcelet ou d'un porc à l'engrais. En revanche, en zone d'altitude où les tubercules prédominent, ils ne représentent plus que 35% des quantités de MS distribuées aux porcs, leur part relative tombe à environ 20% des apports dans les zones de plaines avec arbres fruitiers où l'alimentation repose principalement sur les céréales. (Maïs-Sorgho).

Dans les agrosystèmes basés sur les arbres fruitiers, 3 espèces sont les plus représentées: manguiers, avocatiers, et goyaviers. Les mangues constitueront l'alimentation de base pendant une période qui pourra s'étendre sur 4 mois comprenant d'une part la distribution en avril-mai de fruits entiers, d'autre part en juin-juillet l'utilisation de noyaux. C'est à partir du mois d'août et surtout en septembre-octobre, que se situe la pleine production d'avocats et de goyaves. Ces deux fruits riches en graisse et en sucres sont destinés à l'engraissement des animaux.

Deux autres espèces, palmistes et orangers sûres presque toujours présents jouent également un rôle important dans l'alimentation.

Les palmistes présentent la particularité de produire à deux saisons différentes, en octobre et en mars-avril. Ces fruits particulièrement riches en lipides serviront de ration d'engraissement. Si en octobre, les grains de palmistes peuvent faire double emploi avec l'avocat, pour les exploitations bien pourvues en avocatiers, c'est surtout en mars-avril qu'elles font véritablement office d'aliments pour engraissement précoce.

Les oranges sûres quant à elles sont disponibles en grandes quantités et de part leur production étalée dans le temps (novembre à mars), elles permettent d'assurer une alimentation de soudure, à fort encombrement, durant la période creuse.

Le tableau ci dessous présente le calendrier alimentaire des fruits pouvant être incorporés dans la ration des porcs en milieu tropical (plus particulièrement pour les caraïbes).

	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jt	A
Mangues									*		**	
Bananes												
Avocats												
Goyaves												
Oranges												
Palmistes												
Canne à sucre												
Fruits à pain					2			1		2	1	

* fruits entiers

** utilisation des noyaux

1- Zone de plaine

2- Zone de montagne

Le calendrier alimentaire tel qu'il est pratiqué dans les agrosystèmes à arbres fruitiers permet de distinguer 3 phases dans l'engraisement de porcs:

- Une phase de pré-engraisement: d'Avril à Juillet, à base de mangues (fruits entiers en Avril-Mai, noyaux en Juin-Juillet). S'y ajoutent les graines de palmistes, disponibles également en grandes quantités à cette époque de l'année.

- Une deuxième phase qui s'étend de Novembre à Mars et que l'on peut qualifier de période de soudure. C'est en effet la saison la moins fournie en fruits, et il faut attendre le mois de décembre pour bénéficier de la production d'oranges amères qui se poursuit jusqu'en février. Les oranges amères auront pour principal effet d'empêcher ou de limiter les pertes de poids.

- Une troisième phase qui se situe en septembre et octobre, moins de prédilection pour l'engraisement des porcs, en raison de l'abondance en avocats, graines de palmistes et goyaves, riches en graisses et en sucres. L'importance relative de chacun de ces fruits dans la ration varie en fonction des quantités disponibles.

On notera également que les pelures de bananes font partie intégrante de la ration de porc à l'engrais, pendant la quasi - totalité de l'année.

En ce qui concerne les autres systèmes de production, où l'élevage de porc est secondaire (mornes d'altitudes et de plaines) comportant quelques espèces fruitières, les ressources en fruits se résument aux pelures de mangues, de bananes et aux fruits à pain (fruits entiers et pelures) et éventuellement à quelques quantités minimales d'avocats et mangues.

En définitive, compte-tenu des différences de disponibilités existantes, il paraît opportun d'établir une classification des espèces fruitières qui tienne compte de leur fréquence et de leur part relative dans l'alimentation des porcs.

On peut aussi dissocier les espèces fruitières en 3 groupes, la classification adaptée ci-dessous incluant également les fruits utilisés comme légumes:

❶- Espèces fruitières fréquentes:

Manguiers, avocatiers, orangers sûrs (oranges amères), bananiers.

❷- Espèces fruitières moyennement fréquentes:

Palmistes, arbres à pain

❸- Espèces faiblement représentées à rares:

Goyaviers, corossoliers, caimitiers, ananas, papayers.

Cette classification reste indicative car la fréquence de chaque espèce varie suivant les zones.

PRODUIT: BANANE

MATIERE PREMIERE

énergétique

☒

azotée

☐

cellulosique

☐

Origine

Les bananiers cultivés actuellement proviennent de bananiers sauvages, à graines présentes en Extrême-Orient (d'Inde, aux Philippines au nord, de Malaisie au nord, Australie au sud), Les cultivas ou bananiers cultivés se sont répandus en toutes zones intertropicales humides et chaudes. (MINISTERE DE LA COOPERATION., 1982)

Composition chimique et valeur nutritive (g/kg)

Référence	INRA 1989		
Type de produit	Banane		
	verte ensilée	verte entière	Mûre entière
Matière sèche	290	210	220
Matière minérale	11.0	10.0	11.0
Matière grasse		30	20
Matière azotée totale	15.0	12.0	13.0
Cellulose brute	15.0	60	8.0
Extractif non azoté		179	192
N.D.F	42.0	16.0	23.0
Amidon	206	154	15.0
Calcium			0.1
Phosphore			0.3
Acides aminés (digestibles)			
Lysine		0.5	0.6
Acides aminés soufrés		0.3	0.3
* Méthionine		0.1	0.1
* Cystine		0.2	0.2
Tryptophane			
Thréonine		0.4	0.5
Energie digestible (Kcal/Kg)		670	750
Energie métabolisable (Kcal/Kg)		670	750
CUDA des protéines			30

Caractéristiques

La banane présente 4 caractéristiques majeurs:

- Une teneur en eau élevée (70 à 80%) qui en fait un aliment encombrant.
- Une faible teneur en matières azotées totales ($N \times 6.25$) qui sont en outre déficientes en lysine et en acides aminés soufrés (2.3 à 2.9 g/16 g d'N).
- La fraction minérale est pauvre en minéraux essentiels (Ca et P) mais riche en K.
- C'est un aliment énergétique dont la matière sèche est constituée principalement d'amidon (70% et plus) qui lors du mûrissement se transforme en glucides simples. (GÖHL B, 1982).

Ces caractéristiques font de la banane un aliment:

- A faible teneur en matière sèche (aliment encombrant)
- Faiblement énergétique (effet favorable du mûrissement)
- Pauvre en protéines
- Très astringente à l'état vert (tannins actifs, libres)
- Très appétente à l'état mûre (tannins condensés, sucres)

Source: «Quelques aspects de l'utilisation de la banane par le porc». LE DIVIDICH, 1995. COMPTE RENDU DU TROISIEME COMITE INTER-CARAIBE A ROSEAU EN DOMINIQUE.

Utilisation de la banane dans l'alimentation porcine

L'utilisation de la banane en alimentation animale a jusqu'à présent été quelque peu délaissée, sans doute parce que l'homme est son consommateur privilégié, mais certainement aussi parce que son intérêt dans ce domaine n'a été que rarement souligné.

Or, il convient d'observer à ce propos, que selon l'institut français de recherches fruitières d'outre-mer (IFAC), pour chaque tonne de banane conditionnée et exportée sur le marché mondial des fruits, environ 750 kg sont rejetés, soit parce qu'ils sont excédentaires, soit parce qu'ils sont inutilisables. Cette masse représente de 10 à 20% de la production totale.

D'autres chiffres sont encore plus significatifs comme en témoigne le tableau ci-dessous, extrait de l'annuaire de la production de la CAO

	Dans le monde	En équateur
Surface plantée (ha)	1 843 000	
Production totale T	28 400 000	3 000 000
Exportation et consommation T	8 400 000	1 450 000
Déchets T	20 000 000	1 550 000
	soit 60 à 70% de la production	soit plus de 50%

Source: «Utilisation de la banane en alimentation animale». Compte-rendu de la 3ème Conférence de l'Association pour la Coopération des recherches bananières aux Antilles et en Amérique tropicale, Hôtel Méridien- Fort de France, Martinique - 20-25, 05, 1974.

Sur une production mondiale totale de 36 millions de tonnes de bananes (FAO, 1975), on peut estimer que de 7 à 10 millions de tonnes (20 à 30%) pourraient être récupérées annuellement pour l'alimentation animale. Mais une grande quantité de ce tonnage est à l'heure actuelle pratiquement perdue ou utilisée de façon très empirique.

A- Banane fraîche

Les bananes sont utilisées principalement pour l'alimentation des porcs qui s'en régaler lorsqu'elles sont mûres. La digestibilité de la matière organique des bananes vertes pour les porcs est de 70% pour le fruit vert entier, de 90% pour le fruit vert pelé, et davantage encore pour les bananes mûres. C'est pourquoi il vaut mieux les laisser mûrir avant de les donner aux porcs. Toutefois, absorbées en trop grande quantité, elles peuvent provoquer des diarrhées, et les porcs ainsi alimentés ont des carcasses plus maigres. On laisse en général les porcs consommer les bananes *ad libitum*, en leur donnant en plus environ 1.2 kg de concentré (20 à 22% de protéines brutes). (GÖHL.B, 1982).

La composition en acides aminés (g/16g N) de la banane comparée à d'autres produits tropicaux donne les résultats suivants:

Analyses	Patate douce fraîche	Igname frais	Manioc frais	Banane fraîche	
				immature	mûre
Arginine	5.7	8.4	7.1	5.4	5.7
Cystine	1.1	1.3	1.4	1.4	1.7
Histidine	1.8	2.4	1.6	6.3	8.2
Isoleucine	4.0	3.6	3.2	2.8	3.4
Leucine	5.6	6.5	6.1	5.1	6.6
Lysine	4.2	4.8	4.8	4.6	4.7
Méthionine	1.7	1.4	0.9	1.1	1.2
Phénylalanine	4.9	4.2	3.5	2.9	3.6
Thréonine	5.4	4.0	3.6	3.1	3.7
Tyrosine	3.1	4.2	2.7	2.6	2.9
Valine	5.2	4.5	4.4	3.6	4.5

Source: LE DIVIDICH, 1995. MINISTERE DE LA COOPERATION - Projet d'APPUI A LA FILIERE PORCINE INTER-CARAIBE. - COMPTE-RENDU DU TROISIEME COMITE INTER-CARAIBE A ROSEAU EN DOMINIQUE.

Ce tableau montre que l'utilisation de la banane dans les régimes pour porcs nécessite une double complémentation: - azotée
- énergétique

Ainsi, la banane fraîche constitue pour le porc un aliment encombrant, de faible valeur énergétique (environ 700kcal d'ED/kg, soit environ 20% de celle du maïs), et qui en outre entraîne une diminution de la digestibilité de l'azote totale de la ration. Il en résulte que la digestibilité de la banane est, soit négative (banane verte), soit très faible (banane mûre). (tab 2). (CERNING-BEROARD.J, LE DIVIDICH.J, 1976)

Tableau 2: Digestibilité apparente et teneur en énergie digestible de la banane fraîche pour le porc

	Banane vert crue	Entière cuite	Pulpe de banane verte	Banane mûre entière
Coefficient de digestibilité			%	
Matière sèche	^a 83.5	^b 87.9	^b 88.6	^b 89.5
Matière organique	^a 84.2	^b 88.6	^b 89.1	^b 90.1
Energie	^a 79.5	^b 84.3	^b 85.5	^b 85.5
Azote	^a 19.0	^b 26.4	^a 1.6	^b 38.4
Energie digestible			kg/kcal	
Matière sèche	3181	3439	3440	3327
Produit frais	674	743	1021	722

a, b : les moyennes affectées du même exposant ne diffèrent pas au seuil $P < 0.05$

Au vu des résultats des expérimentations conduites par le CRAAG, les régimes à base de banane fraîche compléments par un aliment concentré azoté aboutissent à des performances zootechniques toujours inférieures aux lots témoins (nourris à base d'un aliment complet ou d'un mélange maïs-soja). A titre d'exemple, on retiendra des écarts de GMQ entre le lot témoin et les animaux nourris à base de banane crue et de banane mûre variant respectivement entre 27 et 20%. Parallèlement, l'indice de consommation croît respectivement de 22.5 et 17.7%.

B - Banane ensilée

La banane se prête bien à l'ensilage en raison de sa teneur élevée en glucides fermentiscibles. Une difficulté importante réside cependant dans la conservation d'un produit dont la teneur en matière sèche est comparable à celle d'une betterave riche en eau (20 à 25% de MS), mais beaucoup plus facilement dégradable compte-tenu des conditions climatiques et tropicales.

Toutefois, d'après les travaux conduits ces dernières années en Guadeloupe, on peut affirmer qu'en prenant les précautions pratiques nécessaire à la réussite de tout ensilage (tassement, herméticité, écoulement des jus), on obtient un produit dont la qualité au désilage est chimiquement acceptable et cela sans additif.

*- chez le porc en croissance-finition

Des travaux conduits en Guadeloupe montrent que l'ensilage de banane est très bien accepté par le porc en croissance-finition.

D'après les données rapportées dans le tableau ci dessous, il apparaît que, malgré un effet dépressif sur la digestibilité de la ration, l'ensilage de banane verte a une valeur alimentaire voisine de celle du produit frais. Les performances de croissance sont identiques à celles obtenues avec le produit frais alors qu'elles sont inférieures avec l'ensilage de banane mûre.

Tableau 3: Valeur alimentaire de l'ensilage de banane pour les porcs en croissance-finition (30-90 kg de poids vif)

	Ensilage			
	Banane verte fraîche	Banane verte	Banane mûre	Témoin
Aliments offerts				
Porcs 30-90 kg				
Régime témoin ¹	-	-	-	ad libitum
Banane	ad lib	ad lib-	ad lib	-
Porcs 30-50 kg				
Sucre de canne brut (g/j)	400	400	400	-
Concentré ² (g/j)	600	600	600	-
Porcs 50-95 kg				
Concentré ² (g/j)	900	900	900	-
Performances de croissance GMQ (g/j)	^a 432	^a 434	^a 400	¹ 631
Quantité d'aliments ingérés (kg/j)	^a 4.60	^b 3.87	^b 3.93	-
Banane				
Matière sèche totale	1.80	1.88	1.80	2.42
Indice de consommation (kg MS x kg GM)	4.24	4.36	4.48	3.87
Rendement carcasse (%)	^a 69.7	^a 60.7	^a 68.9	^b 71.8
Epaisseur lard dorsal (mm)	^a 23.6	^a 25.8	^a 24.8	^b 30.6
Digestibilité apparente du régime (%)	^a 84.0	^b 80.6	^c 76.6	^b 79.4
Matière sèche				
Azote	^a 73.0	^a 71.1	^B 68.9	^C 83.5

a , b , c , Les moyennes effectuées du même exposant ne diffèrent pas au seuil $P < 0.05$.

¹ Composition (%): orge broyé 70, tourteau de soja (44% MAT) 20: farine de luzerne 5: sels minéraux et vitamines prémélangés 5 - ² composition (%): tourteau de soja (44% MAT) 90: Sels minéraux et vitamines 10.

Source: LE DIVIDICH et CANOPE (1975). Document seminnar on the utilization of local ingredients in animal feedingstuffs, Kingston, Jamaïca.

*- chez la truie en reproduction

La banane verte, fraîche ou ensilée peut constituer un aliment de base pour la truie en gestation. Les travaux de Le Dividich et Canope (tab.4) démontrent que les truies recevant quotidiennement, pendant la période de gestation 1.35 kg de MS (soit environ 6kg de fruit/jour) de banane verte, ou ensilée, ou de farine de manioc dans chaque cas complémentée par 0.5 kg de complément à 40% de matières azotées totales présentent des performances de mise bas relativement similaires.

Tableau 4: Performances de reproduction

Aliments de base	Banane fraîche	Ensilage de banane	Farine de manioc (témoin)
<u>Variations pondérales de la truie</u>			
- Gain net de gestation	27.0	21.0	26.0
- Gain du cycle (kg) 1	-5.0	-9.0	-4.0
<u>Performances de reproduction (par portée)</u>			
* Nb de porcelets sevrés	8.9	9.0	10.2
- Naissance			
*Poids moyen (kg)	1.35	1.42	1.37
*Nb de porcelets sevrés	6.9	6.9	8.0
- 5 semaines			
*Poids moyen (kg)	7.35	7.35	8.80

(1) Poids saillies-Poids après lactation;

Source : LE DIVIDICH et al - *Nouvelles Agronomie Antilles- Guyane* 1,4 1975

Limites maximales d'incorporation

Caractéristiques (en % de l'aliment)	TYPE D'ALIMENT					
	Porcelet 1er âge	Porcelet 2ème âge	Porc	Futur reproducteur	Truie gestante et verrat	Truie allaitante
Matières premières						
Banane mûre	0	0	40-60*	40-60*	75*	0
Banane verte ensilée	0	0	NL	NL	NL	0

*CLAVIJO et MANER, 1974 cité par BONCOMPAGNE.O, 1988.

Il existe deux catégories d'animaux pour lesquels l'utilisation de la banane ne peut être recommandée. En effet, le niveau d'ingestion de la banane est limité par le volume du tube digestif compte tenu de sa forte teneur en eau.

En conséquence, il est peu recommandable d'utiliser la banane chez des animaux dont les besoins d'entretien et de production sont très élevés soit en l'occurrence:

* Aux porcelets: (jusqu'à 30 kg), les facteurs limitants de l'utilisation de la banane par le porcelet étant:

-D'une part l'équipement en enzymes amylolytiques encore insuffisant chez ce dernier

-D'autre part, la teneur élevée du fruit vert en tanins.

* Aux truies en lactation: même complémentées généreusement (1kg de mélasse + 1.5 kg de complément à 40% de matières azotées totales /jour), la distribution de la banane ne permet pas de couvrir tous les besoins énergétiques de la truie en lactation. Les pertes de poids sont très importantes (de l'ordre de 5 à 9 kg) pour qu'on puisse recommander l'utilisation de la banane sans risque

Si l'on veut faire de la banane la base alimentaire, il faut s'attendre à des performances de croissance modérées. En effet, elles peuvent être néanmoins intéressantes si l'on dispose de bananes rebutées à prix très bas. Mais dès que leur prix s'élève, on ne tardera pas à s'apercevoir que leur utilisation en alimentation animale n'a guère d'intérêt. L'utilisation digestive des bananes peut être améliorée par la cuisson. Mais c'est là un coût supplémentaire.

De toute façon, l'alimentation à base de bananes doit être largement complémentée en protéines et minéraux. Le coprah étant produit dans les mêmes régions que la banane, (ou dans des régions voisines), des rations à base de banane-tourteau de coprah ont donné des résultats intéressants, à condition de pouvoir distribuer au moins 1kg de tourteau de coprah par animal et par jour et un peu de farine animale. Là encore on se trouve confronter à des problèmes de coûts de productions. (SERRES.H-1989).

On retiendra donc pour la banane 2 possibilités d'emploi:

-L'une avec les porcs à l'engrais (entre 30 et 95 kg)

-L'autre avec les truies en gestation, les besoins de ces animaux étant relativement faibles avec pour chacune de ces catégories d'animaux des performances techniques très acceptables. (POND.W.G-1984).

C- La banane déshydratée

La composition de la farine de banane est donnée ci dessous:

Tableau 5: Composition et digestibilité de la farine de banane (banane verte desséchée):

	Composition chimique%	Digestibilité %	Substances digestibles %
Matière sèche	88.27	81.92	70.66
Matières organiques	80.02	82.21	65.78
Protéines brutes	4.56	17.30	0.78
Protéines pures	4.35	12.53	0.52
Lipides bruts	1.24	24.52	0.30
Extractif non azoté	70.21	90.38	63.45
Cellulose brute	4.01	31.42	1.26
Cendres	6.25		

Source: PICCINIONI M « Dictionnaire des aliments pour les animaux »

La farine de pulpes de bananes a été testée avec succès dans les aliments de sevrage des porcelets à 5 semaines. Il apparaît que la farine de banane possède pour le porcelet âgé de 5 à 9 semaines une valeur alimentaire comparable à celle de la farine de manioc et permet, incorporée à raison de 50% dans l'aliment de sevrage des performances similaires. (LE DIVIDICH.J et CANOPE.I, 1974).

L'emploi de la farine de banane est cependant limité par les disponibilités généralement réduites et par le prix.

Stockage et conditions d'utilisation

L'irrégularité des approvisionnements en bananes (les contrôles de conditionnement et par conséquent les coupes qui sont fonction du départ des bateaux bananiers), a conduit à envisager la conservation des bananes. La dessiccation au soleil de cossettes donne un produit appétible et de bonne qualité. Malheureusement, la banane est produite dans des climats humides où le séchage au soleil devient aléatoire. La dessiccation artificielle coûte trop chère. On a donc essayé l'ensilage. Les bananes découpées en tranches sont placées dans un silo où l'écoulement des jus doit être bien prévu. Le tassement en trois jours est très fort. L'acidification se fait bien et la stabilisation est obtenue après un délai de 15 jours à 3 semaines. L'ensilage se présente alors sous une forme pâteuse enrichie en matière sèche (28 p 100), les porcs les consomment sans difficulté et sans refus.

La valeur énergétique de la banane peut être améliorée par différents traitements, dont:

a- La cuisson qui augmente considérablement la sensibilité in vitro de l'amidon à l'action de l' α amylase. La cuisson du fruit améliore de manière très significative la vitesse de croissance des porcs et l'efficacité alimentaire des régimes

b- Le mûrissement du fruit, qui atténue l'effet dépressif des tanins. L'existence de certaines substances phénoliques ou tanins, responsables de l'astringence de la banane, est connue depuis longtemps. Ces tanins sont présents dans le fruit vert sous forme de polymères de faible poids moléculaire qui se condensent en polymères de poids moléculaire élevé lors du mûrissement. Dans le même temps, l'amidon est hydrolysé en glucides simples. Or, dans le fruit vert, les tanins faiblement polymérisés se trouvent en grande quantité et peuvent se combiner à la fraction protéique des enzymes et par là inhiber leur activité. ce qui explique la moindre digestibilité du fruit vert. Les tanins jouent un rôle antimétabolique dans la digestion enzymatique chez le porc .

c- L'épluchure du fruit, qui apporte une amélioration de 8 pour cent de l'ED. Mais ce procédé n'est pas intéressant car l'amélioration obtenue est très inférieure à la perte (20 pour cent) de matière sèche qu'il entraîne.

Production de banane (en 1000 t)

	1979-1981	1985
Amérique du nord et centrale	7207	7459
Amérique du sud	11206	12140
Asie	14547	16230
Europe	490	456
Afrique	4735	5047
Océanie	1089	1127
Totale mondiale	39274	42259

Source: Mémento de l'agronome. MINISTERE DE LA COOPERATION 4 ème édition-1993 .

NB: Ce chapitre «Bananier» est très largement inspiré par les données de LE DIVIDIVH, lors du «COMPTE RENDU DU TROISIEME COMITÉ INTER-CARAIBE A ROSEAU EN DOMINIQUE»

DU 22 AU 24 NOVEMBRE 1995

PRODUIT: Mangues

MATIERE PREMIERE

énergétique

☒

azotée

☐

cellulosique

☐

Origine

Le manguiers est originaire d'Asie tropicale. Cette espèce était déjà cultivée par l'homme il y a 4000 ans. Largement diffusée, elle est aujourd'hui cultivée dans tout le monde tropical pour son ombrage et ses fruits, et se rencontre déjà à l'état subspontané.

Ce fruit, très apprécié dans toute l'Afrique occidentale, commence à faire son apparition en Europe.

Composition chimique et valeur nutritive

En Haïti, dans la région de Jérémie, les observations montrent que seules les pelures et noyaux des fruits sont consommées lorsque les mangues sont encore rares. Les porcs bénéficient des fruits entiers pendant le mois d'abondance, soit les mois de juin et juillet en zone de moyenne altitude, et mai et juin en zone de plaine.

	En % de MS							
	MS	PB	FB	MM	EE	ENA	Ca	P
*Pulpes de fruits verts	14.5	2.1	4.1	2.5	5.5	85.5	0.14	0.07
Pulpes de fruits verts	17.7	35.0	1.8	1.8	0.3	60.1	0.21	0.10
Pulpes de fruits mûrs	17.3	5.6	2.2	2.2	0.5	89.4		
Ensilage de mangue	16.0	5.0	16.6	9.2	6.2	63.0	0.18	0.09
Pelures de mangues déshydratées	89.9	5.7	15.5	3.8	2.7	72.4		

Source: GÖHLBO, 1982.

* PICCINIONI, «Dictionnaire des aliments pour bétails».

Caractéristiques

La mangue est un fruit très acqueux. Son intérêt principal réside dans sa teneur élevée en sucres. Les teneurs en celluloses brutes sont très faibles, ce qui constitue un avantage pour son utilisation chez les monogastriques. Pour ce qui est de sa richesse en protéines brutes, les valeurs concernant la pulpe de fruits verts, divergent selon les sources. (Voir tableau ci-dessus). En ce qui concerne la pulpe de fruits mûrs, les sources concordent et indiquent une teneur très faible en protéines brutes (5 à 6%).

Les pelures de mangue déshydratées présentent une valeur alimentaire intéressante. L'énergie digestible et l'énergie métabolisante des pelures de mangues déshydratées s'élèvent respectivement à 3337 et 3165 Kcal/Kg de MS (valeurs calculées pour des porcs). (GÖHL B, 1982)

Utilisation des mangues dans l'alimentation porcine

Les fruits des manguiers sont très appréciés pour les porcs ainsi que les bovins. En revanche, les porcs ne consomment pas les feuilles du manguiier qui seraient en l'occurrence très appréciées des ruminants. (GÖHL B, 1982)

Stockage et conditions d'utilisation

Compte tenu de leur teneur élevée en glucides fermentescibles, les mangues peuvent être conservées sous forme d'ensilage. Les fruits sont ensilés au stade vert, coupés en tranches et, de préférence additionnés de 1% de sel. L'ensilage est stocké dans des fosses de 1.50m³ revêtues de larges feuilles verts et recouvertes des mêmes feuilles puis de terre.

L'altération de l'ensilage peut constituer dans les zones où la production est effectivement importante en saison, une solution intéressante pour subvenir aux besoins des porcs en période de soudure. (GÖHL B, 1982)

PRODUIT: Orangers

MATIERE PREMIERE

énergétique

☒

azotée

☐

cellulosique

☐

Origine

Les agrumes sont originaires du sud-est asiatique (Chine du Sud, Vietnam, Assam et nord de la Birmanie) mais les formes anciennes des citrus n'ont pas été retrouvées.

A partir de ces régions, ils ont été diffusés dans tous les continents entre l'équateur et les latitudes 40°-54° Nord et Sud. Les climats qui règnent dans les zones de grande culture (entre les latitudes 25° et 40°) sont sensiblement différents de ceux des centres d'origine. (MINISTERE DE LA COOPERATION, 1993, «Mémento de l'agronome»).

Composition chimique et valeur nutritive (g/kg)

Référence	INRA
Type de produit	1989
	Agrumes (pulpes déshydratées)
Matière sèche	900
Matière minérale	54.5
Matière grasse	30.0
Matière azotée totale	60.0
Cellulose brute	120
Extractif non azoté	641
N.D.F	210
Amidon	
Calcium	21.0
Phosphore (digestible)	1.2
Acides aminés (digestibles)	
Lysine	2.5
Acides aminés soufrés	1.0
* Méthionine	0.6
*Cystine	0.4
Thréonine	2.1
Tryptophane	0.6
Energie digestible (ED) kcal	2900
Energie métabolisable(Kcal/kg)	2855
CUDA des protéines	35

Caractéristiques

Les agrumes présentent une grande valeur alimentaire (vitaminique essentiellement) comme le montre le tableau suivant, établi pour 100 g de matière comestible.

		Citron	Mandarine	Orange
Eau %		87.4	87	86.0
Calories	- Cal	20	46	49
Protéines	- g	1.2	0.8	1.0
Lipides	- g	0.3	0.2	0.2
Glucides	- g	10.7	11.6	12.2
Cendres	- g	0.4	0.4	0.6
Ca	- g	61	40	41
P	- g	15	18	20
Fe	- g	0.7	0.4	0.4
Na	- g	3	2	1
K	- g	145	126	200
Vita. A	(u.l)	30	420	200
Vit. B1	- g	0.05	0.06	0.10
Vit. B2	- g	0.04	0.02	0.04
Niacine	- g	0.20	0.10	0.40
Vit. C	- g	77.0	31.0	50.0

Source: MINISTÈRE DE LA COOPÉRATION, 1993 «Mémento de l'agronome»

En ce qui concerne les caractéristiques chimiques et nutritives des **agrumes entiers, frais** on retiendra en particulier leur faible contenu en protéines. Les taux en sucres et en pectines sont par contre très élevés; tous deux sont dotés d'une haute valeur énergétique et d'une digestibilité faible. (GÖHL. BO, 1982).

La pulpe d'agrumes pressée avant séchage contient environ 10% d'extractif non azoté en moins. Seuls les teneurs en cendres, en fibres et en eau sont constantes, alors que les teneurs en protéines et d'extractif non azoté varient avec la saison et la richesse des fruits en pépins.

En pratique, de tous les déchets, ce sont **les pulpes fraîches** qui sont les plus largement employées dans les régions de culture de par le monde. Pour juger de la quantité considérable de sous-produits que laisse cette industrie, on peut préciser qu'après extraction du jus des oranges et des pamplemousses, 45 à 60% de leur poids se retrouvent sous forme de déchets: écorces, peaux et pépins.

L'acidité dont sont normalement dotés ces résidus et leur fort contenu en glucides fermentescibles en favorisent la conservation en silos, seuls ou avec une balle de céréales, de la paille hachée, du foin par couches superposées. (GÖHL. BO, 1982).

Utilisation des agrumes dans l'alimentation porcine

Les porcs préfèrent les oranges et les mandarines aux pamplemousses. Les paysans distribuent aux porcs les variétés d'oranges amères dont la pleine période de production se situe pendant les mois d'hiver d'octobre à février.

Ne sont pas mentionnés dans la littérature ni dans les différents rapports relatifs à l'alimentation porcine la mise à disposition des porcs de pamplemousses et de citrons. Seule la distribution des oranges semble pratiquée par les paysans. Il semblerait d'après certaines sources (GÖHL. BO, 1982), qu'une alimentation libre, à base d'agrumes frais, avec un complément de protéines ait donné de bons résultats chez les porcins.

Il importe d'évoquer ici les résidus de l'industrie des agrumes et leur utilisation potentielle en alimentation porcine dans la mesure où, en Haïti, il existe une production d'huiles essentielles extraites de certaines espèces d'agrumes notamment de la linette et de la bigarade. (GÖHL. BO, 1982).

L'utilisation de la pulpe d'agrumes sèche s'adresse essentiellement aux bovins. Elle peut être employée comme aliment énergétique principal pour les bovins et les génisses pleines et jusqu'à 45% dans la ration des veaux. En revanche, il existe dans la pulpe d'agrumes sèche contenant des pépins, des substances toxiques pour les porcs et sa forte teneur en fibres en limite l'intérêt. (GÖHL. BO, 1982).

Le liquide obtenu par pression des déchets d'agrumes contient 10 à 15% de composés solubles, dont 50 à 70% de sucre. Ce produit, dont le poids peut atteindre plus de la moitié de celui des déchets, peut être concentré pour donner la mélasse d'agrumes dont l'emploi est analogue à la mélasse de canne. Le bétail nourri à volonté en consomme jusqu'à 3 kg par jour, mais les porcs sont plus réticents que les bovins. La mélasse d'agrumes peut remplacer le maïs dans la ration des porcs, à raison de 10 à 40%, suivant leur âge. (GÖHL. BO, 1982).

Les pépins d'agrumes sont parfois recueillis séparément dans les usines de traitement pour l'extraction d'huile. Le tourteau résiduel, appelé farine de pépins se compare favorablement avec les autres sources de protéines végétales. Il contient cependant de la limonine toxique pour les porcs et les volailles. Cette farine est donc à éviter pour alimenter ces animaux. A la dose de 5%, elle ralentit la croissance et, à 20% elle peut amener la mort. (GÖHL. BO, 1982).

Production d'agrumes 1985 (en milliers de tonnes)

CONTINENTS	Oranges	Mandarines	Citrons	Pomelos
Amérique du nord et centrale	9022	589	1700	2345
Amérique du sud	16362	866	750	295
Asie	7151	3861	1240	1033
URSS	345	-	-	-
Europe	4514	1552	1388	28
Afrique	3489	596	344	322
Océanie	405	34	39	37
Total mondial	41288	7499	5461	4060

Source: MINISTÈRE DE LA COOPÉRATION, 1993, «Mémento de l'agronome»

PRODUIT: FRUIT A PAIN (Arbre véritable)

MATIERE PREMIERE

énergétique

☒

azotée

☐

cellulosique

☐

ORIGINE

L'arbre véritable, appelé aussi «arbre à pain», planté à la fois pour ses fruits comestibles et son feuillage ornemental est originaire de Polynésie. Elle s'est acclimatée et est naturalisée dans pratiquement toutes les régions intertropicales. Elle est subspontanée dans de nombreux endroits à une altitude inférieure à 700m.

Composition chimique et valeur nutritive (g/kg)

Référence	INRA 1989
Type de produit	
Matière sèche	260
Matière minérale	10.7
Matière grasse	15.0
Matière azotée totale	12.0
Cellulose brute	46.0
Extractif non azoté	176
N.D.F	
Amidon	165
Calcium	0.3
Phosphore	0.3
Acides aminés (digestibles)	
Lysine	
Acides aminés soufrés	
* Méthionine	
* Cystine	
Thréonine	
Tryptophane	
Energie digestible (ED) kcal	670
Energie métabolisable(Kcal/kg)	670
CUDA des protéines	

Caractéristiques

La matière sèche du fruit à pain est très riche en amidon. L'amidon cuit est très digestible. Le traitement de cuisson augmente considérablement sa sensibilité vis-à-vis de l' α amylase. (CERNING-BEROARD.J et LEDIVIDICH.J, 1976).

Une étude chez le rat a montré que le fruit à pain cuit permettait également la vitesse de croissance maximale, avec des résultats non significativement différents des performances du lot témoin nourri à base d'amidon de maïs. (CERNING-BEROARD.J et LEDIVIDICH.J, 1976).

Du point de vue de la digestibilité de la matière organique et de l'azote, le fruit à pain, après cuisson se place en deuxième position derrière la patate douce. La digestibilité de la matière organique et de l'azote du régime à base de fruit à pain cuit sont respectivement de 89.9 et 81.3%. (CERNING-BEROARD.J et LEDIVIDICH.J, 1976).

Utilisation du fruit à pain dans l'alimentation porcine

Le fruit à pain est un aliment qui se prête particulièrement à l'alimentation porcine dans la mesure où son utilisation exige peu de transformation (un traitement de cuisson est souhaitable) et compte tenu de sa valeur alimentaire, le fruit à pain est un aliment relativement riche et sa transformation en farine est particulièrement intéressante.

En conclusion, le fruit à pain constitue après récolte et séchage, sans épluchage, des produits riches en amidon. Sa valeur alimentaire pour les animaux monogastriques semble limitée en particulier par la nature de leur amidon peu hydrolysable à l'état cru par les enzymes.

Un traitement thermique de cuisson améliore à la fois la vitesse de dégradation *in vitro* de l'amidon et la valeur alimentaire des produits (expériences effectuées chez le rat), mais il ne semble pas exister de relations étroites entre les mesures de digestibilité *in vitro* et *in vivo*. (CERNING-BEROARD.J et LEDIVIDICH.J, 1976).

C- LES GRAMINÉES

Le nombre des espèces de graminées est estimé à dix mille environ. Parmi elles, il n'y en a qu'une quarantaine qui soient d'usage courant dans les prairies artificielles. Moins de la moitié de celle-ci sont utilisées sous les tropiques, où l'on fait largement appel aux prairies naturelles et aux savanes.

La composition chimique des graminées est très variable, non seulement d'une espèce à l'autre, mais en fonction de la maturité, du climat et du sol. Cela est surtout vrai en ce qui concerne la teneur en éléments minéraux qui reflète, dans une large mesure, la composition du sol.

Un facteur dont il faut aussi tenir compte pour apprécier la valeur nutritive des graminées est le fait que les animaux au pacage, surtout les moutons et les chevaux, broutent de façon sélective. Il peut ainsi y avoir des différences considérables entre la composition chimique du pâturage et la ration réellement prélevée par le bétail, jusqu'à 25% en ce qui concerne les protéines et les fibres brutes. Malgré cela, les analyses chimiques constituent un outil indispensable pour la comparaison de la valeur nutritive des graminées.

La valeur d'une graminée dépend dans une large mesure de la quantité que le bétail en consomme. Le volume de la consommation spontanée est fonction non seulement du stade de croissance de l'herbe mais aussi de la fumure et de l'aspect physique de l'herbage

En alimentation porcine, il ressort des enquêtes et observations faites auprès d'éleveurs que la distribution des plantes herbacées ou de feuilles diverses est largement répandue, voire systématique en période de soudure. Au nombre des fourrages distribués ou ingérés librement par le porc, on compte aussi les légumineuses herbacées et arbustives, divers autres arbres, arbustes et plantes non cultivés en tant que fourrages.

Il importe à ce niveau de citer une étude de *BONCOMPAGNE.O, 1988*, sur l'alimentation du porc à base de fourrages en milieu tropical. L'auteur a réalisé une étude théorique préliminaire sur l'utilisation potentielle des fourrages par le porc, qui a été suivie de la mise en place d'un protocole expérimental que nous citerons pas ces résultats.

L'expérience théorique a consisté en une étude comparative de divers régimes fourragers (graminées seules ou association graminées-légumineuses) avec confrontation des apports de la ration aux besoins des animaux. L'étude est menée en parallèle pour des animaux de race Large-white et des animaux de race créole. A ce propos, l'auteur fait part des difficultés rencontrées pour parvenir à des résultats fiables.

Cette étude théorique a permis d'anticiper quelques potentialités des fourrages en alimentation porcine.

On s'aperçoit, compte non tenu du facteur appétence et de façon imprécise pour les capacités d'ingestion, que quelques fourrages tropicaux (Coix lacryma, jobi, Panicum maximum, Pennisetum purpureum pour les graminées et Cajanus cajan, Stylosanthes guianensis, Macroptilium aartropurpureum pour les légumineuses) seraient susceptibles de couvrir une part importante du besoin des porcs, à partir de 30kg.

Produit: Canne à sucre

MATIERE PREMIERE

énergétique

☒

azotée

☐

cellulosique

☐

Origine

La canne à sucre serait originaire de Nouvelle-Guinée. N'étant limitée que par le froid (ou l'altitude), la majeure partie des régions tropicales et de nombreuses zones subtropicales se prêtent à cette culture. (MINISTERE DE LA COOPÉRATION, 1993).

Composition chimique

La canne à sucre a en moyenne la composition suivante :

- Ligneux (en fibres): 14%
- Eau : 70%
- Saccharose : 14%
- Impuretés solubles : 2%

En moyenne, la quantité de saccharose varie de 12 à 15%, elle peut atteindre 18%. Le rendement en usine le plus courant est situé entre 9 et 11%. (MINISTERE DE LA COOPÉRATION, 1993).

Caractéristiques

La canne à sucre représente les caractéristiques de produire une plus grande quantité de biomasse par unité de surface et utilise au mieux l'énergie solaire. C'est une plante pérenne qui s'adapte à tous les types de sols et freine leur érosion. Elle résiste aux maladies et n'exige que de faibles apports d'origines fossiles. Cultivée pour ses tiges qui contiennent un jus sucré dont on tire le saccharose ou sucre cristallisable, elle est également utilisée en consommation directe comme canne de bouche, de plus elle est parfois cultivée comme canne fourragère (consommation en vert ou ensilage). (MENA ALFREDO, 1987).

Sous produits de la canne à sucre

A part la production de sucres, le traitement de la canne fournit plusieurs sous produits dont on cite:

- Les bagasses: 100 kg de canne donnent environ 250 à 300 kg de bagasse contenant en moyenne 42% d'eau, 48.5% de fibres et de 2.5% de matières dissoutes (sucres).

La valeur calorifique nette de la bagasse est de 1900 kcal/kg.

- Les écumes de filtration: produites à raison de 30 à 35 kg par tonne de canne. Les écumes contiennent environ 80% d'eau et 1.5% de sucres.

- La mélasse finale: le terme de mélasse finale plus généralement appelé mélasse désigne les résidus du jus de canne obtenus après sa clarification et l'extraction du sucre (MINISTERE DE LA COOPERATION, 1993).

A- le Sucre

Origine

Le sucre (saccharose) est extrait de la betterave sucrière et de la canne à sucre. On obtient 160 kg de sucres à partir d'une tonne de betterave, soit environ 7 tonnes de sucres /ha.

Au niveau mondial, le sucre provient pour 60% de la canne à sucre et pour 40% de la betterave.

Composition chimique et valeur nutritive (g/kg)

Référence	INRA* 1989	
Type de produit		
Matière sèche	990	
Matière minérale		CUD
Matière grasse		
Matière azotée totale		
Cellulose brute		
Extractif non azoté	990	100%
N.D.F		
Amidon		
Calcium		
Phosphore (Digestible)		
Acides gras		
Acide linoléique		
Acides aminés (digestibles)		
Lysine		
Acides aminés soufrés		
* Méthionine		
*Cystine		
Thréonine		
Tryptophane		
Energie digestible (ED) kcal	3920	
Energie nette (EN) kcal		
EN 6	2800	
EN 19	2600	

Caractéristiques

Le sucre est une matière première énergétique connue pour son appétence. Son pouvoir calorifique est égal à la moitié de celui des matières grasses. (4000 kcal/kg contre 8000). Le saccharose est hydrolysé en glucose et fructose. Compte tenu de son équipement enzymatique, le porcelet ne tolère le saccharose qu'à partir de 8 jours d'âge et en quantité modérée.

Utilisation du sucre dans l'alimentation porcine

L'intérêt de l'incorporation du sucre dans l'alimentation porcine, c'est d'augmenter l'appétibilité des aliments destinés aux porcelets pour la période de présevrage.

O. LAVOREL et J. FEKETE (1981), ont comparé deux aliments deuxième âge contenant respectivement 4 et 8% de sucre (saccharose), à un aliment témoin sans sucre, les animaux recevant l'un ou l'autre de ces trois régimes. Le choix s'est porté sur le maïs comme céréale de la ration, en raison du niveau de consommation plus faible généralement observé avec cette céréale, relativement au blé ou à l'orge.

Il en sort que l'utilisation du sucre n'entraîne qu'une faible amélioration de l'appétibilité de l'aliment. C'est seulement avec un taux d'incorporation de 8% que le niveau de consommation est augmenté de façon sensible. Les vitesses de croissance sont équivalentes pour les trois régimes, avec une légère tendance en faveur des régimes sucrés.

L'indice de consommation est comparable pour les régimes à 0 et 4% de sucre mais se détériore avec le régime de 8% (2.3% de plus de consommation par rapport au témoin).

En définitive, ces résultats condamnent le niveau d'incorporation le plus fort (8%) et la légère supériorité du régime à 4% sur le plan zootechnique ne paraît pas justifier l'introduction de sucre et le coût supplémentaire qu'elle présente: un rapide calcul économique situe en effet le prix d'intérêt du sucre au niveau du prix du maïs.

Il paraît donc, tout à fait inutile d'incorporer du sucre dans l'aliment deuxième âge destiné aux porcelets sevrés. (O. LAVOREL-J. FEKETE et al 1981).

A. AUMAITRE (1975), a étudié chez des porcelets à partir de la 2ème semaine et jusqu'à leur sevrage à 8 semaines, l'effet de l'enrobage des granulés alimentaires par le sucre sur l'appétibilité. Les aliments étés enrobés de sucre (5 à 7%) et comparés à un aliment témoin contenant 5% de sucre.

Les résultats montrent que, quand les animaux ne disposent que d'un seul aliment, les quantités consommées ne varient que dans des proportions limitées, et que l'enrobage des granulés par le sucre au taux observé ne permet pas de faire augmenter la quantité consommée ni la précocité de la consommation. (A AUMAITRE, 1975)

B- La mélasse

Origine

Sous produits de sucreries, constitué par des substances sirupeuses demeurant dans les cuves après extraction, par cristallisation et centrifugation, de la majeure partie des sucres.

Composition chimique et valeur nutritive (g/Kg)

Référence	ITP PORFAL 1991	INRA 1989	
Type de produit	Mélasse de canne	Mélasse de canne	
Matière sèche	750	750	
Matière minérale	84	84	CUD
Matière grasse	0	0	0%
Matière azotée totale	38	34	41%
Cellulose brute	0	0	0%
Extractif non azoté	627	632	90%
N.D.F			
Amidon			
Calcium	8.0	7.0	
Phosphore (digestible)	0.8	0.8	50%
Acides aminés (digestibles)			
Lysine	0.2	0.2	
Acides aminés soufrés	0.4	0.4	
*Méthionine	0.2	0.2	
*Cystine	0.2	0.2	
Thréonine	0.6	0.5	
Tryptophane			
Energie digestible (ED) kcal	2530	2530	
Energie nette (EN) kcal			
EN 6	1640	1640	
EN 19	1640	1650	

Caractéristiques

La mélasse est caractérisée par une teneur élevée en sucres solubles (environ 50%) et en cendres. Elle est très carencée en protéines et elle est dépourvue de cellulose. Sa teneur en eau varie habituellement entre 15 et 25%. Sa densité est située entre 1.35 et 1.4 kg/l et son pH est légèrement acide. Les glucides représentent environ 65% de constituants de la mélasse. Il s'agit surtout de glucides solubles: saccharose (50 à 55% des glucides totaux), fructose (15%) et glucose (13%). (POND.W.G 1984).

La fraction azotée de la mélasse est faible et se situe entre 0.4 et 1.7%. En revanche, elle se caractérise par une grande richesse en matières minérales (8% du poids frais en moyenne). Elle est particulièrement bien pourvue en phosphore. Les teneurs élevées en potassium ont un effet diarrhéique. On remarque également sa pauvreté en vitamines et notamment en vitamines liposolubles. D'une façon générale, elle contient assez peu de vitamines nécessaires aux porcelets ou aux porcs et dans la formulation des aliments complets, on pourra négliger les quantités qu'elle apporte. (CHRISTON.R et LE DIVIDICH. J 1987).

Utilisation de la mélasse dans l'alimentation porcine

a- Chez le porcelet

Chez le porcelet, comme chez le porc de 20 à 100 kg, la mélasse provoque une baisse de la digestibilité apparente des principaux éléments de la ration d'autant plus accentuée que son taux d'incorporation est élevé. (LE DIVIDICH.J, SEVE. B, 1974) (LE DIVIDICH J, CANOPE.I, 1974)

La diminution particulièrement nette de l'utilisation digestive des matières azotées a été expliquée par une augmentation de la quantité d'azote métabolique fécal. Les conséquences sur le plan nutritionnel sont importantes puisqu'à taux comparables de protéines, le régime mélassé entraîne une diminution de la rétention journalière d'azote par rapport aux animaux recevant un régime témoin. (CHRISTON.R et LE DIVIDICH. J 1987). L'augmentation de l'humidité des fèces avec le taux de mélasse est attribuée à une insuffisance de fibres dans la ration et plus vraisemblablement à la teneur excessive en cendres de la mélasse et plus précisément de potassium. (LATIMIER.P, POINTILLART.A, 1993).

En tant que facteur d'appétence, on ne trouve aucun effet stimulant de la mélasse sur la consommation d'aliments alors qu'un effet stimulant du saccharose sur la consommation d'aliments a été souligné. Ceci explique que la mélasse ne contient qu'environ 30% de saccharose. (DIAZ. JUANA, ELIAS.A et al, 1990) (DIAZ.JUANA, TORRES ALINA et al, 1991)

b- Chez le porc en croissance - finition

Une expérience d'engraissement menée dans la région Nord, Nord- Est d'Haïti a permis de comparer sur des porcs en croissance (pesant 15 kg initialement et 90 kg à l'abattage) un régime «A», composé de 100% de concentrés et un régime B à base de concentrés (60 à 75%) et de mélasse (25 - 30%). Les GMQ ont été respectivement de 586 et 500g/j soit un différentiel de 14.7% en faveur du lot «A» ce qui constitue un résultat attendu. Parallèlement, les indices de consommation sont de 4.6 pour le lot «A», et pour le lot «B». On retrouve l'effet dépressif de la digestibilité apparente de l'azote. (GÖHL B, 1982).

Une autre limite d'utilisation de la mélasse réside dans sa consistance visqueuse qui pose le problème du choix des autres constituants de la ration et notamment d'un support adéquat qui puisse améliorer la texture de l'aliment final. L'introduction de bagasse dans les régimes à base de mélasse entraîne une diminution significative ($P < 0.05$) de la vitesse de croissance et une augmentation de l'indice de consommation. La bagasse est un aliment fibreux (42% de cellulose brute) et accentue en effet la dilution énergétique de la ration. Par ailleurs la bagasse confère à la ration un volume important qui rend sans doute le porc incapable de compenser le déficit énergétique par une ingestion d'aliments plus importante. (LE DIVIDICH.J, SEVE. B, 1974).

L'association de son de blé-mélasse est plus intéressante sur le plan économique car elle permet l'utilisation de ces deux constituants à des taux élevés (jusqu'à 30%) et sur le plan alimentaire car le son de blé apporte plus d'éléments nutritifs que la bagasse. (GÖHL B, 1982)

L'augmentation de la proportion de sucre a un effet favorable significatif mais faible ($P < 0.01$) sur la vitesse de croissance et l'indice de consommation en raison d'une augmentation sensible de la concentration énergétique de la ration. (LE DIVIDICH.J et CANOPE .J, 1974)

c- Chez la truie en reproduction

La truie tolère mieux les aliments mélassés que le porc en croissance. Les performances de la mise bas sont semblables lorsqu'on compare un régime à près de 40% de mélasse et enrichi en graisse à un régime témoin. (Tab1) (CHRISTON.R et LE DIVIDICH. J, 1987).

Tableau 1: Effet de la mélasse dans l'alimentation sur les performances de la truie en reproduction, gestation et lactation

Critères (Paramètres)	Mélasse dans la ration (p; cent)	
	0	37
Gain de poids total pendant la période de gestation (kg)	38.0	37.6
Perte de poids en lactation (kg)	23.6	47.2
Nombre de porcelets à la naissance	12.0	11.8
Nombre de porcelets vivants à 21 jours	9.5	10.4
Poids des porcelets à la naissance (kg)	1.1.	1.1
Poids des porcelets à 21 jours (kg)	5.1	4.5
Poids des porcelets à 42 jours	11.7	9.4

Par contre, la mélasse utilisée en lactation entraîne des pertes de poids 2 fois supérieures à celles des truies recevant le régime témoin.

De même, on peut affirmer que l'ingestion de mélasse chez la truie allaitante diminue la production laitière dans de fortes proportions, entraînant des baisses de performances sur toute la portée. En effet, pour un poids égal à la naissance, les porcelets allaités par les truies recevant le régime mélasse sont plus légers à 21 jours (-0.6 kg) et encore plus à 42 jours (-2.3 kg) que ceux du lot témoin. (CHRISTON.R et LE DIVIDICH. J, 1987). (LE DIVIDICH J, CANOPE. I, 1974).

Effet de la mélasse sur le développement des viscères et la composition corporelle du porc

L'influence de la mélasse sur les caractéristiques de la carcasse a été peu décrite et les données qui s'y rapportent sont très limitées.

L'accroissement du taux de mélasse dans la ration s'accompagne le plus souvent d'une diminution du rendement en carcasse (-4 à - 9%), consécutif à la réduction de la masse adipeuse à poids constant et à une augmentation significative du poids des viscères. Du point de vue anatomique, on retiendra que les fortes proportions de mélasse entraînent une augmentation du poids du foie, du coeur, et des reins. Mais c'est surtout l'augmentation du poids du tractus digestif, notamment de l'intestin grêle vide, qui doit être retenue, l'ingestion de mélasse entraîne une adaptation de la fonction digestive chez le porc. (CHRISTON.R et LE DIVIDICH.J, 1987).

Limites maximales d'incorporation

Caractéristiques (en % de la l'aliment)	TYPE D'ALIMENT					
Matières premières	Porcelet 1 ^{er} âge	Porcelet 2 ^{ème} âge	Porc	Futur reproducteur	Truie gestante et verrat	Truie allaitante

Mélasse (distribution à sec)	5	5	7	5	5	5
------------------------------	---	---	---	---	---	---

Source: ITP-ITC-AGPM, Rapport 1994

Le pourcentage de mélasse généralement dans les aliments pour porcelets ne doit pas dépasser 5 à 10% maximum.

Il ne semble pas possible de recommander un taux supérieur en raison d'un risque d'une mortalité trop importante sur des animaux non adaptés sous la mère à de tels régimes. (LE DIVIDICH J, CANOPE. I, 1974).

Pour les porcs entre 25 kg et l'abattage, le taux de 7 à 10% de mélasse dans la ration constitue une limite maximum compatible avec une croissance optimum des animaux. A des taux supérieurs, le porc n'est plus capable de compenser le déficit énergétique de la ration pour une augmentation suffisante des quantités de matières sèches et d'énergie digestible ingérées. (ITP, édition 1991) (ITP-ITCF-AGPM, 1994).

Cependant, *CHRISTON.R et LE DIVIDICH.J (1978)*, incorporent jusqu'à 30% de mélasse dans la ration du porc de 20 à 100 kg et trouvent que les performances de croissance demeurent pratiquement constantes grâce à une augmentation des quantités d'aliments ingérés. Au delà de ce taux, ils constatent une baisse des performances ainsi bien de la vitesse de croissance que de l'efficacité alimentaire liée à la faible teneur en énergie digestible de la ration. (*CHRISTON.R et LE DIVIDICH. J, 1987*).

Utilisée chez la truie, et surtout en lactation les recommandations sont plus prudentes, vue la perte de poids importante conséquence d'une ingestion réduite d'énergie eu égard à l'importance des besoins énergétiques de lactation. (*ITP, Rapport 1991*).

Stockage et conditions d'utilisation

Aucun problème de conservation.

Cependant, pour éviter des diarrhées, il faut introduire la mélasse progressivement dans la ration. Diminuer le taux d'incorporation en cas d'utilisation simultanée de mélasse et de manioc.

Eau à volonté pour éliminer les minéraux. (*ITP, édition 1991*).

C- Le jus de canne

Origine

Le jus de canne constitue le produit issu du pressage des cannes broyées. Le jus obtenu après cette première transformation est clarifié par chaulage, chauffage, décantation et filtration puis le jus clarifié est transformé par évaporation en sirop et cristallisé par ébullition sous vide.

Caractéristiques

Le jus de canne fermente en l'espace de 10 à 12 h selon la température ambiante.

Or, les animaux refusent de consommer le jus fermenté. L'emploi d'additifs permet toutefois de ralentir le processus de fermentation.

BOBADILLA et PRESTON (1991), ont démontré que l'on peut conserver le jus jusqu'à 72 heures par adjonction de formol (formaldéhyde à 30%). *DURATE (1981)* a réussi à conserver du jus de canne pendant six jours à l'aide d'hydroxyde d'ammonium (ammoniac en solution aqueuse à 28 % de NH_3 p/v) Le jus peut être aussi conservé durant sept jours avec une solution à 1.5% de benzoate de Na. Ces procédés revêtent un certain intérêt pour les petits producteurs qui disposent de peu de main d'œuvre. Le benzoate de sodium se trouve facilement dans le commerce et l'augmentation de la durée de conservation qu'il assure permet d'utiliser au mieux la main d'œuvre disponible. (*MENA.A, 1987*).

En ce qui concerne la déshydratation du jus, elle offre plusieurs avantages. Elle est moins coûteuse que la production du sucre, le produit se transforme plus facilement que la mélasse et supprime la plupart de problèmes que pose celle-ci pour l'alimentation animale. Le principal facteur limitant réside dans le coût de l'opération. (*DIAZ.CP, ELIAS.A et al, 1992*).

Utilisation du jus de canne dans l'alimentation porcine

Le jus de canne peut être utilisé en tant que tel en alimentation porcine. Les premiers travaux de recherches ont été réalisés à la station expérimentale de la faculté de médecine vétérinaire et de zootechnie à l'université de Yacatan au Mexique.

Le protocole expérimentale se composait de 3 groupes de porcs d'un poids initial de 40, 50 et 60 kg. Le régime comprenait du jus de canne complété par des tourteaux de soja. Il s'agissait de s'assurer que le jus pouvait servir de sources d'hydrates de carbone pour l'engraissement des porcs. Le jus frais, préparé 2 fois par jour pouvait être consommé ad libitum. A un quatrième groupe de porcs (lot témoin) était administré un régime à base de tourteau de soja.

Les résultats de cette expérience sont indiqués au tableau suivant:

Résultats obtenus dans l'engraissement des porcs avec du jus de canne frais et des compléments protéiques				
	1	2	3	Groupe témoin
Nombre d'animaux	8	8	8	8
Poids vif (kg)				
Initial	37.6	58.9	58.9	41.8
Final	90.9	91.2	91.9	90.9
Gain pondéral (kg/jour)	0.614	0.729	0.776	0.590
Consommation de jus frais (kg/j)	10.9	11.5	13.1	
Complément	0.77	0.81	0.91	
Aliment équilibré du commerce				3.80
Consommation de matière sèche (kg/j)	2.25	2.35	2.63	3.24
Coefficient de conversion alimentaire (consommation de MS /gain pondéral)	3.66	3.22	3.38	5.49

Aucune différence significative n'a été observée entre les trois groupes recevant le jus et tous ont présenté des meilleurs résultats que le groupe témoin surtout en ce qui concerne le taux de conversion des aliments. (MENA.A, 1987).

Les résultats sont confirmés par une expérimentation menée en Haïti à l'initiative du département de production animales. Deux rations ont été comparés:

- Ration A : 56% de maïs, 14% de soja, 30% de son de blé.

- Ration B : 25% de soja, 75% de son de blé, jus de canne à volonté.

Les animaux soumis aux deux régimes (5 par ration) ont un poids initial de 60kg et sont engraisés jusqu'à un poids final de 100 kg.

Les performances des animaux recevant la ration B sont supérieures à celles du lot A, avec des GMQ moyens respectivement de 625 et 516g/jour, soit un différentiel de 17%.

Limites maximales d'incorporation

IL n'existe pratiquement pas de limites d'incorporation du jus de canne dans l'alimentation porcine. La seule limite d'utilisation du jus de canne réside dans sa propension à fermenter. L'utilisation du jus de canne à sucre durant la reproduction a fait l'objet d'une étude. Non seulement les taux de conception ont été plus élevés, mais encore les porcelets ont aussi un poids supérieur tant à la naissance qu'au sevrage. (DIAZ. CP, ELIAS A, 1992).

D- LES RACINES ET TUBERCULES

Les racines et les tubercules contiennent, à l'état frais, 80 à 90% d'eau. Ce sont des aliments succulents. Leur intérêt est lié à leur teneur en amidon et en sucres et à leur appétibilité. Leur matière sèche est pauvre en fibres et très digestible. Leur teneur en protéines brutes (PB) est faible, celles-ci étant essentiellement constituées d'azote non protéique. Cela est particulièrement vrai des racines immatures fraîches. Leur teneur en calcium et en phosphore sont faibles; les racines et les tubercules renferment également très peu de vitamines, à l'exception de carotte, qui est une excellente source de vitamine A.

De nombreuses plantes-racines sont susceptibles de fournir des rendements élevés en milieux tropicaux où les céréales ne poussent que difficilement. Le remplacement des grains par des racines met en jeu des éléments économiques et ces dernières représentent, dans nombre de pays, un potentiel considérable en tant que source importante d'aliments énergétiques pour les animaux.

Les racines fraîches ont un rôle laxatif et sont donc intéressantes lorsque le reste de la ration se compose en majorité d'aliments secs. Les racines et les tubercules représentent une excellente source d'énergie dans le cas de l'alimentation à l'urée. Leur valeur alimentaire, compte tenu de leur carence en protéines brutes, s'en trouve grandement améliorée.

Les plantes racines tropicales n'ont fait l'objet jusqu'ici que de peu de travaux de recherche, en comparaison d'autres cultures et les informations sont rares en la matière.

Produit: Manioc

MATIERE PREMIERE

énergétique ☒

azotée ☐

cellulosique ☐

ORIGINE

Tubercule importé d'Asie du Sud-Est (Thaïlande, Indonésie, Chine). Il est séché sur place puis exporté sous forme de cossettes (chips) soit sous forme de granulés (pellets). 75% du manioc utilisé en France est sous forme de chips. (ITP, Edition 1991).

Composition chimique et valeur nutritive (g/kg)

Référence	INRA 1989		ITP PORFAL 1991		
Type de produit	Chips	Pellets	Chips	Pellets	
Matière sèche	870	850	862	868	
Matière minérale	31	52	30	55	CUD
Matière grasse	7	7	7	7	0%
Matière azotée totale	22	26	22	22	35%
Cellulose brute	30	46	31	47	40%
Extractif non azoté	780	719	772	737	97%
NDF	90	100	90	102	
Amidon	695	620	700	650	
Calcium	2	3	2	2	
Phosphore (digestible)	1.5	1.9	1.0	1.5	10%
Acides aminés (digestibles)					
Lysine	0.8	0.9	1.1	1.1	11%
Acides aminés soufrés	0.5	0.6	0.7	0.7	
* Méthionine	0.3	0.3	0.3	0.3	22%
* Cystine	0.2	0.3	0.4	0.4	3%
Thréonine	0.6	0.7	0.8	0.8	-21%
Tryptophane	0.2	0.2	0.3	0.3	3%
Energie digestible (ED) kcal	3360	3010	3380	3070	
Energie nette (EN) kcal					
EN6	2640	2420	2620	2480	
EN19	2710	2400	2730	2465	

ED kcal/kg MS = 4400 - 11CB - 4.3 MM

CB et MM sont exprimés en % de MS

Caractéristiques

Le manioc se caractérise par une teneur en matière sèche relativement élevée (30% et plus) et une forte teneur en extractif azoté dont l'amidon est le principal constituant (70 à 90% de la matière sèche). La teneur en amidon varie selon l'origine. Cet amidon est en général très digestible. Les teneurs en cellulose brute et en matières azotées plus particulièrement en acides aminés soufrés sont faibles (2 à 7%) ou très faibles (1 à 2% de la matière sèche).

On décèle en effet dans toutes les variétés de manioc la présence cyanoglucoside (la lunamarine) qui par hydrolyse enzymatique ou acide libère de l'acide cyanhydrique à doses faibles (moins de 50 ppm, pour un seuil toxique de 200 ppm dans l'aliment). Un des détoxifiants est la méthionine. (RAVINDRAN.V, KORNEGAY. E.T, 1983).

A des taux d'incorporation élevée, la valeur ED calculée surestime la valeur énergétique du manioc. Les «pellets» (granulés) ont une teneur en amidon moindre (65 à 68%) et des taux de cellulose brute et de silice élevés (dus aux conditions de lavages et de séchage). Les «chips» (cossettes) ont une teneur supérieure en amidon (70 à 72%). Des échauffements pendant le transport peuvent dégrader la qualité bactériologique du manioc. (PHILLIPS T.P; 1979).

Utilisation du manioc dans l'alimentation porcine

Les données bibliographiques sur les caractéristiques du manioc sont très abondantes; beaucoup moins nombreuses sont celles qui traitent de la valeur alimentaire pour le porc, et notamment de sa valeur énergétique. Ceci est paradoxal dans la mesure où l'avantage économique du manioc comme produit de substitution des céréales dépend pour une large part de la valeur énergétique qu'on lui attribue.

La plupart des études sur l'utilisation du manioc, qui ont été réalisées principalement en Asie du Sud-Est, en Malaisie, Afrique, Mexique, etc., ne permettent pas de tirer des conclusions claires sur l'utilisation du manioc par le porc. Les résultats apparaissent souvent contradictoires d'une étude à l'autre et sont en outre difficilement interprétables, la composition des produits testés étant rarement précisée ou de manière très imparfaite.

C'est dans ce contexte que PEREZ.J.M, CASTAING.J et al (1981), ont étudié la valeur de l'utilisation du manioc chez le porc. Deux types de manioc d'origine et de composition ont été comparés à la fois chez le porc en croissance et chez le porcelet.

a- Etude de la substitution du manioc au maïs dans l'alimentation du porc à l'engrais

Le but de cette expérience est d'étudier l'influence de l'incorporation de manioc en remplacement du maïs dans l'aliment du porc charcutier, sur les performances de croissance.

La réponse à l'introduction du manioc est testée à deux niveaux d'incorporation (15 et 30%) pour le manioc 1 de qualité moyenne (Thaïlande) et au taux de 30% pour le manioc 2 de composition plus favorable (Malawi).

Modalités expérimentales

80 animaux issus d'un troupeau assaini de race Large White sont mis en lots selon un dispositif expérimental en split-plot à deux facteurs étudiés: 2 sexes, 4 traitements. Dix blocs individuels de 4 mâles castrés et de 4 femelles ont été ainsi constitués et ensuite répartis au hasard au sein de chaque loge (12 au total). A l'intérieur d'une loge, comprenant chacune 6 ou 7 animaux de même sexe, deux porcs au plus reçoivent le même régime alimentaire.

La composition et les caractéristiques analytiques des régimes expérimentaux sont présentés au tableau suivant:

REGIMES	1	2	3	4
Composition centésimale				
Maïs	76	60	44	44
Tourteau de soja	20	21	22	22
Manioc 1 (Thaïlande)	-	15	30	-
Manioc 2 (Malawi)	-	-	-	30
Minéraux, vitamines	4	4	4	4
Résultats d'analyse % produit brut (1)				
Matière sèche	86,5	86,7	67,9	87,3
Matières azotées totales	15,3	15,3	15,0	14,5
Cellulose brute	2,2	2,4	2,6	2,3
Matières minérales	5,9	6,0	6,2	5,7
Calcium	1,2	1,2	1,2	1,2
Phosphore	0,8	0,75	0,75	0,75
Teneurs estimées % produit brut				
Lysine	0,75	0,76	0,77	0,75
Méthionnine+Cystine (2)	0,55	0,52	0,48	0,47
Energie digestible, Kcal/Kg	3290	3260	3260	3310

Source: PEREZ.J.M, CASTAING.J, et al, 1981.

(1): moyenne des résultats obtenus sur 5 échantillons par régime

(2) Estimation d'après l'analyse des matières premières

(3): La valeur d'énergie digestible du manioc est respectivement 3640 pour le manioc 1 et 3930 pour le manioc 2 et en estimant la valeur E.D du tourteau de soja à 4000kcal et celle du maïs à 3950kcal par rapport à la matière sèche.

Les aliments ont été formulés en adoptant la règle de substitution suivante: 15 points de manioc+1 point de tourteau de soja remplacent 16 points de maïs. Sur cette base de comparaison, tous les régimes sont pratiquement iso-lysine et présentent des concentrations énergétiques voisines (de l'ordre de 3300 kcal d'énergie digestible).

Les résultats montrent que sur la période totale d'engraissement (de 23 à 103 kg), les performances des mâles castrés ne diffèrent pas significativement selon le régime alimentaire.

En revanche, pour les femelles, l'introduction de manioc s'accompagne de performances plus faibles globalement d'environ 5% pour l'efficacité alimentaire et de 6% pour le gain de poids (interaction sexe x traitement significative) comparativement aux excellents résultats obtenus avec des animaux femelles du lot témoin (805 g de croît journalier et 2.77 d'indice de consommation). Exprimés en pourcentage relativement aux performances du lot témoin, le gain de poids journalier et l'indice de consommation sont respectivement de 93 et 107.6 pour le lot 2 (15% de manioc 1), 94.3 et 105 pour le lot 3 (30% manioc 1) et 96.5 et 104.7 pour le lot 4 (30% de manioc 2). (PEREZ.J.M, CASTAING.J, et al, 1981).

b- Utilisation comparée de deux types de manioc introduits au taux de 30% dans le régime du porc en croissance

Le but de cet essai est de comparer l'utilisation de deux types de manioc, d'origine et de qualité différentes, introduites en remplacement du maïs à un même taux élevé de 30% dans le régime de porc en croissance.

72 animaux issus du même élevage que précédemment sont répartis en 24 blocs de trois porcelets (12 blocs de mâles castrés et 12 blocs de femelles). Les animaux de chaque sexe sont logés groupe de 6 dans une porcherie ouverte à un rang comprenant 12 loges. A l'intérieur de chaque bloc, les porcelets sont affectés au hasard à l'un des trois régimes alimentaires suivants:

- Régime 1: témoin maïs-soja
- Régime 2: contenant 30% de manioc 1 (Thaïlande)
- Régime 3: contenant 30% de manioc 2 (Malawi)

Les aliments expérimentaux sont distribués aux animaux après une période d'adaptation de deux semaines.

Toutes les autres modalités expérimentales sont strictement identiques à celles observées dans l'essai «a»

Les résultats montrent qu'au cours de *la période de croissance* (de 30 à 60 kg de poids vif), l'incorporation de 30% de manioc (Thaïlande ou Malawi) dans la ration ne modifie pas significativement les performances des animaux.

Durant la phase de finition, (de 60 kg à l'abattage), on observe globalement un léger effet bénéfique du manioc, notamment sur l'indice de consommation ($P < 0.01$). A cet égard, il convient de distinguer la réponse des castrats de celle des femelles. Pour ces dernières la vitesse de croissance est accrue, pour un même niveau d'alimentation en moyenne de 7% avec les aliments renfermant du manioc par rapport au régime témoin alors que chez les castrats le gain de poids ne varie selon le régime alimentaire ce qui conduit à une interaction significative sexe x traitement ($P < 0.05$) pour l'indice de consommation.

Sur la période totale d'engraissement, les trois régimes alimentaires conduisent à des résultats comparables. Chez les porcs femelles, on retrouve une tendance favorable à l'utilisation du manioc sur les performances (+4%) mais les écarts ne sont pas significatifs. (PEREZ *et al*, 1981).

c- Utilisation du manioc par le porcelet sevré

L'expérience a été effectuée avec les mêmes lots de manioc que dans les expériences précédentes avec 384 porcelets. Ces porcelets sont sevrés à l'âge moyen de 26 jours. Ils continuent de recevoir après le sevrage et pendant 11 jours un aliment de premier âge renfermant 22.5% de matières azotées et 1.40% de lysine.

L'objet de l'étude est de comparer à un aliment témoin à base de maïs et de tourteau de soja, des régimes renfermants soit 10 ou 20% de manioc (Thaïlande), soit 20% de manioc 2 (Malawi).

L'introduction de 10 points de manioc en remplacement, afin de respecter l'équilibre azoté des régimes. Les aliments renfermants du manioc sont en outre complémentés par de la D.L méthionine; Tous les régimes sont agglomérés à sec (filière de 3.8mm) et distribués à volonté au nourrisseur.

La composition et les caractéristiques des régimes figurent au tableau suivant:

Régimes	Témoin	Manioc 1		Manioc 2
Manioc %	0%	10	20	20
Composition centésimale				
Maïs (1)	58.20	47.15	35.73	35.73
Tourteau de soja 50 (2)	33.0	34.0	35.0	35.0
Manioc 1 (Thaïlande)	-	10.0	20.0	-
Manioc 2 (Malawi)	-	-	-	20.0
Sucre	4.0	4.0	4.0	4.0
D.L méthionine (3)	-	0.05	0.07	0.07
Liant	1.0	1.0	1.0	1.0
Minéraux , vitamines	3.8	3.8	4.2	4.2
Résultats d'analyse % PB (4)				
Matière sèche	88.6	88.9	89.2	89.3
Matière azotée totale	21.4	21.6	21.7	21.2
Cellulose brute	2.0	2.2	2.4	2.1
Matières minérales	6.2	6.3	7.4	7.2
Calcium	1.26	1.16	1.37	1.40
Phosphore	0.73	0.69	0.74	0.76
Teneurs estimées % produit brut (5)				
Lysine	1.16	1.17	1.17	1.17
Méthionine + cystine	0.69	0.70	0.69	0.69

Source: PEREZ J.M, CASTAING.J, et al 1981.

(1): Maïs: Matière sèche % 85.6- M.A.T % 8.0 (moyenne 5 analyses)- Lysine% 0.24 - Méthionine + cystine% 0.35.

(2): Tourteau de soja: Matière sèche % 84.4 - M.A.T.% 50.0 - Cellulose brute % 1.9 - Lysine% 3.09 - Méthionine + cystine% 1.39 (moyenne 5 analyses)

(3): 95% de méthionine pure

(4): moyenne de 3 séries de 3 analyses

(5): Estimation d'après l'analyse des matières premières.

Les résultats montrent que l'introduction dans la ration de manioc de qualité moyenne aux taux de 10 et 20% ne modifie de manière significative ni la vitesse de croissance ni la consommation des porcelets comparativement à un régime témoin maïs-soja. Au taux d'incorporation de 20%, les performances des animaux ne diffèrent pas significativement selon la qualité de manioc.

Tous ces résultats montrent que le remplacement du maïs par du manioc de qualité convenable (Thaïlande) ou excellente (Malawi) jusqu'au taux de 30% dans le régime permet globalement d'obtenir des performances de croissance et de composition corporelle équivalentes à condition de rééquilibrer les régimes sur le plan azoté par un apport supplémentaire de tourteau de soja. (PEREZ J.M, CASTAING.J, et al 1981).

Chez le porcelet, les remarques précédentes sont également valables mais il s'ajoute des problèmes de tolérance digestive aux différents types d'amidon et une sensibilité accrue à la pollution microbiologique et aux facteurs toxiques (acide cyanhydrique). Le remplacement dans la présente étude, au cours du deuxième âge du maïs par du manioc. (PEREZ J.M, CASTAING.J, et al 1981).

En 1991, MAILLARD et al ont étudié l'effet de l'incorporation de manioc dans une ration à base de blé sur la digestibilité des aides aminés chez le porc; Les résultats expérimentaux montrent :

Une diminution des valeurs de la digestibilité «réelle» de l'azote et des acides aminés lorsque le taux de manioc augmente dans le régime. (MAILLARD.R, DIOT.M, et al, 1991)

Toutes ces expériences montrent que le manioc, aliment essentiellement énergétique, très pauvre en matières azotées peut conduire à des déséquilibres en acides aminés, lorsqu'il se substitue aux céréales, mieux pourvues en protéines d'où la nécessité de définir un taux d'incorporation. (ALHASSAN.W.S, ODOIF, 1982)

Limites maximales d'incorporation

Caractéristiques (En% de l'aliment)	TYPE D'ALIMENT					
	Porcelet 1er âge	Porcelet 2ème âge	Porc	Futur reproducteur	Truie gestante et verrat	Truie allaitante
Manioc pellets (66% d'amidon)	0	20	25**	20	15	15
Manioc chips (71% amidon)	0	25	35***	25	20	20

** Aliment croissance:15, Finition: 30

*** Aliment croissance: 25, Finition: 40

Source: ITP-ITCF-AGPM, 1994, «TABLES D'ALIMENTATION POUR LES PORCS»

Les données concernant *l'incorporation de manioc dans l'alimentation du porcelet* sont très divergentes HEW et HUTAGLAUM, 1972, cité par PEREZ, 1981, observent un effet dépressif dès le taux de 10% avec un manioc présentant une teneur élevée en acide cyanhydrique. De la même façon LE

MEUR, 1978 note une détérioration importante de l'indice de consommation (+11%) en remplaçant de l'orge par 25% de manioc de type courant «pellets», mais sans qu'il y ait des troubles digestifs apparents. A l'opposé, seul AUMAITRE, 1969, obtient une amélioration des performances et de l'état sanitaire (réduction du nombre des diarrhées) en substituant aux différentes céréales (maïs, blé ou orge), 45% de manioc apparemment de bonne qualité (racines de Madagascar). ARAMBAWELA et al, 1975, pour un même taux élevé d'incorporation enregistre au contraire, un accroissement de la fréquence des diarrhées avec le manioc (dont la composition n'est pas précisée) comparativement à un régime à base d'orge, mais sans qu'il y ait des répercussions sur les performances des porcelets. (PEREZ J.M, CASTAING.J, et al 1981).

Les travaux réalisés *chez le porc* aboutissent à des recommandations très variables. Selon certains auteurs, les taux optimums d'incorporation de manioc peuvent aller de 10 à 45% de la ration. (PEREZ J.M, CASTAING.J, et al 1981).

Plusieurs facteurs peuvent expliquer ces divergences

- D'une façon générale, le nombre restreint d'animaux par traitement et le faible niveau de performances obtenues dans de nombreux essais, notamment avec le régime témoin ne permettent pas de conclure sur les effets de l'incorporation du manioc. (PEREZ J.M, CASTAING.J, et al 1981).
- D'autre part, la qualité variable des maniocs utilisés principalement sur le plan de la composition chimique conduit souvent à surestimer la valeur énergétique des régimes à base de manioc dans certaines expérimentations. De même, les caractéristiques analytiques des lots de manioc (teneurs en amidon, cellulose, cendres) voire leur toxicité (taux d'acide cyanhydrique) ne sont pas toujours bien précisées dans les comptes rendus d'expériences, ce qui rend difficile l'interprétation des résultats. (RAVINDRAN.V, KORNEGAY E.T et al, 1987).

Les truies en lactation jeunes ou adultes consomment volontiers les racines fraîches de manioc doux quand u supplément adéquat leur fournit un apport de protéines, sels minéraux et vitamines . Bien que les expériences réalisées avec des racines fraîches de manioc doux, données pendant la période de gestation et de lactation, aient permis d'obtenir des résultats satisfaisants, les truies ainsi nourries ont eu des portées légèrement inférieures à celles des truies témoins.(GOMEZ.G, 1979).

Un essai néerlandais portant sur plus de 300 portées montre que l'utilisation de 35% de manioc dans un aliment ne contenant ni céréales ni protéines d'origine animale permet les mêmes performances que celles obtenues avec un aliment contenant 40% de céréales et 12% de manioc. En effet, l'utilisation de manioc dans les aliments truie dépend largement de sa qualité bactériologique, donc oblige une certaine prudence dans l'incorporation de cette matière première. (ITP-ITCF-AGPM, Rapport 1994)

Stockage et conditions d'utilisation

- Limiter la durée de stockage compte tenu des risques d'échauffement.

Contrôles à effectuer

Matière sèche
Matière minérale
Cellulose brute
Amidon (ITP, édition 1991)

La farine de manioc

Sous produit du manioc, utilisée en alimentation porcine, la farine de manioc se présente comme une farine courante des céréales. On la distingue par son odeur agréable et son goût douceâtre.

La composition chimique de la farine de manioc provenant de la fabrication de la fécule est la suivante:

matière sèche: 87.5%
Protides brutes: 1.3%
Lipides: 0.4%
Extractif non azoté: 80.2%
Cellulose brute: 3.5%
Cendres: 1.9%

Ces données mettent clairement en relief la caractéristique dominante de la farine de manioc. Il s'agit d'un aliment concentré formé particulièrement d'amidon, pratiquement privé de protéines digestibles et possédant une très bonne valeur nutritive.

On notera tout particulièrement qu'il contient très peu de cellulose bruted'où sa digestibilité élevée. Elle serait de l'ordre de 93%. Elle est la plus élevée pour les extractifs non azotés (95%), moindre pour la protéine et les matières grasses (80%) et plus basse pour la cellulose (70%).

la valeur énergétique de la farine de manioc s'élève à environ 100 unités fourragères pour 100 kg. A titre de comparaison 100 kg de farine de manioc seraient équivalents à environ 100 kg d'orge de bonne qualité. (POND W.G, 1984).

Utilisation de la farine de manioc dans l'alimentation porcine

a- Chez le porc à l'engrais

La farine de manioc peut entrer en grandes quantités (40% et plus de la ration) dans l'alimentation des porcs à l'engrais. Les mélanges à base de manioc doivent être de préférence cuits au préalable.

D'autres formulations peuvent être formulées concernant l'emploi de la farine de manioc: ainsi l'adjonction de la mélasse non seulement augmente la valeur nutritive de la ration mais la rend plus appétissante et contribue à régulariser les fonctions digestives. (GÖHL B, 1982)

b- Chez le porcelet

LE DIVIDICH et CANOPE, 1974, ont comparé la valeur alimentaire de la farine de manioc à celle de la farine de banane sèche incorporée à des taux voisins de 50% dans les régimes de porcelets sevrés à 5 semaines.

Les performances obtenues sont résumées dans la grille ci-dessous:

Régime	BANANE		MANIOC	
Farine de banane	50.0	57.5	-	-
Farine de manioc	-	-	50.0	54.8
Taux de protéines (%)	21.9	19.2	21.2	18.8
Poids à 5 semaines (kg)	9.00	9.39	9.10	8.95
Poids à 9 semaines (kg)	21.83	20.25	22.16	20.00
Gain de poids (g/j)	457	387	466	395

Source: *LE DIVIDICH et CANOPE, 1974.*

Les performances de croissance sont quasi- équivalentes pour les deux régimes. On ne constate donc pas d'effet de la nature de la source d'amidon, la farine de manioc permettant d'atteindre le même niveau de croissance que la farine de banane. On observe en revanche un effet significatif du taux de protéines sur la croissance des animaux: L'abaissement à 19% entraîne une diminution significative d'environ 15% du gain de poids moyen journalier.

Le tableau suivant présente le coefficient de digestibilité apparente des différents éléments de la ration

Régime	Manioc	Banane
Digestibilité		
Matière sèche	88.6 ± 0.7	87.4 ± 0.9
Matière organique	90.5 ± 0.6	89.0 ± 1.06
Azote	82.9 ± 1.6	80.9 ± 1.7
Cendres	63.4 ± 2.3	64.8 ± 1.4

Source: *LE DIVIDICH et CANOPE, 1974.*

Les coefficients d'utilisation digestive de la matière sèche, de la matière organique et des protéines du régime à base de manioc sont supérieurs à ceux du régime à base de banane.

En ce qui concerne l'amidon, sa digestibilité finale est très élevée car la teneur en amidon est à peine décelable dans les fèces et les valeurs (inférieures à 1%) sont dépourvues de signification pour le calcul de la digestibilité.

Par ailleurs, on constate une augmentation de tous les coefficients d'utilisation digestive avec l'âge des animaux traduisant une adaptation digestive de l'animal. Elle est particulièrement importante pour les protéines et les cendres soit respectivement 2.2 et 3.4 points pour les régimes à base de manioc.

Soulignons enfin l'excellent état sanitaire des animaux qui constitue un facteur important dans le choix de l'aliment de sevrage: en effet des diarrhées ne sont observées que pendant la semaine qui suit le sevrage et sont très limitées en nombre soit 2.7 et 0.9 jours respectivement pour les régimes à base de farine de manioc et de farine de banane. (*LE DIVIDICH et CANOPE, 1974*)

c- chez les truies reproductrices

On peut employer la farine de manioc mais il est bon en général de ne pas dépasser une proportion de 30% et d'utiliser pour le reste du mélange des aliments suffisamment pourvus en protéines et en substances minérales. (LE DIVIDICH et CANOPE, 1974)

Limites maximales d'incorporation

Caractéristiques (En% de l'aliment)	TYPE D'ALIMENT					
Matières premières	Porcelet 1er âge	Porcelet 2ème âge	Porc	Futur reproducteur	Truie gestante et verrat	Truie allaitante

Farine de manioc	ND	45%*	45%*	30%	30%	30%
------------------	----	------	------	-----	-----	-----

* 45 à 50% chez le porcelet 2ème âge

* 45 à 60% chez le porc à l'engrais

La farine de manioc peut constituer un bon aliment pour le sevrage précoce du porcelet et peut être incorporée sans risque jusqu'à 50% dans le régime

L'introduction de farine de manioc dans le régime jusqu'à 45% de la ration s'accompagne d'un accroissement de la vitesse de croissance. Les animaux ayant fait l'objet de l'expérience sont des porcs Large-White. Dans tous les cas de figure (15, 30, 45 et 60%), le gain moyen quotidien est sensiblement supérieur au régime témoin à base de maïs.

Stockage et conditions d'utilisation

- Manutention difficile: La farine de manioc est pulvérulente, abrasive et descend male dans les silos.
- Risque de démixage quand l'aliment est en farine (la granulation est nécessaire s'il y a plus de 10% de manioc).
- La présentation en farine peut entraîner des troubles habituels liés aux produits pulvérulents (ulcères gastriques, irritation du système respiratoire).

Produit: Patate douce

MATIERE PREMIERE

énergétique ☒

azotée ☐

cellulosique ☐

Origine

La patate douce est très répandue sous les tropiques et dans les régions tempérées chaudes.

En Haïti, la patate douce et le manioc sont les deux tubercules auxquels les paysans haïtiens consacrent la plus grande part demeure assolement en raison du faible coût à l'hectare de l'investissement initial et de leur adaptation aux conditions de dégradation du milieu physique.

Composition chimique et valeur nutritive (g/kg)

Référence	INRA* 1989
Type de produit	
Matière sèche	330
Matière minérale	11.7
Matière grasse	40.0
Matière azotée totale	16.0
Cellulose brute	11.0
Extractif non azoté	292
NDF	
Amidon	223
Calcium	0.4
Phosphore (digestible)	0.5
Acides aminés	
Lysine	0.6
Acides aminés soufrés:	0.4
*Méthionine	0.20
*Cystine	0.20
Thréonine	0.9
Tryptophane	0.3
Energie digestible (ED)kcal/kg	1200
Energie métabolisable (kcal/kg)	1200
CUDA des protéines	36

Caractéristiques

La patate douce présente l'avantage d'un cycle très court (quatre mois) ce qui permet à l'utiliser en culture dérobée, pratiquement en toute saison si la chaleur et l'humidité sont suffisantes.

La patate a beaucoup de points communs avec le manioc. Elle contient environ 25% de matière sèche constituée presque exclusivement d'amidon. Les minéraux et les vitamines sont pratiquement absents mais la patate contient en faible proportion (5% de la matière sèche) des protéines.

La patate fraîche, contrairement au manioc est peu digeste. Les animaux qui en consomment ne tardent pas à présenter des troubles digestifs avec ballonnement et diarrhée. Les indices de consommation s'élèvent bien que la ration fût équilibrée. (CERNING-BEROAR.J et LE DIVIDICH.J, 1976).

Utilisation de la patate douce dans l'alimentation porcine :

D'après des observations faites sur des terrains en Haïti, les porcs profitent des fanes de patate douce ainsi que des peaux et parfois même des tubercules servis crus ou bouillis. Les sous-produits de la culture de la patate douce constituent la plus grande proportion (36,8%) d'apport en MS disponibles pour les porcs dans une exploitation d'altitude dont 81% sous forme de fanes et pelures.

Les fanes de patate douce, de part leur teneur élevée en protéines brutes (21,9 en % de la MS), et leur teneur en cellulose brute comparativement assez faible constituent un fourrage de qualité.

Du point de vue nutritif, ce sont bien entendu la farine des tubercules déshydratés et les tubercules (frais ou cuits) qui présentent le plus grand intérêt.

L'intérêt des épluchures n'est également non négligeable, leur utilisation chez les porcs étant là assez limitée par leur faible teneur en matière sèche.

Nous vous proposons dans un premier temps de recenser les valeurs en énergie digestible et métabolisable dont nous disposons:

	MS.	ED ⁽¹⁾ Kcal/Kg de MS	EM ⁽¹⁾ Kcal/Kg de MS
Epelures fraîches	45.2	3785	3585
Epelures cuites	32.6	3790	3598
Tubercules frais	32.0	3864	3680
Tubercules cuits	44.9	4041	3854
Fanes de tubercules déshydratées	88.5	3792	3592

(1): Valeurs calculées pour des porcs

Ces chiffres font apparaître que les tubercules de patate douce constituent une bonne source d'énergie. En outre, ils sont extrêmement digestibles comme l'ont démontré (CERNING-BERORAD et LE DIVIDICH, 1976) dans l'une de leurs expérimentations :

En effet, l'amidon de la patate offre après celui des fruits à pain la plus grande sensibilité à l' α -amylase ce qui explique en partie sa plus grande disponibilité. (CERNING-BEROAR.J et LE DIVIDICH.J, 1976).

En outre la cuisson a également un effet très positif sur les coefficients de digestibilité de la matière organique et de l'azote de la patate douce: A ce niveau, elle affiche les coefficients les plus élevés. L'amélioration de la digestibilité apparente serait attribuable a une inactivation par la cuisson des pectines de la patate douce. (CERNING-BEROAR.J et LE DIVIDICH.J, 1976).

LE DIVIDICH et AL ont comparé l'utilisation de la banane et de la patate douce en alimentation douce. Les deux aliments sont présentés ad libitum crus entiers ou cuits et complémentés avec 1 ou 1,5 Kg d'un concentré riche en azote suivant la méthode de LEHMAN.

Le tableau ci dessous rassemble les données relatives au protocole expérimental mise en place ainsi que les résultats obtenus :

	Aliment témoin Classique	Patate douce				Banane			
		Cuite		Crue		Cuite		Cossette (crue)	
Niveau de complémentation (Kg d'alts concentré complémentaire/jour)		1	1.5	1	1.5	1	1.5	1	1.5
Durée de l'expérience (j)	127	148	138	173	153	140	135	161	146
Poids initial (Kg)	22.7	21.6	22.4	21.9	22.0	30.1	29.8	30	29.8
Poids final (Kg)	97.7	96.3	96.6	97.3	96.5	94.3	94.1	94.3	94.0
Gain moyen quotidien (Kg)	597	513	544	434	494	459	476	400	440
Indice de consommation	3.71	4.42	4.22	4.59	4.52	4.20	4.57	4.61	4.76
Coef. de digestibilité. de la MO de la ration (%)		94.50		92.40		87.55		83.57	

Source : Comptes - rendus - Septième congrée annuel - Martinique - Guadeloupe 1969.

La patate douce, de même que la banane ne permettent pas d'obtenir des croîts aussi importants qu'un aliment complet classique.

Cependant la patate douce assure des croîts plus élevés que la banane. Nous remarquons en outre la supériorité de la patate douce sur la banane en matière de digestibilité.

Limites maximales d'incorporation:

Les auteurs conseillent aux vues d'essais préalables de ne pas utiliser la patate douce chez des porcelets en déca d'un poids de 22 Kg.

A partir de ce poids, il faut 400 à 600 Kg de patate douce pour mener un porc jusqu'à 25 Kg en 5 mois. Ainsi à titre indicatif, un hectare de patate douce supposé entièrement destiné à l'élevage du porc et produisant 30 tonnes par an permettrait d'engraisser environ 60 porcs (à condition d'apporter un aliment complémentaire en quantité suffisante).

Ce cas de figure est assez peu probable et il est difficile d'envisager actuellement que les cultures soient mises en place exclusivement pour l'alimentation animale. Cette alternative est envisageable dans la seule hypothèse d'une surproduction.

En ce qui concerne les fanes de patate douce, leur emploi doit cependant être modéré en raison de leur forte proportion en cendres susceptibles de provoquer des diarrhées. Toutefois ce risque est minime compte tenu de la teneur en humidité des fanes qui de ce fait limite les quantités ingérées. (GÖHL B, 1982)

Les sources de protéines

E- LES OLEO-PROTEAGINEUX LES TOURTEAUX

Une grande variété de graines et de fruits sont cultivés pour leur huile. Parmi ceux-ci, certains sont utilisés également dans l'alimentation animale bien que l'on emploie plus couramment à cette fin les résidus d'extraction de l'huile. Leur teneur en protéines est en générale élevée et celle en hydrate de carbone faible. La teneur en graisse dépend de la méthode utilisée pour l'extraction de l'huile. Certaines gaines, telles celles du coton et du tournesol, sont entourées d'une coque qui, non enlevée avant la transformation, augmente considérablement la quantité de fibre dans le résidu et réduit par conséquent sa valeur nutritive. Si la coque est éliminée avant le traitement, le produit final est parfois dit «décortiqué», mais l'on utilise aussi l'expression «sans coque».

L'huile peut être extraite soit par un solvant soit par pression. Il existe deux méthodes de pression pour lesquelles on a recours soit à la pression hydraulique soit à la presse à vis. Avec la presse hydraulique, la graine est broyée, chauffée et enveloppée dans du tissu puis placée dans la presse. La quantité d'huile restant dans les tourteaux est légèrement supérieure à celle obtenue avec la presse à vis. Cette dernière méthode est généralement appelée le procédé par «expeller», bien que ce terme concerne une presse à vis d'un modèle particulier. La presse à vis fonctionne en continu; les graines sont pressées par une vis dans une cage tubulaire rétreinte vers la sortie. Ainsi, la pression s'accroît au fur et à mesure de la progression des graines et de l'élévation de la température, qui provoque la rupture des cellules et augmente la fluidité de l'huile, laquelle s'écoule par des petites ouvertures dans les parois de la cage. Le tourteau, lui, sort à l'extrémité de la cage. L'extraction à l'aide de presse à vis constitue la plus énergétique des méthodes de séparation en ce qui concerne le traitement thermique des protéines (environ 140°C), ce qui dans une certaine mesure, les abîme. Tous ces procédés sont appelés procédés mécaniques. **Le tourteau en résultant contient en général entre 5 et 10% d'huile. Celui-ci peut être broyé en un produit appelé tourteau broyé ou farine.**

L'extraction par solvant est plus poussée que par pression et l'huile retenue est généralement inférieure à 2%. La graine est broyée, placée dans des extracteurs, où le solvant est introduit par pompage, que l'on vide ensuite. Cette opération est répétée jusqu'à ce que la quantité d'huile demeurant dans les graines rende toute nouvelle séparation non rentable. Le solvant est récupéré par distillation et réutilisé. Le résidu des écales, appelé farine après broyage, est traité à la vapeur pour supprimer toute trace de solvant, puis séché. Les farines sont moins appréciées que les tourteaux et leur moindre teneur en matière grasse affecte évidemment leur valeur énergétique. Par contre, les tourteaux, contrairement aux farines, peuvent rancir.

PRODUIT:TOURTEAU DE COTON

MATIERE PREMIERE

énergétique ☐ azotée ☒ cellulosique ☐

Origine

Le but principal de la culture cotonnière est la production de fibres. Pour produire 1 tonne de lin, il faut environ 1.7 tonne de graines de coton. Une tonne de graines de coton donne environ 200kg d'huile, 500kg de farine et 300 kg de coques. Le tourteau résiduaire d'extraction à la presse hydraulique contient entre 4 et 8% d'huile et à la presse à vis entre 3 et 5%, alors que la farine obtenue par extraction au solvant en contient moins de 3%.

Selon le traitement subi par les graines avant la production industrielle de l'huile, on distingue plusieurs catégories de tourteaux (ou de farine d'extraction) ainsi classées:

a) Tourteaux décortiqués: Ce sont les meilleurs, leur couleur est jaune verdâtre et leur structure homogène, ce sont aussi les plus tendres.

b) Tourteaux semi-décortiqués: Les graines ne sont privées que d'une partie des coques; moins il y en aura, plus le tourteau sera clair et plus sa valeur fourragère sera meilleure.

c) Tourteaux bruts et non décortiqués: Ils contiennent toute la coque des graines, ce qui en diminue la digestibilité, le taux de cellulose étant très élevé. Leur couleur est plus foncée que celle des précédents et leur surface de cassure est teintée par les résidus de la coque.

d) Tourteaux cotonneux: Ils sont inutilisables dans l'alimentation, non seulement à cause de la présence de filaments mais aussi parcequ'ils peuvent être toxiques. (GÖHL B, 1982)

Composition chimique et valeur nutritive (g/kg)

Référence	INRA 1989
Type de produit	
Matière sèche	910
Matière minérale	64.6
Matière grasse	140
Matière azotée totale	410
Cellulose brute	130
Extractif non azoté	291
NDF	298
Amidon	
Calcium	2.0
Phosphore (digestible)	10.0
Acides aminés	
Lysine	17.2
Acides aminés soufrés:	12.4
*Méthionine	5.9
*Cystine	6.9
Thréonine	13.9
Tryptophane	4.9
Energie digestible (ED) kcal/kg	2450
Energie métabolisable (EM) kcal/kg	2225
CUDA des protéines	70

Caractéristiques

La composition des tourteaux peut varier suivant:

- La graine: (lieu de production, pourcentage en coques)
- La température de cuisson (influence sur la teneur en gossypol libre)
- La puissance de la pression
- La proportion des sous produits ajoutés aux tourteaux (coques, résidus de raffinage)

La richesse moyenne en protéines d'un tourteau de coton est de 41%. Ces protéines sont riches en acides aminés essentiels. (GÖHL B, 1982)

Utilisation du tourteau de coton dans l'alimentation porcine

La principale utilisation des tourteaux ordinaires est, de très longue date, l'alimentation du bétail. Ils occupent une place de choix en raison de leur grande richesse en protéines. ***Toutefois, les tourteaux de coton ne conviennent pas à toutes les catégories d'animaux en raison de la présence de gossypol.*** Les animaux qui y sont les plus sensibles sont les porcs et en général les animaux jeunes.

Le pigment gossypol a un effet inhibiteur sur les enzymes digestifs. C'est également un anti-oxydant biologique diminuant l'appétit et provoquant la constipation. Le gossypol est toxique pour les animaux monogastriques lorsqu'il est fourni en quantités suffisantes, les porcs et les lapins étant les animaux les plus sensibles. Les volailles sont plus tolérantes. Les ruminants adultes peuvent ingérer du gossypol alors que les jeunes bovins sont beaucoup plus sensibles à ses effets toxiques.

Seul le gossypol libre (défini d'après la quantité de gossypol pouvant être extraite à l'acétone aqueuse) est physiologiquement actif et toxique. Dans les graines brutes, la quantité de gossypol libre s'élève à 0.4 - 1.4% du poids de l'amande. Au cours du traitement, une grande partie se lie avec les protéines, les acides aminés, les huiles, ect..., de la graine sous forme de «gossypol lié». La quantité restante de gossypol libre est de 0.05 à 0.20% dans le tourteau résiduaire de pression à la presse hydrolitique, de 0.02 à 0.06% à la presse à vis «expeller», et d'environ 0.05% dans la farine extraite par pression préalable à l'extraction aux solvants. La farine extraite directement aux solvants en contient 0.1 à 0.4%. Il en résulte que le tourteau obtenu par extraction hydraulique et la farine aux solvants sont, avec leurs taux élevés en gossypol, essentiellement des aliments pour bovins.

TCHOUMBOUE.J (1982), a décrit un cas d'intoxication par du gossypol résiduel ou par un excès chronique de protéines digestibles dans le sang des porcins dans un élevage industriel de Yorkshire des environs de Yaoundé, au Cameroun.

Au début, les animaux recevaient la ration habituelle constituée par un aliment concentré industriel pour porcs et volailles comportant entre 10 et 12% de tourteau de coton décortiqué, complété par des aliments de lest: sissongho, manioc blanc non préparé, feuilles et troncs de bananiers.

L'éleveur, ayant eu la possibilité d'acheter un important stock de coton décortiqué servant de fabriquer le concentré en question, décide de remplacer le concentré de la ration par du tourteau à raison de 1.5-2 kg par bête et par jour.

Un mois après, les premiers symptômes et les premières mortalités apparaissent dans le troupeau.

Au début, la maladie se caractérise par de la torpeur, de l'abattement, une anorexie complète, puis la démarche devient rapidement chancelante, asthénique. Les animaux demeurent prostrés lorsqu'ils sont immobiles mais très tôt, c'est le décubitus ventral qui est la règle avec les pattes antérieures largement écartées pour faciliter visiblement une respiration toujours très difficile, dyspnéique et arythmique.

La maladie évolue vers la mort dans les 2 à 5 jours qui suivent l'apparition des premiers symptômes. Les porcelets âgés de 3 à 6 mois sont le plus fréquemment et mortellement atteints alors que les porcelets à l'allaitement ne sont pas touchés de façon appréciable, ce qui permet de supposer que le lait maternel n'a subi aucun changement important du point de vue qualitatif, malgré l'excès de tourteau de coton décortiqué présent dans la ration quotidienne de leur mère.

Le traitement symptomatique aussitôt instauré en faveur des malades n'a donné des résultats positifs que chez les porcs adultes, peut-être parce que moins sensibles, vu leur âge et leur poids, à l'excès de tourteau de coton dans leur alimentation quotidienne. Ce traitement semble avoir été favorisé par l'introduction dans leur ration, exempte de tourteau d'arachide, de 2 à 3 kg de manioc par tête et par jour, pour sa teneur élevée en glucides facilement assimilables. (TCHOUMBOUE.J, 1982).

Les effets biologiques du gossypol peuvent être aussi neutralisés par l'addition de fer sous forme de sulfate ferreux. La détermination de la quantité de fer à ajouter est largement empirique. Pour favoriser la croissance, on utilise l'équilibre fer-gossypol libre dans les proportions suivantes: Poulets à rôtir, 2:1, Pondeuses, 4:1, et porcs, 1:1

MISSOHOUE.J et AGBOHON.A, 1995, ont étudié, au Sénégal, l'effet d'une substitution partielle du tourteau d'arachide par le tourteau de coton sur les performances en vif et en carcasse du porc local. L'expérience a porté sur 27 porcelets mâles de race locale âgés d'environ 2 mois et pesant en moyenne 5kg. Les porcs sont répartis de façon aléatoire en trois lots de 9 animaux.

Avant les essais, les animaux ont été déparasités au Levamisolnd, à raison de 1.5ml/kg de poids vif et ont été castrés. Les aliments et l'eau ont été distribués à volonté au cours de l'expérience qui a duré 116j. Les lots suivants ont été constitués:

- 1 lot témoin (lot C 0): les animaux ont reçu une alimentation à base de maïs, de drêches de brasserie, de 19% de tourteau d'arachide (TA) et de farine de poisson.
- 1 lot C 25: dans le régime distribué à ces animaux, 25% du ton a été substitué, poids pour poids, par du tourteau de coton (TC). Les caractéristiques chimiques du coton et celle des autres sources de protéines utilisées figurent au tableau.1.
- 1 lot C50: une substitution poids par poids, de 50% de TA par le TC a été réalisée.

Le tableau 2 présente la composition centésimale et chimique des rations utilisées. Les quantités d'aliment consommées quotidiennement ont été déterminées par la différence entre les quantités distribuées la veille et les refus récoltés le lendemain. l'évolution pondérale des porcs a été évaluée par des pesées hebdomadaires.

Les performances moyennes de croissance sont présentées au tableau 3. Le poids final augmente avec le niveau d'incorporation de coton dans la ration. Il est de 12% plus élevé ($P<0.05$) chez les porcs du lot C50 que chez ceux du lot témoin. Le régime alimentaire n'a pas d'effet significatif ($P<0.05$) sur la consommation d'aliments mais celle-ci est un peu plus faible chez les animaux complémentés au TC que chez les autres animaux. L'indice de consommation (IC) tend ($P<0.10$) à diminuer avec l'augmentation du niveau d'incorporation du TC dans la ration; il est de 2.7% et de 13% plus faible dans les lots C25 et C50 respectivement que dans les lots C0.

Tableau 1: Caractéristiques chimiques mesurées des tourteaux de coton, d'arachide et de la farine de poisson.

	Tourteau de coton	Tourteau d'arachide	Farine de poisson
Matière sèche (% Matière brute)	93	91	98
Protéines brutes (% Matière sèche)	51	57	42
Matière grasse	1.5	0.1	11.8
Cellulose brute	8.2	6.2	
Cendres brutes	4.8	4.4	40

Tableau 2: Composition des rations

	Niveau d'incorporation du tourteau de coton		
	C0	C25	C50
Matières premières(%)			
Maïs*	60	60	60
Drêches de brasserie séchée*	10	10	10
Tourteau d'arachide	19	14.25	9.5
Tourteau de coton	0	4.75	9.5
Farine de poisson	8	8	8
Carbonate de calcium	1.6	1.6	1.6
Sel marin	0.5	0.5	0.5
Complément minéral vitaminé**	0.5	0.5	0.5
DL Méthionine	0.2	0.20	0.2
DL Lysine	0.2	0.2	0.2
Total	100	100	100
Teneur en nutriments(%)			
Matière sèche	89.1	89.2	89.3
Protéine brute	21.3	21.2	21.0
Lipides	3.88	3.94	4.0
Cellulose brute	4.12	4.48	4.85
Cendres brutes	7.45	7.47	7.49
Calcium	0.88	0.89	0.91
Phosphore	0.47	0.47	0.49

*Valeurs de la table de composition des aliments de L'IEMVT (*Manuel d'alimentation des ruminants en milieu tropical. Maisons Alfort, Institut d'Élevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux, 1991, 529pp.*), utilisée dans le calcul de la teneur en nutriments.

**Garanties au kg de complément: vitamine A: 2000000 UI, vitamine D3: 400000UI, vitamine E: 4000UI, cuivre: 1600mg, manganèse: 12400mg, fer: 8000 mg, zinc: 10000mg, sélénium: 24mg.

Tableau 3: Effets du régime alimentaire sur les performances de croissance et l'efficacité alimentaire du porc

Variables	C0	C25	C50	SE	
Poids vif initial (kg)	5.16	5.08	4.97	0.15	ns
Poids vif final (kg)	31.8 ^a	31.9 ^a	35.5 ^b	0.59	*
Gain moyen quotidien (g)	230 ^a	230 ^a	263 ^b	5.49	*
Consommation totale d'aliments (kg)	117.5	113.6	115.9	2.93	ns
Consommation journalière d'aliment (kg)	1.01	0.98	1.0	0.02	ns
Indice de consommation	4.37	4.24	3.8	0.09	t

C0: lot témoin; C25 et C50: 25% et 50% de substitution de tourteau d'arachide par le tourteau de coton, SE: Erreur standard
 $P < 0.05$; t(tendance) $p < 0.1$; ns (non significatif) $p > 0.1$. sur la même ligne, les valeurs indiquées ne portant pas la même lettre sont significativement différents ($p < 0.05$).

Les résultats de cette expérience montrent que la substitution partielle du tourteau de coton produit au Sénégal au tourteau d'arachide s'est traduite par une amélioration des performances en vif et en carcasse de porcs. Toutefois l'hypertrophie hépatique observée pourrait traduire une intoxication latente des animaux. La substitution partielle, en alimentation porcine du tourteau de coton au tourteau d'arachide ne paraît donc envisageable que sur une courte période.

En conclusion, il paraît que toutes les sources d'informations s'accordent pour indiquer que le tourteau de coton doit être utilisé avec prudence dans l'alimentation porcine. Certains conseillent même de le proscrire en raison de la présence d'acides gras cyclopropéniques (malvalique, sterculique), et de gossypol. De nombreux désordres organiques dus à la présence combinée de ces agents ont été relevés tels qu'une croissance réduite et des avortements.

En Amérique, on a étudié un procédé qui permet l'emploi de ces produits dans l'alimentation des porcs ; il est basé sur la cuisson sous-pression des résidus de l'extraction de l'huile des graines de coton afin d'en éliminer toute trace de gossypol. Nous ne disposons cependant pas de plus amples informations sur la validité de ce procédé.(MISSOHOU.J, AGBOHON.A, 1995)

PRODUIT: TOURTEAU DE SOJA

MATIERE PREMIERE

énergétique ☐

azotée

☒

cellulosique

☐

Origine

Sous produit obtenu après extraction de l'huile des graines de soja préalablement décortiquées. Il est commercialisé sous les appellations «Soja 50», 48, 46, 44 en fonction de sa teneur en protéines et matières grasses. (ITP, Édition 1991)

Composition chimique et valeur nutritive (g/kg)

Référence	INRA 1989	INRA 19889	ITP-PORFAL 1991		
Type de produit	«44»	«48»*	«50»		
Matière sèche	880	880	880	CUD	
Matière minérale	60	63	66	Soja «50»	Soja «48»
Matière grasse	18	20	20	34%	34%
Matière azotée totale	425	458	475	93%	92%
Cellulose brute	74	56	37	85%	80%
Extractif non azoté	303	283	275	96%	95%
NDF	135	123	70		
Amidon	33	30	31		
Calcium	3	3	2.6		
Phosphore (digestible)	6.2 (2.3)	6.9 (2.6)	6.7 (2.5)	38%	38%
Acides gras					
Acides linéiques			9.6		
Acides aminés (digestibles)					
Lysine	27 (22.7)	29.1 (25.0)	30.2 (26.0)	87%	86%
Acides aminés soufrés	12.7 (10.0)	13.7 (11.1)	14.4 (11.7)		
* Méthionine	5.9 (4.9)	6.3 (5.4)	6.7 (5.8)		
*Cystine	6.8 (5.0)	7.4 (5.6)	7.7 (5.9)		
Thréonine	16.7 (12.8)	17.9 (14.1)	18.7 (14.8)	80%	79%
Tryptophane	5.7 (4.6)	6.2 (5.1)	6.4 (5.3)	84%	83%
Energie digestible (ED) kcal	3430	3500	3570		
Energie nette (EN) kcal					
EN6	1810	1850	1900		
EN19	1850	1890	1940		

*Sur les marchés tropicaux, on trouve essentiellement du tourteau de soja «48»

Caractéristiques

L'appellation «50», «48», correspond à la somme MAT+MG du produit exprimé en pourcentage du produit brut. La teneur en matière grasse est de l'ordre de 20%. Ces différentes qualités dépendent des quantités de pellicules de soja réincorporées au tourteau décortiqué. C'est une matière première riche en protéines de très bonne qualité: Taux élevé de lysine, composition proche de «la protéine idéale», pour les quatre acides aminés principaux, digestibilité des acides aminés excellente. (ITP, ITCF-AGPM, Rapport 1994)

Limites maximales d'incorporation

Caractéristiques (en % de l'aliment)	TYPE D'ALIMENT					
	Porcelet 1er âge	Porcelet 2ème âge	Porc	Futur reproducteur	Truie gestante et verrat	Truie allaitante
Tourteau de soja «48»	20	NL	NL	NL	NL	NL
Tourteau de soja «50»	20	NL	NL	NL	NL	NL

Source : (ITP, ITCF-AGPM, Rapport 1994)

Stockage et conditions d'utilisation

- * Suivant le système énergétique utilisé en formulation, le tourteau de soja apparaît:
 - Comme une matière énergétique et azotée (Système énergie digestible).
 - Comme une source de protéines de bonne qualité (Système Energie nette), sa valeur énergétique étant dépréciée par rapport à celle des protéagineux.
- * Le tourteau de soja a subi des traitements thermiques afin de détruire les facteurs antinutritionnels de la graine (Facteurs antitrypsiques). Un excès ou une insuffisance de cuisson limite la qualité de protéines (En particulier, diminution de la disponibilité de la lysine). (ITP, ITCF-AGPM, Rapport 1994)

Contrôles à effectuer

Matière sèche
Matière azotée totale
Cellulose brute

Produit: Tourteau d'Arachide 50

MATIERE PREMIERE

énergétique

☐

azotée

☒

cellulosique

☐

Origine

Le tourteau d'extraction d'arachide et le tourteau de pression d'arachide sont des sous produits de l'industrie de l'huile d'arachide.

Les caractéristiques organoleptiques varient non seulement avec le procédé mais aussi avec le type d'huile qui a été obtenu (pression ou extraction par solvants, les tourteaux de pression étant plus riches en lipides).

Composition chimique et valeur nutritive (g/kg)

Référence	INRA 1989
Type de produit	Arachide 50
Matière sèche	910
Matière minérale	54.0
Matière grasse	14
Matière azotée totale	492
Cellulose brute	100
Extractif non azoté	250
NDF	170
Amidon	69,0
Calcium	1.6
Phosphore (digestible)	6.0
Acides aminés	
Lysine	17,0
Acides aminés soufrés:	11,8
*Méthionine	4.9
*Cystine	6,9
Thréonine	13,3
Tryptophane	4.9
Energie digestible (ED)kcal/kg	3640
Energie métabolisable	3295
CUDA des protéines	90

Caractéristiques

Un bon tourteau d'arachide a une odeur agréable et une saveur douceâtre. Sur la base des règlements officiels américains de contrôle, le tourteau d'extraction ou de pression ne devrait pas contenir plus de 7% de cellulose, cette valeur correspond à 2% de parties corticales (gousses). Quand cette valeur est plus élevée, il faut en déduire que l'arachide n'a pas été décortiquée soigneusement ou que l'on a ajouté des gousses aux graines.

Un bon tourteau d'extraction d'arachide avec 45% de protéines, obtenu par des arachides bien pelées, ne devrait pas accuser plus de 6% de cellulose. Quand ce taux de cellulose brute est notablement supérieur, la digestibilité de la protéine s'en trouve diminuée par voie de conséquence : c'est ainsi qu'avec 12,6% de cellulose, la digestibilité se réduit à 76,0%. Un produit avec 12,6% de cellulose contient généralement 13% en plus de parties corticales que le permet un bon produit d'arachides que le permet un bon produit d'arachides pelées, la coque d'arachide a une valeur nutritive extrêmement limitée.

Un tourteau d'arachide avec 46 à 48% de protéines contient 42,5% de protéines digestibles et possède une digestibilité totale de 84,5%. Il a donc un pouvoir nutritif total plus élevé que celui du tourteau d'extraction de soja.

Le tourteau d'arachide et de coques avec une proportion de protéines d'environ 40 à 42% (pression ou extraction) possède à peu près 36,5% de protéines digestible et 73,7% de substances digestibles totales. Il est donc de point de vue de sa valeur nutritive plus appréciable qu'un bon tourteau de graines de coton.

La qualité de la protéine du tourteau d'arachide est bonne et ses caractéristiques se rapprochent de celles du tourteau de soja. Le contenu en acides aminés essentiels est moins équilibré dans la protéine de l'arachide qu'il ne l'est dans celle des autres tourteaux d'emploi courant, comme le soja ou le coton décortiqué. Dans l'arachide, la teneur en méthionine, en lysine et en tryptophane est basse. Il faudra tenir compte de cette valeur biologique inférieure lorsque l'on aura à évaluer la fraction protéique des aliments composés.

Au niveau de sa composition minérale, le tourteau d'arachide contient moins de calcium et à peu près la moitié moins de phosphore que le tourteau de coton décortiqué.

Il manque de caroténoïdes comme d'ailleurs la majeure partie des tourteaux de graines oléagineuses (GÖHL B, 1982)

Utilisation du tourteau d'arachide dans l'alimentation porcine

Le tourteau d'arachide se classe parmi les meilleurs suppléments protéiques pour tous les animaux d'élevage. Cela est dû non seulement à sa richesse en protéines, à la bonne qualité de la protéine elle-même et aux principes digestibles totaux, mais également à sa grande appétabilité auprès des animaux.

Chez les porcs

Le tourteau d'arachide est consommé volontiers par les porcs qui le préfèrent au maïs. Il peut entrer dans le mélange pour les porcs dans des proportions de 15 à 20% pour les cochons de lait et de 10 à 12% au moment de l'engraissement.

L'huile des tourteaux d'arachide peut provoquer un ramollissement des graisses chez les porcs élevés par le bacon. On préfère dans ce cas la farine d'arachides décortiquées «extraite». Il est possible d'éviter ce ramollissement en introduisant dans le régime alimentaire six parts de brisures de sorgho ou cinq parts de farine de maïs pour chaque part de tourteaux d'arachide. (*GÖHL B, 1982*)

PRODUIT: TOURTEAU DE COPRAH

MATIERE PREMIERE

énergétique ☐

azotée ☒

cellulosique ☐

ORIGINE

Le coprah provient de la noix de coco qui, défibrée dans un premier temps, doit être ouverte en deux ou trois parties par percussion: La partie du fruit comestible est séchée jusqu'à une teneur en eau inférieure à 6% pour éviter toute altération. Le résidu obtenu est connu sous le nom de farine (ou tourteau) de coco, farine de coprah. (MINISTÈRE DE LA COOPÉRATION, 1991, «Mémento de l'agronome»)

Composition chimique et valeur nutritive (g/kg)

Référence	INRA 1989
Type de produit	
Matière sèche	900
Matière minérale	70.0
Matière grasse	160
Matière azotée totale	215
Cellulose brute	160
Extractif non azoté	439
NDF	540
Amidon	
Calcium	1.8
Phosphore (digestible)	6.0
Acides aminés	
Lysine	6.6
Acides aminés soufrés:	6.3
*Méthionine	3.2
*Cystine	3.1
Thréonine	6.7
Tryptophane	1.5
Energie digestible (ED)kcal/kg	2800
Energie métabolisante (kcal/kg)	2675
CUDA des protéines	63

CARACTERISTIQUES

Le tourteau de coprah, de bonne qualité, devrait être blanchâtre ou brun très clair. Une couleur plus foncée dénonce une trop forte température au cours de l'extraction et par conséquent un pouvoir nutritif amoindri, la digestibilité se trouvant de ce fait, considérablement diminuée. Son odeur est agréable et rappelle celle de la noix de coco. En général, le tourteau de coprah est très friable, et tout le bétail, quel qu'il soit, en est très friand.

Etant spongieux, il se prête tout particulièrement à l'absorption des mélasses: Le candied koprah, employé par les Américains, est un mélange de farine de coco et de proportions considérables de mélasses de canne. Ce mélange contient en général 11 à 14% de protéines.

Le tourteau de coprah est en général moins riche en protéines que les autres tourteaux de graines oléagineuses mais il en renferme cependant plus que le son de blé, sa teneur moyenne en protéines étant voisine de 20%.

La protéine de coprah, tout en étant plus appréciée que celle des issues de blé, est d'une qualité inférieure à celle de la farine de soja. C'est pour ce motif que l'on conseille de ne pas considérer ce tourteau comme source unique de protéine quand on l'adjoint à un mélange de graines et d'issues de blé, soit pour l'alimentation des porcs, soit pour celle de la volaille- le meilleur correctif est représenté dans ce cas par les farines de viande et de poisson.

La teneur en graisses du tourteau de coprah est en moyenne de 6 à 8% dans le tourteau de pression: Ce fort contenu en matières grasses élève la valeur alimentaire du produit mais peut, s'il est exagéré, déterminer très facilement une altération due au rancissement de la fraction lipidique. Il faut donc avoir soin de conserver le produit de préférence dans des locaux frais et secs, et veiller à ce que le tourteau ou la farine de coco, offerts aux animaux ne soient pas trop vieux, et donc, rancir. Le cas échéant, ils pourraient provoquer des diarrhées.

Le contenu en cellulose brute est relativement élevé, particulièrement en ce qui concerne la farine de coco.

La digestibilité, tant du tourteau que de la farine d'extractions est très grande. On peut la calculer comme suit pour chaque fraction du produit et en se rapportant aux ruminants: Pour la protéine brute:90, pour la matière grasse brute:96%, pour l'extractif non azoté: 84%, pour la cellulose brute: 63%.

En ce qui concerne le contenu en éléments minéraux, le tourteau de coprah, comme en général les tourteaux de graines oléagineuses, est particulièrement riche en phosphore (0.64%) et relativement moins riche en calcium. (0.10 à 0.20%). (GÖHL B, 1982)

Utilisation du tourteau de coprah dans l'alimentation porcine

D'un point de vue pratique; la farine de coco se gonflant terriblement dans l'eau, il est préférable de l'humidifier avant de la donner en grandes quantités. Les animaux non habitués à ce produit éprouvent tout d'abord quelques répugnances à son égard, qui se transforme rapidement en attirance si on l'introduit graduellement dans la ration.

Chez les porcs, le tourteau de coprah peut être employé pour les animaux à l'engrais chez lesquels il détermine une amélioration de la qualité de la viande et de la graisse: C'est dans le sens qu'il peut trouver une excellente utilisation comme correctif précieux d'autres aliments, qui provoquent une consistance molle des graisses et du lard, tels que les issues de riz et d'autres graines oléagineuses, les pulpes et les drêches fraîches ect..... La quantité de tourteaux à donner aux porcs à l'engrais peut varier de 0.50 à 0.75 kg par jour, soit 20 à 30% du mélange.

La farine de coco est assez riche en fibres, ce qui limite son introduction dans les rations pour les porcins. Suivant les autres aliments, elle peut constituer jusqu'à 25% de la ration totale. Dans les régions où la farine de coco est abondante et à condition que l'on soit prêt à accepter un indice de consommation inférieur, celle-ci peut représenter 50% de la ration. Elle produit également des graisses fermes chez les porcs. (GÖHL B, 1982)

PRODUIT: TOURTEAU DE PALMISTE

MATIERE PREMIERE

énergétique

☐

azotée

☒

cellulosique

☐

ORIGINE

Résidu de l'extraction de l'huile de palmiste. Le palmiste serait d'origine Africaine, le foyer se trouvant vraisemblablement le long du golfe de Guinée, région où l'on trouve encore des palmeraies naturelles, spontanées, très étendue (MINISTÈRE DE LA COOPÉRATION, 1991, «Mémento de l'agronome»)

Composition chimique et valeur nutritive (g/kg)

Référence	INRA 1989
Type de produit	
Matière sèche	900
Matière minérale	39.0
Matière grasse	17.0
Matière azotée totale	185
Cellulose brute	150
Extractif non azoté	509
NDF	520
Amidon	30.0
Calcium	2.8
Phosphore (digestible)	6.0
Acides aminés	
Lysine	6.6
Acides aminés soufrés:	7.0
*Méthionine	3.2
*Cystine	3.8
Thréonine	6.1
Tryptophane	1.9
Energie digestible (ED)kcal/kg	2700
Energie métabolisable (EN) kcal	2580
CUDa des protéines	70

Caractéristiques

Comparé au tourteau de coton, le tourteau de palmiste est légèrement plus énergétique mais de valeur sensiblement égale au tourteau de coprah. En revanche, sa valeur énergétique reste nettement en deca de celle du tourteau d'arachide et de soja.

La composition et la digestibilité du tourteau de palmiste sont en rapport avec le pourcentage de coques des fruits et des procédés industriels d'extraction des lipides.

Le tourteau de palmiste est un des tourteaux les moins riches en matières protéiques. Le produit courant contient approximativement autant de protéines que les issues de meunerie. Sa composition chimique est sensiblement la même que celle du tourteau de coprah. Les principes alimentaires totaux sont cependant plus élevés dans le tourteau de palmiste que dans les issues de meunerie à cause du contenu en matières grasses et de la digestibilité des composants.

La couleur du tourteau et de la farine est blanc grisâtre, un piqueté brun noir est dû principalement aux pellicules fines de la graine et particulièrement aux déchets du péricarpe fibreux des fruits. (GÖHL B, 1982)

Utilisation du tourteau de palmiste en alimentation porcine

Du point de vue économique, l'introduction du tourteau de palmiste dans l'alimentation porcine est rentable en raison de son faible prix.

Cependant, en raison de son odeur forte, de sa texture sèche et granuleuse, les tourteaux de palmiste ne sont pas facilement acceptés par tous les types d'animaux. Cette absence d'appétabilité est moins importante et moins ressentie lorsque le tourteau n'est qu'un constituant d'un mélange. En conséquence, il faut le donner en petite quantité, mélangé dans la ration ou mélassé. La farine extraite par solvant est considérée comme étant particulièrement peu appréciée.)

De bons résultats ont été obtenus pour les porcins avec des rations contenant 20 à 30% de farine de palmiste. Des proportions plus importantes provoquent généralement des diarrhées, bien que, pour l'engraissement des porcs, il ait été affirmé que des rations de 62.4% de farine palmiste, 35.1% de maïs et 2.5% de farine de sang aient permis une augmentation pondérale hebdomadaire de 4.5kg par animal. Les jeunes porcs ne l'acceptent pas toujours mais son introduction dans leur alimentation peut se faire très graduellement. Le tourteau, ou la farine de palmiste, tendent à produire une viande ferme et de bonne qualité. (GÖHL B, 1982)

F- ALIMENTS D'ORIGINE ANIMALE

L'intérêt considérable des aliments d'origine animale pour améliorer la valeur nutritive des rations destinées aux monogastriques est bien connu. Avec les régimes à base de céréales ou autres produits végétaux, il est difficile d'éviter des carences en acides aminés essentiels et en certaines vitamines. Les aliments d'origine animale peuvent remédier à ces carences, et c'est la raison pour laquelle, même à petites doses, ils sont susceptibles d'améliorer considérablement la valeur nutritive globale de la ration. Ils sont rarement utilisés pour les ruminants qui n'exigent en général ni vitamine B ni protéines de haute qualité.

Produit: Farine de sang

MATIERE PREMIERE

énergétique

☐

azotée

☒

cellulosique

☐

Origine

Tout type d'abattoir (excepté de porc et de sanglier) disposant d'un système de récupération du sang à l'exclusion du sang des animaux saisis. (ITP, édition 1991).

Composition chimique et valeur nutritive(g/kg)

Référence	ITP-PORFAL 19991	INRA 19889	ITP-ITCF 1991	
Type de produit	Sang frais	Farine de sang	Farine de sang	
Matière sèche	190	900	900	
Matière minérale	9.4	44.5		CUD (Farine)
Matière grasse	2.1	11	10	0%
Matière azotée totale	177	840	837	84%
Cellulose brute	0	0	0	0%
Extractif non azoté	1.5			84%
NDF				
Amidon				
Calcium	0.6	3.0	3.1	
Phosphore (digestible)	0.6 (0.4)	2.5 (2.0)	2.7 (2.2)	80%
Acides aminés (digestibles)				
Lysine	15.9 (14.3)	76.2 (68.6)	75.3 (67.8)	90%
Acides aminés soufrés	3.5 (2.8)	16.8 (12.6)	16.7 (11.1)	
* Méthionine	1.8 (1.4)	9.3 (7.4)	8.4 (6.7)	80%
*Cystine	1.8 (1.3)	7.5 (5.2)	8.3 (4.4)	70%
Thréonine	8.5 (7.1)	4.0 (33.2)	40.1 (33.3)	83%
Tryptophane	2.1 (1.8)	10.6 (9.1)	10.1 (8.7)	86%
Energie digestible (ED) kcal	770	3900	3645	
Energie nette (EN) kcal				
EN6	370			
EN19	350	1830		

Caractéristiques

La farine de sang est très riche en lysine, en valine, en histidine. Elle présente une déficience importante d'isoleucine et d'acides aminés soufrés et plus légère du tryptophane. (Tab 1) (RERAT.A, HENRY.Y et al, 1975)

Tableau 1: Composition en acides aminés indispensables de la farine de sang, du maïs (1) et du tourteau de soja (1).

	Mais (2)	Soja (2)	Farine de sang (2)	Mais	Soja	Farine de sang	Besoins du porc
Acides aminés	g pour 16g d'azote			en pourcentage de leur somme			
Thréonine	3.8	4.1	4.0	10.0	9.3	9.7	10.2
Valine	5.4	5.3	8.45	14.2	12.0	20.5	10.0
Isoleucine	3.95	5.0	1.15	10.4	11.3	2.8	11.5
Leucine	12.3	7.8	13.45	15.6	16.7	4.2	13.7
Tyrosine	4.25	3.85	2.9	12	12	12	12
Phénylalanine	5.1	5.15	7.0	12	12	12	12
Méthionine	2.2	1.5	0.85	5.8	3.4	2.1	12.6
Cystine	2.5	1.75	1.30	6.6	4.0	3.2	12.6
Lysine	3.25	6.5	9.47	8.6	14.7	23.0	16.5
Histidine	2.85	2.70	6.90	7.5	6.1	16.8	4.8
Arginine	4.80	7.4	4.5	7.3	7.3	7.3	6.0
Tryptophane	0.70	1.25	0.6	1.8	4.1	1.5	2.6
ΣAA (3)	37.9	44.1	41.10				

(1) Pour le maïs et le tourteau de soja, d'après PION et al (1971).

(2) N x 6.25: maïs 9.0 - soja 50.5 - farine de sang 85.8.

(3) Σ AAI: somme des acides aminés indispensables calculée selon les conventions définies par PION et al. (1963).

D'après ce tableau, il en sort qu'une comparaison avec l'analyse de maïs montre que la combinaison de ces deux matières premières, quelles que soient les proportions employées ne pourra faire éviter un déficit marqué en Isoleucine et moins net en tryptophane, et enfin un déficit léger en acides aminés soufrés.

La combinaison de ces deux aliments avec le soja devrait réduire ces trois déficits. (RERAT.A, HENRY.Y et al, 1975)

A partir de 1000 kg de poids vif, on obtient 6kg de farine de sang. Les méthodes modernes de production comportent le séchage en couches fluidifiées, la lyophilisation, ou le séchage dans un courant d'air chaud sur un support poreux. Ces procédés donnent une poudre soluble à l'eau que l'on désigne sous le nom de «farine de sang», pour la distinguer du sang ordinaire, moins soluble. (GÖLH.B,1982).

Utilisation de la farine de sang en alimentation porcine

La farine de sang pourrait constituer un excellent complément à une ration à base de céréales, à la condition toutefois, que soient comblés les déficits en aminoacides de ses matières azotées. L'intérêt économique d'une telle opération est illustré par le volume annuel de ces protéines-environ 50.000T-qui sont à l'heure actuelle gaspillées dans une proportion importante. (RERAT.A, HENRY.Y et al, 1975)

C'est pourquoi, une expérience a été réalisée en vue d'apprécier la valeur de remplacement de la farine de sang vis-à-vis du tourteau de soja dans une ration à base de maïs, et de préciser les facteurs limitants de ce complément azoté.

Le schéma expérimental comprend 6 traitements expérimentaux, utilisant des régimes à base de maïs et renfermant 17 à 18p cent de matières azotées.les divers régimes sont conçus de la manière suivante:

-Régime 1: régime témoin formé d'un mélange de maïs et de tourteau de soja (à 50p cent de matières azotées).

-Régime 2: dans lequel l'apport complémentaire du maïs est fourni par moitié par du tourteau de soja (50p cent matières azotées) et par la farine de sang (soit 6p cent à 86 p cent de matières azotées).

-Régime 3: dans lequel la totalité du tourteau de soja est remplacée par la farine de sang (soit 12p.cent du régime).

-Régime 4: qui correspond au régime 3 supplémenté par de l'isoleucine (0.05p.cent L Isoleucine)

-Régime 5: qui correspond au régime 3 supplémenté par du L tryptophane (0.03 p. cent).

-Régime 5: correspond au régime 3 supplémenté par ces deux acides aminés (L-isoleucine 0.05p cent +L-tryptophane 0.03p.cent).

Les régimes 1, 2, 3 sont destinés à mesurer l'aptitude de la farine de sang à remplacer le tourteau de soja ,les régimes 4, 5, 6 à identifier les facteurs limitants éventuels d'un régime maïs-sang. La composition des régimes est rapportée dans le tab 2, leurs teneurs en acides aminés dans le tab 3.

Tableau 2: Composition des régimes expérimentaux

Régime Composition p.cent	1	2	3	4	5	6
Maïs	75.4	79.8	84.2	84.2	84.2	84.2
Tourteau de soja (50% Nx 6.25)	21	10.5	-	-	-	-
Farine de sang	-	-	12	12	12	12
Phosphate bicalcique	1.0					
Craie broyée	1.2					
Sel marin	0.3					
Mélange oligo-éléments (1)	0.1					
Mélanges vitamines (2)	1.0					
Acides aminés supplémentaires (3)						
L-isoleucine	-	-	-	0.05	-	0.05
L-tryptophane	-	-	-	-	0.03	0.03
Résultats d'analyse						
Matière sèche p.cent	88.5	89.7	89.3	89.0	88.3	88.6
Matières azotées p.cent matières fraîches	17.0	17.2	18.7	18.3	18.3	18.2

(1): Mélange oligo-éléments (HENRY et BOURDON, 1973)

(2): Mélange vitaminique (HENRY et BOURDON, 1973)

(3): Les acides aminés supplémentaires sont introduits dans les mélanges vitaminiques

Tableau 3: Teneurs (p.100) en quelques acides aminés indispensables des régimes expérimentaux

Régime	1	2	3	4	5	6
Lysine	0.91	1.07	1.23	1.23	1.23	1.23
Acides aminés soufrés	0.65	0.62	0.57	0.57	0.57	0.57
Thréonine	0.69	0.71	0.70	0.70	0.70	0.70
Isoleucine	0.78	0.60	0.42	0.47	0.42	0.47
Leucine	1.66	2.01	2.35	2.35	2.35	2.35
Tryptophane	0.18	0.15	0.11	0.11	0.14	0.14
Rapport Leucine Isoleucine	2.13	3.35	5.6	5.0	5.6	5.0

Il n'existe qu'un nombre réduit d'expériences concernant la valeur nutritive de la farine de sang comme supplément azoté des régimes du porc. En général ces travaux montrent que la farine de sang peut avantageusement constituer une partie de l'apport azoté des régimes du porc en croissance et présente même une meilleure valeur de supplémentation que la farine de poisson.

Cependant les performances obtenues par ces auteurs ne sont pas maximales et on peut penser que le régime est subcarencé en certains acides aminés.

En tout cas, la croissance maximum ne peut être obtenue que si l'on ajoute de Isoleucine au régime. (RERAT.A, HENRY.Y et al, 1975)

Pour un régime à base de maïs-farine de sang, les meilleurs performances étant atteintes avec une addition de 5g seulement d'isoleucine par kg de régime (soit 0.47 p100 d'isoleucine totale dans le régime). Par contre, l'addition d'isoleucine seule en phase de finition paraît inutile. (RERAT.A, HENRY.Y et al, 1975).

A l'opposé, l'addition de tryptophane seul se révèle plutôt néfaste durant la période de croissance: Tout se passe alors comme si le tryptophane étant un facteur de déséquilibre par excès tel que cela a été signalé chez le porc avec la méthionine ou la lysine. Cette activité défavorable est cependant fugace et le ralentissement de croissance constaté durant la période initiale de 25-60 kg est suivi d'une accélération de croissance durant la phase de finition, on peut penser qu'il s'agit là d'un effet de croissance compensatrice.

La composition des régimes est rapportée dans le tableau 2, leurs teneurs en acides aminés dans le tab 3.

Il convient cependant de remarquer que c'est la double supplémentation en Isoleucine et en tryptophane qui permet d'obtenir les performances optimales, principalement pendant la phase initiale de croissance à partir d'un régime apportant 0.2 p100 Isoleucine et 0.11 p100 de tryptophane. (RERAT.A, HENRY.Y et al, 1975)

Limites maximales d'incorporation

Caractéristiques (En % de l'aliment)	TYPE D'ALIMENT					
	Porcelet premier âge	Porcelet deuxième âge	Porc	Futur reproducteur	Truie gestante et verrat	Truie allaitante

Farine de sang 0 0 5 0 0 0

Source: ITP-ITCF-AGPM, Rapport 1994

Les taux d'incorporation de la farine de sang sont essentiellement limités par son prix, étant donné que ceux d'abattoirs de la zone tropicale et particulièrement en Afrique, sont équipés pour une récupération industrielle du sang et pour la fabrication rationnelle de sang sec. Aussi, les farines que l'on trouve le plus souvent sont elles aussi des productions artisanales. (SERRES.H, 1982).

Stockage et conditions d'utilisation

Il faut signaler que dans les pays où sévit la tuberculose bovine, la cuisson du sang est une nécessité sanitaire, même si elle dénature quelque peu les protéines et diminue leur efficacité biologique. (SEERES.H, 1982)

Il sera aussi nécessaire de mettre en place des systèmes de récolte irréprochables sur le plan d'hygiène et de communication. On peut concevoir des systèmes d'aspiration sous vide dans des cuves réfrigérées permettant un stockage relativement bref avant la dessiccation. Il faut souligner également que cette dernière opération doit être menée avec précaution, peut-être sous forme d'atomisation pour éviter la détérioration des protéines.

Enfin, il faut rappeler que l'entreposage de la farine de sang doit lui-même offrir le maximum de garanties sur le plan de l'environnement (température, humidité). Ce n'est qu'à la condition de remplir l'ensemble de ces garanties que l'on peut espérer voir la farine de sang conserver l'ensemble de ses qualités nutritives fortes intéressantes en complémentarité pour l'alimentation azotée. (RERATA, HENRY.Y et al, 1975)

Produit: Farine de poisson

MATIÈRE PREMIERE

énergétique

☐

azotée

☒

cellulosique

☐

Origine

Les farines de poisson se classent en deux catégories essentielles:

- La farine blanche de poisson, faite à partir de poissons entiers, de poissons partiellement vidés. Ces farines blanches sont en général obtenues après séchage direct des poissons.

- La farine plus foncée que l'on appelle simplement «farine de poisson». La couleur foncée vient d'un séchage après cuisson. En général, ces farines sont obtenues à partir de poissons après prélèvement des filets qui sont valorisés par les conserveries. On donne souvent le nom de «déchets de crevettes» ou «têtes de poissons» à ce genre de farines. (GÖHL.B, 1982).

Composition chimique et valeur nutritive(g/kg)

Référence	ITP-PORFAL 19991		INRA 19889		LORIENTAISE ou SANOFI	
Type de produit			65 Gras	72 Maigre		
Matière sèche	900		920	920	900	
Matière minérale	160		156	168	150-170	CUD
Matière grasse	90		96	18	80-100	92%
Matière azotée totale	660		662	713	660	94%
Cellulose brute			0		0	
Extractif non azoté						94%
NDF						
Amidon						
Calcium	40		39	42	40	
Phosphore (digestible)	26 (22.6)		25.5	27.5	26	87%
Acides gras						
Acides linoléiques	2.0					
Acides aminés (digestibles)						
Lysine	52.0 (44.2)		50.3	54.2	52.0	90%
Acides aminés soufrés	26.0 (19.7)		25.2	21.1	26.0	
* Méthionine	19.5 (16.6)		19.2	20.7	19.5	85%
*Cystine	6.5 (3.1)		6.0	0.4		47%
Thréonine	28.2 (22.0)		28.8	31	28.2	78%
Tryptophane	7.8 (6.2)		7.0	7.5	7.8	79%
Energie digestible (ED) kcal	3950		3850		3950	
Energie nette (EN) kcal						
EN6	2300		2450		2300	
EN19	2210		2160		2210	

Caractéristiques

Les farines de poisson sont en général, d'excellentes sources de protéines et de matières minérales très digestibles. (ITP, édition 1991).

Néanmoins, le choix d'une farine de poisson au sein de la gamme disponible sur le marché nécessite de distinguer:

- L'origine de la farine: importation ou fabrication artisanale.

En général, les farines importées coûtent souvent très cher en raison des charges de transport mais, dans certains cas, pour éviter des résultats médiocres, il sera plus rentable d'employer une farine de harengs à 65 p100 de matières azotées que d'utiliser une farine plus ordinaire, un peu moins onéreuse certes, mais d'efficacité biologique réduite, qui nous fera finalement payer cher les résultats médiocres. On peut trouver, sans avoir toujours la garantie, de l'approvisionnement des farines fabriquées localement sur le marché artisanal. Certaines sont très valables avec un taux de protéines atteignant 60 p100. Le gros écueil dans ce cas là est le séchage au soleil, sur la plage. Les poissons sont alors imprégnés de sable. On retrouve à l'analyse des matières minérales et un insoluble chlorhydrique à un taux très élevé signe d'un produit mauvais. (SERRES.H. 1989).

- Le processus de fabrication: la température de séchage peut affecter la qualité du produit.

- La teneur en protéines qui s'échelonne de:

60 à 64% pour les farines artisanales issues de sous produits de la pêche.

65 à 72% pour les farines à bases de poissons entiers.

Toutes ces farines correspondent à des normes de qualité précises basées notamment sur l'origine des poissons et le procédé de fabrication. (ITP, édition 1991).

Utilisation de la farine de poisson dans l'alimentation porcine

L'examen des données bibliographiques nous a permis de tester l'effet de la farine de poisson seulement dans le régime des porcelets sevrés.

Nous n'avons pas pu recueillir des données sur les porcs en croissance-finition ainsi que les truies en gestation et les truies allaitantes.

Nous évoquerons deux essais qui ont été réalisés dans le but de tester l'effet de la farine de poisson (5%) dans des aliments à base de céréales et de tourteau de soja pour porcelets sevrés.

Dans le premier essai (essai 1), le but est de comparer la présence et l'absence de farine de poisson dans des régimes présentant 18 à 20% de protéines brutes pour tester l'existence d'une éventuelle interaction entre le niveau de protéines et les sources azotées.

Dans le second essai (essai 2), la comparaison a été effectuée avec des aliments à 20% de protéines. Dans les deux élevages où ont été réalisées les expériences, les porcelets utilisés sont issus de truies Large-White pures assainies conduites en bandes (12 truies pour l'essai 1 et 24 pour l'essai 2) avec sevrage tous les 21 jours.

La conduite des porcelets comprend une phase d'adaptation et une phase expérimentale. La première s'étend du sevrage (constitution des lots et changement de bâtiments) jusqu'au 12 ou 13ème jour après l'entrée en phase expérimentale. Pendant cette période, les porcelets consomment à volonté l'aliment qu'ils reçoivent sous la mère. Au cours de la deuxième, ils reçoivent à volonté les aliments expérimentaux.

L'expérience est répétée 5 fois pour l'essai 1 (86 animaux par régime) et 4 fois pour l'essai 2 (144 animaux par régime).

La composition centésimale et les caractéristiques chimiques à l'analyse des aliments expérimentaux figurent dans le tab 1:

Les teneurs en phosphore et en calcium ont été égalisées dans les différents régimes. La formulation des régimes a été établie de façon à ce que l'influence de la farine de poisson soit testée dans des aliments à même teneur en lysine. (BOUARD.JP, CASTAING.J et FEKETE.J, 1979)

Tableau 1:Composition et caractéristiques chimiques des régimes (en % du produit brut)

Essais	1				2	
Protéines brutes %	18		20		20	
Farine de poisson%	5	-	5	-	5	-
COMPOSITION						
Céréales (1/3 blé, 1/3 orge, 1/3 maïs)	75.24	71.63	69.90	66.58	68.30	65.10
Tourteau de soja «50»	12.20	20.10	17.60	25.20	19.0	27.0
Farine de poisson *	5.00		5.00		5.00	
Sucre	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
Méthionine	0.06	0.07		0.02		
Phosphore bicalcique	1.20	1.60	1.20	1.60	1.60	1.80
Carbonate de calcium	1.20	1.50	1.20	1.50	1.30	1.30
Premix	1.10	1.10	1.10	1.10	0.80	0.80
Caractéristiques chimiques à l'analyse % **						
Matières azotées brutes m	18.00	17.50	20.40	20.90	19.90	20.10
s	0.10	0.10	0.90	0.87	0.90	0.60
Lysine m	0.89	0.90	0.94	1.06	1.05	1.07
s	0.03	0.02	0.01	0.01	0.03	0.03
M	0.63	0.62	0.61	0.65	0.83	0.69
Méthionine+Cystine s	0.02	0.02	0.01	0.02	0.08	0.02

* Les compositions en p cent du produit brut des farines de poissons sont respectivement les suivants:
MAB: 68.8 et 70.5%

Lysine totale: 4.40 et 5.20%

Méthionine +Cystine: 2.2.6 et 2.50

Lysine disponible: 80 et 94

** moyenne: m

Ecart type: s

Les résultats de cette expérience sont groupés au tableau suivant:

Tableau 2: Résultats zootechniques

Essais	1					2				
Protéines brutes %	18		20		CV	Signif	20		CV	Signif
Farine de poisson %	5	-	5	-	%		5	-	%	
Effectif	86	86	86	86			144	144		
Poids initial (kg)	8.8	8.9	8.9	8.9	2.1		9.1	9.1	3.1	
Poids final (kg)	26.0	26.9	28.9	29.2	3.5		24.3	24.3	4.6	
Durée, jours	35	35	35	35			28	28		
Consommation/J, kg	<u>1.02</u>	<u>1.06</u>	<u>1.08</u>	<u>1.10</u>	4.1	NS	<u>0.93</u>	<u>0.95</u>	6.2	NS
GMQ, g	<u>491</u>	<u>514</u>	571	580	4.7	NS	<u>543</u>	<u>534</u>	6.3	NS
I.C kg/kg	<u>2.08</u>	<u>2.06</u>	1.89	1.90	2.5	NS	<u>1.71</u>	<u>1.75</u>	2.3	NS

CV= coefficient de variation

S = significatif

NS = non significatif

Dans les deux essais, on constate l'absence de différence significative entre les traitements pour les **niveaux de consommation** qui avoisinent 1kg/j et par porcelet dans les périodes expérimentales considérées. Ce niveau de consommation important est sans doute à relier à l'état sanitaire des animaux.

Toutefois, on observe que la consommation tend à être légèrement plus élevée en absence de farine de poisson. L'écart est de l'ordre de 4% lorsque les aliments présentent un taux azoté de 18%, et de 2% au taux de 20%. Dans l'essai 1, on remarque également que le passage de 18% à 20% de la teneur protéique de l'aliment induit un faible accroissement de consommation voisin de 4% qu'il y ait ou pas de farine de poisson. (BOUARD. JP, CASTAING. J et al, 1979)

En ce qui concerne **l'évolution des croissances**, on observe un effet hautement significatif sur la vitesse de croissance dans l'essai 1 avec les aliments au taux azoté le plus élevé.

Dans les mêmes essais, on trouve une légère tendance à l'amélioration des croissances en l'absence de farine de poisson. L'écart atteint 4% au taux azoté le plus bas (18% MAB) et puis de 2% au taux azoté de 20%.

Ces écarts sont de même ordre que ceux constatés pour les niveaux de consommation, les différences n'étant pas significatives. Dans l'essai 2, la vitesse de croissance atteint la même valeur avec et sans farine de poisson. (BOUARD. JP, CASTAING. J et al, 1979).

Pour l'ensemble des résultats des deux essais, à un niveau azoté donné, il n'y a aucune différence significative sur **les indices de consommation** qu'il y ait eut ou non de farine de poisson dans l'aliment.

Dans l'essai 1, l'augmentation du taux azoté de 18 à 20% conduit à une amélioration hautement significative de l'indice atteignant 9%.

Dans ces conditions d'élevage (animaux assainis, race pure Large-White, conduite en bandes, âge moyen de 26 jours au sevrage), la réalisation de deux essais parallèles, mettant en oeuvre 642 animaux et destinés à étudier l'influence de la présence de 5% de farine de poisson dans un aliment céréale/soja destiné aux porcelets sevrés n'a pas permis de mettre en évidence d'effets favorables de la farine de poisson sur les critères zootechniques mesurés entre 9 et 25 kg de poids vif.

Cependant, on ne peut affirmer l'intérêt de la présence ou non de la farine de poisson étant donné que dans la plupart des expériences, on manque d'informations précises sur la qualité de la farine de poisson utilisée. On doit ajouter qu'il est parfois difficile de conclure à la supériorité d'un traitement en raison du faible nombre de porcelets expérimentés, et de la forte variabilité des critères zootechniques analysés conduisant à une faible puissance des schémas expérimentaux. (BOUARD. JP, CASTAING. J et al, 1979).

Nous pouvons donc penser que là où les conditions d'élevage permettent d'obtenir des performances zootechniques élevées chez les porcelets sevrés (plus de 500g/j), l'accroissement de la production passe très probablement par un renforcement de l'apport azoté, l'intérêt de la présence de farine de poisson, même de bonne qualité, étant illusoire.

Limites maximales d'incorporation

Caractéristiques (En % de l'aliment)	TYPE D'ALIMENT					
	Porcelet premier âge	Porcelet deuxième âge	Porc	Futur reproducteur	Truie gestante et verrat	Truie allaitante
Farine de poisson 72	8	8	5-8	5-8	5-8	5-8

Source: ITP-ITCF-AGPM, Rapport 1994

Les taux d'incorporation de la farine de poisson sont essentiellement limités par le prix.

La qualité des protéines et des minéraux en font une matière privilégiée pour les aliments porcelets et recommandables chez les reproducteurs. Des taux d'incorporation élevés dans les aliments peuvent donner une odeur à la viande et aux graisses. (ITP, édition 1991)

Stockage et conditions d'utilisation

Des mauvaises conditions de stockage ou une durée de stockage trop importante peuvent entraîner une recontamination bactériologique ou un rancissement.

Réglementation:

- l'examen bactériologique doit montrer l'absence de salmonelles et staphylocoques pathogènes, la présence en très faible quantité d'Escherichia coli et de clostridium (moins de 100/g).
- La quantité de germes totaux doit également rester faible (moins 10⁶/g). (ITP, édition 1991)

Contrôles à effectuer

Matière sèche.

Matière azotée totale.

Matière grasse.

Qualité bactériologique. (ITP, édition 1991)

Produit: Farine de viande 50 (grasse)

MATIÈRE PREMIERE

énergétique ☐

azotée ☒

cellulosique ☐

Origine

Les farines de viandes sont obtenues par broyage, cuisson et dégraissage des carcasses et des sous produits d'abattage d'animaux. Leur composition et leur qualité varient selon le processus de fabrication mise en oeuvre. (ITP, édition 1991)

Les farines de viande sont produites dans les pays d'Afrique tropicale. Si l'on doit les importer, elles sont d'un coût élevé. (MINISTÈRE DE LA COOPÉRATION, 1991, «Mémento de l'agronome»)

Composition chimique et valeur nutritive (g/kg)

Référence	ITP-PORFAL 19991	INRA 1989	SANOFI	
Type de produit				
Matière sèche	930	930	950	
Matière minérale	283	303	300	CDU
Matière grasse	110	100	110	86%
Matière azotée totale	500	505	500	89%
Cellulose brute				10%
Extractif non azoté				0%
NDF				
Amidon				
Calcium	98.6	93.0	105	
Phosphore (digestible)	49.3 (39.4)	45 (36)	45	80%
Acides gras				
Acides linoléiques	4.4	4.4		
Acides aminés (digestibles)				
Lysine	27.0 (22.4)	28.3 (23.5)	23.5	
Acides aminés soufrés	11.0 (8.0)	12.1 (.8.8)	12.3	
* Méthionine	6.5 (5.5)	7.1 (6.0)	6.3	85%
*Cystine	4.5 (2.5)	5.0 (2.8)	6.0	55%
Thréonine	16.0 (12.5)	16.7 (13.0)	15.2	78%
Tryptophane	3.0 (2.2)	2.9 (2.1)	3.5	74%
Energie digestible (ED) kcal	2900	2550	2940	
Energie nette (EN) kcal				
EN6	1945	1880	1940	
EN19	1770	1450	1730	

Produit: Farine de viande 55 (grasse)

MATIÈRE PREMIERE

énergétique

☐

azotée

☒

cellulosique

☐

Composition chimique et valeur nutritive (g/kg)

Référence	ITP-PORFAL 19991		INRA 19889	SANOFI	
Type de produit					
Matière sèche	950		930	950	
Matière minérale	254		250	260	CUD
Matière grasse	100		99	105	86%
Matière azotée totale	500		538	550	89%
Cellulose brute					10%
Extractif non azoté					0%
NDF					
Amidon					
Calcium	77		77	87	
Phosphore (digestible)	37	(29.6)	37 (29.3)	40	80%
Acides gras					
Acides linoléiques	4.4		4.4		80%
Acides aminés (digestibles)					
Lysine	28.9	(24.0)	28.2 (23.4)	27.0	83%
Acides aminés soufrés	12.6	(7.8)	12.4 (7.6)	13.3	
* Méthionine	7.5	(6.4)	7.4 (6.3)	7.0	85%
*Cystine	5.1	(2.8)	5.0 (2.8)	6.3	55%
Thréonine	17.6	(13.7)	17.3 (13.5)	17.2	78%
Tryptophane	2.8	(2.1)	2.8 (2.1)	4.0	74%
Energie digestible (ED) kcal	3070		3000	3150	
Energie nette (EN) kcal					
EN6	1980		1950	2020	
EN19	1750		1710	1820	

PRODUIT: Farine de viande 55 (dégraissée)

MATIÈRE PREMIERE

énergétique ☐

azotée ☒

cellulosique ☐

Composition chimique et valeur nutritive

Référence	ITP-PORFAL 19991		INRA 19889		SANOFI	
Type de produit						
Matière sèche	950		930		950	
Matière minérale	281		288		300	CUD
Matière grasse	40		50		30	84%
Matière azotée totale	550		561		550	83%
Cellulose brute						14%
Extractif non azoté						90%
NDF						
Amidon						
Calcium	105		90		110	
Phosphore (digestible)	45	(36)	43	(32.2)	46	80%
Acides gras						
Acides linoléiques	2.1		2.1			
Acides aminés (digestibles)						
Lysine	29.7	(22.3)	29.5	(22.1)	28.0	75%
Acides aminés soufrés	12.1	(7.5)	12.9	(8.0)	13.7	
* Méthionine	7.2	(4.9)	7.7	(5.2)	7.2	68%
*Cystine	4.9	(2.6)	5.2	(2.8)	6.5	53%
Thréonine	17.6	(12.7)	18	(13.0)	18.6	72%
Tryptophane	3.3	(2.0)	2.9	(1.7)	4.0	60%
Energie digestible (ED) kcal	2755		2670		2620	
Energie nette (EN) kcal						
EN6	1640		1610		1540	
EN19	1410		1360		1290	

PRODUIT: Farine de viande 60 (dégraissée)

MATIÈRE PREMIERE

énergétique

☐

azotée

☒

cellulosique

☐

Composition chimique et valeur nutritive(g/kg)

Référence	INRA 19889		SANOFI	
Type de produit				
Matière sèche	930		930	
Matière minérale	225		270	CDU
Matière grasse	40		40	84%
Matière azotée totale	600		600	83%
Cellulose brute				14%
Extractif non azoté				90%
NDF				
Amidon				
Calcium	70.5		80	
Phosphore (digestible)	33.5	(26.8)	38	80%
Acides gras				
Acides linoléiques	2.1			
Acides aminés (digestibles)				
Lysine	34.6	(22.1)	32.5	75%
Acides aminés soufrés	13.9	(8.7)	17.0	
* Méthionine	8.5	(5.8)	8.5	68%
*Cystine	5.4	(2.9)	8.5	53%
Thréonine	21.5	(15.5)	20.0	72%
Tryptophane	3.6	(2.1)	4.5	60%
Energie digestible (ED) kcal	3150		2740	
Energie nette (EN) kcal				
EN6	1700		1590	
EN19	1620		1350	

Caractéristiques

Suivant le procédé de dégraissage (mécanique ou solvant), les farines de viandes peuvent être plus ou moins riches en graisses. L'extraction de matière grasse au solvant conduit à une moindre variabilité de la composition du produit et améliore considérablement sa fluidité, sa conservation ainsi que sa qualité bactériologique.

La qualité de protéines est fonction de la nature et de la proportion des produits collectés (os, boyaux, sang, cadavres) ainsi que les traitements appliqués.

Les taux de calcium et de phosphore sont particulièrement élevés et renforcent l'intérêt de cette matière première. (ITP, édition 1991)

Limites maximales d'incorporation

Caractéristiques (En % de l'aliment)	TYPE D' ALIMENT					
	Porcelets premier âge	Porcelets deuxième âge	Porcs	Futurs reproducteurs	Truies gestantes et verrats	Truies allaitantes
Farine de viande 50 (Grasse)	0	0	0	5	5	5
Farine de viande 55 (grasse)	0	0	0	5	5	5
Farine de viande 55 (Dégraissée)	0	0	0	5	5	5
Farine de viande 60 (Dégraissée)	0	0	0	5	5	5

Source: ITP-ITCF-AGPM, édition 1994

Stockage et conditions d'utilisation

De mauvaises conditions de stockage peuvent entraîner une recontamination bactériologique, un rancissement.

Réglementation :

- L'examen bactériologique doit montrer l'absence de salmonelle et staphylocoques pathogènes la présence en très quantité d'Escherichia coli et de clostridium (moins de 100/ g). (ITP, édition 1991)

Contrôles à effectuer

Matière sèche

Matière azotée totale

Matière grasse

Qualité bactériologique. (ITP, édition 1991)

G- AUTRES SOURCES DE PROTEINES

PRODUIT: Drêches de brasserie

MATIÈRE PREMIERE

énergétique

☐

azotée

☒

cellulosique

☐

Origine

Les drêches de brasserie résultent de la fermentation et du brassage des orges germées (malt), employées dans la fabrication de bière. Elles sont constituées essentiellement par les enveloppes des grains (glumelles), auxquelles adhèrent des substances non solubilisées au cours du brassage et des quantités variables d'amidon. On y trouve également la majeure partie des matières grasses et des produits du grain, coagulées à la cuisson du moût.

Les drêches peuvent être fraîches ou déshydratées. (QUEMERE.P, FOURDRINIR.R, LEFRANC.A- 1983)

Composition chimique et valeur nutritive (g/kg)

Référence	INRA 1989	FEEDSTUFS 1990	PICCINIONI 1965	
Type de produit	Drêches déshydratées	Drêches déshydratées	Drêches fraîches	
Matière sèche	910	930	229	
Matière minérale	41	48	12	CUD
Matière grasse	76	74	16	62%
Matière azotée totale	252	279	50	68%
Cellulose brute	153	117	46	18%
Extractif non azoté	388			40%
NDF	470			
Amidon	83			
Calcium	2.8	3		
Phosphore	5.0 (1.8)	6.6.		36%
Acides aminés(digestibles)				
Lysine	7	9		
Acides aminés soufrés	6.1	10		
*Methionine	3.5	6		
*Cystine				
Thréonine	7.4	10		
Tryptophane	2.5	4		
Energie digestible (kcal/kg)	2050			
Energie nette (kcal/kg)				
EN6	1310			
EN19	1160			

Caractéristiques

La drêche, utilisable sous trois formes (fraîche, ensilée ou déshydratée), constitue une matière première de bonne valeur alimentaire particulièrement pour les ruminants. Ainsi, l'emploi modéré de drêches ensilées dans la ration de vaches laitières (12 à 14 kg/vache/jour) permet une réduction de la teneur en azote du concentré et une amélioration de la production laitière. Les drêches sont aussi bien valorisées par les bovins à viande (boeufs) à partir de l'âge de six mois et distribués à raison d'environ 7 kg de produit brut par jour et par animal. (QUEMERE.P, FOURDRINIR.R, LEFRANC.A- 1983)

Sous formes déshydratées, les drêches sont utilisables dans les aliments destinés aux monogastriques. Moyennant un rééquilibrage énergétique et azoté de la ration, elles peuvent être introduites dans la ration des poules pondeuses, des porcs et des truies. (QUEMERE.P, FOURDRINIR.R, LEFRANC.A- 1983)

La teneur en matières sèches des drêches fraîches est très variable (14 à 28% selon les origines). La composition chimique varie en fonction de l'orge ou des autres céréales utilisées. Elles contiennent l'essentiel des protéines et des matières grasses du grain, ce qui explique leur richesse en MAT (27% de MS). La forte teneur en cellulose (15% de MS) entraîne une faible digestibilité des composants et une valeur énergétique égale environ aux 2/3 de celle des céréales. (ITP, édition 1991)

Utilisation de la drêche dans l'alimentation porcine.

Dans l'espèce porcine, la nécessité de réduire les coûts alimentaires a accru le souci de récupérer le maximum de sous produits industriels. La valorisation des drêches par le porc est mal connue. Quelques essais ont été effectués chez la truie alors que chez le porc charcutier, les références bibliographiques sont presque inexistantes. Des essais sur un porc à l'engrais ont bien été réalisés en Afrique (Cameroun, Nigeria) mais dans des conditions très éloignées des nôtres (type génétique, espèce de céréale germée, technologie de fabrication des drêches). (QUEMERE.P, FOURDRINIR.R, LEFRANC.A, 1983).

Cependant, QUEMERE.P et FOURDRINIR.R, ont testé techniquement les possibilités d'incorporation de ce sous produit sous forme déshydraté dans les régimes destinés aux porcs charcutiers. Parmi 1000 porcelets, sont constitués 8 groupes en fonction du poids. L'écart entre porcelets de même groupe ne dépasse pas 1.5 kg. Les poids extrêmes varient de 21 à 28 kg. A l'intérieur de chaque groupe, sont formés 7 triplés. Chaque porcelet d'un triplé a un poids comparable, même sexe, et, est affecté au hasard à l'un des trois régimes mentionnés dans le tab 1. Ces 21 porcelets (3 mâles et 4 femelles) constituent un bloc collectif et sont placés dans trois cases contiguës.

Avec l'accroissement du taux de drêches, la teneur en cellulose brute des régimes s'accroît linéairement.

Les porcs reçoivent leur régime en granulés à volonté aux nourrisseurs. (QUEMERE.P, FOURDRINIR.R, LEFRANC.A, 1983).

Tableau 1: Composition des régimes

Régimes % drêches	I 0	II 10	III 20
Constituants (%)			
Blé	38	35	32
Orge	39	36	33
Tourteau de soja (50)	19	15	11
Drêches	0	10	20
C.M.J	4	4	4
Composition chimique %produit brut			
Cellulose (Van Soest)	3.6	4.7	5.8
ED (kcal/kg) (1)	3239	3103	2963
M.A.T	16.8	16.1	16.9
Lysine	0.84	0.79	0.75
Methionine+azote	0.58	0.57	0.57
% Lysine/100kcal E.D	2.59	2.55	2.53

(1): La valeur énergétique de la drêche a été calculée avec un CUD de 49% calculé d'après la formule de HENRY et EETIENNE (1978) appliqué à l'EB fournie par table A.E.C.

Les résultats montrent, qu'en ce qui concerne «la consommation», on remarque que les consommations moyennes journalières par porc sont comparables aux 3 régimes. Par contre, l'ingéré énergétique, exprimé en kcal d'ED ingéré/porc /jour est inférieur de -3% au régime II et de -8% au régime III sur la totalité de l'essai ($P=0.01$) par rapport au régime témoin. (QUEMERE.P, FOURDRINIR.R, LEFRANC.A- 1983).

Pour le gain moyen quotidien, dans la période de croissance (de 23.6kg aux environs de 55kg), les femelles manifestent une vitesse de croissance inférieure (-12%) à celle des mâles castrés. ($P<0.05$).

Globalement, sexes confondus, par rapport au régime témoin ne contenant pas de drêches, la croissance s'abaisse de 5% au régime II et de 15% au régime III. (QUEMERE.P, FOURDRINIR.R, LEFRANC.A- 1983).

Durant la période de finition (de 55 kg aux environ de 93 kg), le gain moyen quotidien est supérieur de 200g /j à celui de la période précédente aussi bien chez les femelles que chez les castrats; Ces derniers conservent leur supériorité (+11%, $P<0.01$) sur ce critère. (QUEMERE.P, FOURDRINIR.R, LEFRANC.A- 1983).

Abstraction faite du sexe, la croissance moyenne réalisée au régime est identique à celle du régime I. Au régime III, elle est inférieure (-5%) mais la différence n'est plus significative.

Sur la totalité de l'essai, la vitesse de croissance moyenne des castrats est supérieure ($P < 0.01$) de 90g/j (+11%) à celle de femelles. Au taux d'incorporation de 10%, la drêche pénalise légèrement et de la même façon les deux sexes. (-2% à -3%). A 20%, les femelles le sont davantage (-13%) que les castrats. Globalement, par rapport au régime I, les régimes II et III manifestent un handicap ($P < 0.001$) respectivement de -3% et -10%.

Pour «l'indice de consommation» en période de croissance, on note également la non linéarité de la réponse aux taux de drêches: Au régime II, il s'accroît de 7%, au régime III, de 18% par rapport au témoin ($P < 0.03$).

En finition, la même tendance mais fortement atténuée et non significative s'observe sur cette période. Sur la totalité d'essai, l'indice s'accroît de 4% et de 11% respectivement au régime II et au régime III. ($P < 0.08$).

Donc, l'introduction de drêches déshydratées dans les régimes modifie quelque peu les caractéristiques initiales de l'aliment. En effet, le taux de cellulose brute augmente (respectivement 3.6%, 4.7%, 5.8%) dans les régimes à 0, 10 et 20% drêches. Cela a pour effet d'abaisser la valeur en énergie digestible des régimes. (respectivement 3239, 3103, et 2963 kcal d'ED/kg d'aliment).

Quelle que soit la période considérée, cette dilution énergétique ne se traduit pas par un accroissement des consommations moyennes journalières. On pourra aussi évoquer l'hypothèse d'une appétibilité moindre des régimes contenant de la drêche. (QUEMERE.P, FOURDRINIER.R, LEFRANC.A, 1983).

Limites maximales d'incorporation

Caractéristiques (en % de la l'aliment)	TYPE D'ALIMENT					
	Porcelet 1er âge	Porcelet 2ème âge	Porcs	Futur reproducteur	Truie gestante et verrat	Truie allaitante

Drêches de brasseries déshydratées	0%	0%	10%	15%	15%	15%
------------------------------------	----	----	-----	-----	-----	-----

Source: ITP-ITCF-AGPM, édition 1994.

L'élévation du taux de drêches déshydratées s'accompagne d'un ralentissement de croissance en relation avec l'abaissement de l'ingéré énergétique. En effet, l'introduction progressive de ce sous produit dans un régime à base de céréales entraîne une diminution d'énergie digestible et métabolique. L'incorporation de drêches entraîne, dans l'expérience citée, une diminution de la teneur en lysine totale (respectivement 0,84%, 0,79% et 0,75%) mais le rapport Lysine/énergie digestible reste constant. Toutefois, il est peu probable que la digestibilité et la disponibilité des acides aminés des régimes contenant des drêches soit comparable à celle des autres régimes. L'hypothèse d'une déficience en acides aminés essentiels ne peut être écartée. Cette restriction azotée possible permettrait de comprendre.

- La chute de croissance plus accentuée en période de croissance notamment chez les femelles.
- La dégradation de la qualité de carcasse, quelque soit le sexe.

Stockage et conditions d'utilisation

Stockage par ensilage :

Il faut ensiler rapidement surtout en été dans des silos hermétiques de faible hauteur (1 mètre) pour permettre un drainage convenable. Les pertes par jour sont importantes (15 à 25%).

Pour un transport long, utiliser des conservateurs (ex: acide formique 0,4%). L'incorporation de mélasse (5%) peut aider à la bonne conservation. (ITP, édition 1991)

Contrôles à effectuer

Matière sèche

Matière azotée totale

Matière grasse

Qualité bactériologique

Les sources de lipides

PRODUIT:PALMIERS

Composition chimique et valeur nutritive

Référence	INRA 1989
Type de produit	Palmiste
Matière sèche	900
Matière minérale	39.0
Matière grasse	17.0
Matière azotée totale	185
Cellulose brute	150
Extractif non azoté	509
NDF	520
Amidon	30.0
Calcium	2.8
Phosphore (digestible)	6.0
Acides aminés	
Lysine	6.6.
Acides aminés soufrés:	7.0
*Méthionine	3.2
*Cystine	3.8
Thréonine	6.1
Tryptophane	1.9
Energie digestible (ED)kcal/kg	2700
Energie métabolisable (EM) kcal/kg	2580
CUDa des protéines	70

Utilisation du palmiste dans l'alimentation porcine

En Haïti, les graines de palmiste constituent un des ingrédients les plus communs et fréquents de la ration du porc, en particulier dans les zones où il se trouve en abondance (zone de mornes et moyennes altitudes). A certaines périodes de l'année (Avril, Mai), la ration du porc repose essentiellement sur la fourniture de graines de palmistes. C'est ainsi qu'elles peuvent représenter jusqu'à 44.6% (relativement à la matière sèche) de l'alimentation d'un cochon à l'engrais. (GÖHL B, 1982).

PRODUIT:AVOCATIER

Origine

L'avocatier est originaire de l'Amérique tropicale, plus particulièrement de l'Amérique centrale. Il est actuellement cultivé à travers tout le monde tropical et subtropical et dans les zones à climat méditerranéen (bassin de la Méditerranée, Floride, Californie, Afrique du Sud, Australie). *MINISTÈRE DE LA COOPÉRATION, 1991, «Mémento de l'agronome»,*

Composition chimique et valeur nutritive

La valeur nutritive de l'avocat est surtout due à sa teneur élevée en matière grasse qui varie de 5 à 30%. Il contient également une proportion non négligeable de protéines et de matières minérales. En revanche, il renferme peu de sucre, assez riche en vitamine A et vitamines des groupes B, l'avocat est moyennement riche en vitamines D et E assez pauvre en vitamine C.

Les proportions des diverses parties de l'avocat sont en moyenne les suivantes :

Noyau	8.56 à 24.36%
Ecorce	6.7 à 15.44%
Pulpe	63.32 à 77.00%

Ce sont les variétés mexicaines qui sont les plus riches en matière grasse avec des teneurs moyennes de 12 à 5% suivies par les variétés Guatémaliennes avec 10 à 13% d'huile. Les variétés Antillaises ne contiennent que 2 à 7% de matières grasses.

La valeur énergétique de l'avocat est élevée. La quantité d'énergie dégagée par 100 grammes de pulpes est de 235 Kcal alors qu'elle est de 246 pour le pain et de 166 pour les oeufs.

L'huile d'avocat se trouve dans les fruits sous forme d'huile émulsionnée ce qui la rend particulièrement digestible. Son coefficient d'utilisation par l'organisme humain est de 93.8% ce qui est comparable à celui de la matière grasse du lait. (*GÖHL B, 1982*)

Utilisation des Avocats dans l'alimentation porcine

Les avocats sont en priorité utilisés en alimentation humaine, les surplus allant à l'alimentation animale et en particuliers aux porcs. Dans des études socio-économiques réalisées en Haïti, il est fait référence à la distribution de peaux d'avocats ou de fruits entiers, ceci étant particulièrement vrai pour les mornes de moyenne altitude où les arbres fruitiers sont nombreux et variés. Les porcs peuvent bénéficier des surplus de la production d'avocats à la période d'abondance qui se situe en moyenne de septembre à décembre, avec des variantes selon la région. (*GÖHL B, 1982*).

Les sources énergétiques et azotées

Produit: Déchets de collectivités

MATIERE PREMIERE

Energétique ☒

azotée ☒

cellulosique ☐

Origine

Il s'agit de déchets des établissements de restauration collective: écoles, casernes, restaurants d'entreprises.

Composition chimique et valeur nutritive (g/kg)

Référence	Région parisienne 9 analyses		ITP SUD 31 analyses	
Type de produit	Moyenne	Variation	Moyenne	Variation
Matière sèche (g/kg brut)	157	110-230	240	170-340
Matière minérale	72		-	-
Matière grasse	220		230	110-320
Matière azotée totale	210		210	110-360
Cellulose brute	41			
Extractif non azoté				
Calcium			3.1	
Phosphore (digestible)			2.3	
Sel NaCl			24.4	
Acides gras				
Acide linoléique				
Acides aminés (digestibles)				
Lysine			15.8	
Acides aminés soufrés			6.6	
* Méthionine				
*Cystine				
Thréonine				
Tryptophane				
Energie digestible (ED) kcal				
Energie nette (EN) kcal				
EN 6				
EN 19				

Caractéristiques

Ce produit présente une très grande variabilité liée aux fournisseurs, au jour de collecte.....Il est impossible de lui donner une valeur énergétique. Elle doit cependant être élevée compte tenu de sa richesse en matières grasses et de la teneur des autres constituants (pain, féculs, viandes....). La présence d'une fraction inconsommable (5 à 10%) nécessite un tri préalablement à l'utilisation. (ITP, édition 1991)

Utilisation des déchets de collectivité dans l'alimentation porcine

En utilisant les déchets de collectivités dans l'alimentation porcine, une grande importance doit être accordée au pourcentage du sel contenu dans ces déchets.

En effet, AUMAITRE, 1975, ont testé l'importance de l'incorporation du sel dans les aliments des porcelets. Ces auteurs ont comparé, sur un nombre important de portées d'animaux sous la mère, sevrés à 8 semaines, l'appétibilité de 3 aliments distribués en libre choix: l'un non supplémenté en sel, les 2 autres contenant un taux de 0.5p cent (conformes aux normes) ou un taux de 1p cent.

Les résultats font apparaître, malgré une forte variabilité des quantités d'aliments consommées par porcelets, un attrait particulier du régime non supplémenté en chlorure de sodium (tableau 1). Par contre, les animaux semblent incapables de choisir entre les deux aliments supplémentés à 0.5 ou 1 p cent. La variabilité de la quantité totale d'aliment consommée est élevée.

La mesure de la quantité d'eau consommée semble également assez variable, mais le rapport entre la quantité d'eau et d'aliment sec consommé est voisin de 2. Par ailleurs, la quantité d'eau consommée par portée ne semble pas liée à la quantité totale de chlorure absorbé par les animaux (coefficient de corrélation = + 0.028NS). Il semble donc que les animaux allaités (qui reçoivent une proportion élevée de chlorure de sodium dans le lait de la mère) ne manifestent pas une appétence pour les aliments supplémentés au chlorure de sodium, même s'ils en renferment une quantité égale à celle recommandée par les besoins.

Le choix de porcelets apparaît très précocement, dès que les quantités réellement consommées et non gaspillées paraissent importantes et paraît défini avec l'âge.

Cependant, aucune conclusion ne doit être tirée à partir des résultats aussi qualitatif sur la nécessité de supplémenter ou de ne plus supplémenter en chlorure de sodium les aliments de préservation des porcelets.(AUMAITRE.A, 1975)

Tableau 1: Quantités d'aliments consommés en libre choix suivant le taux de supplémentation en chlorure de sodium

Type d'aliment	T(0)	0.5	1	Total
Teneur en chlorure totaux %	0.32	0.53	1.07	
- Quantités consommées par porcelet (kg)	4.27 ^a	0.84 ^b	0.67 ^b	5.78
- Coefficient de variation interportées (%)	54	117	167	43
- Quantité d'eau (kg)	-	-	-	10.9
- Coefficient de variation (%)	-	-	-	43

Eau / aliment 2.13 (C.V. = 53%)

a,b: P<0.01

Limites maximales d'incorporation

Caractéristiques (En % MS de la ration)	TYPE D'ALIMENT					
Matières premières	Porcelet 1er âge	Porcelet 2ème âge	Porcs	Futur reproducteur	Truie gestante et verrat	Truie allaitante
Déchets de collectivité	0%	0%	50%	0%	0%	0%

Source: ITP, édition 1991

La distribution ne doit pas commencer avant 30-40 kg de poids vif. Il est conseillé de se limiter à 50% de la matière sèche de la ration ce qui correspond à 5-6 kg de déchets par jour et par porc en finition, distribués avec 1 kg de complémentaire. Des taux supérieurs entraînent une dégradation de la qualité de la carcasse.

Stockage et condition d'utilisation (Dans le contexte Européen)

Réglementation:

- L'utilisation d'eau grasses en élevage nécessite une autorisation liée à la présence d'installations autoclaves et à la cuisson de déchets à 100°C pendant une heure pour éviter toute contamination. Ceux-ci peuvent-être dégraissés ou non après cuisson.
- La récupération des déchets se fait quotidiennement dans des conteneurs étanches, nettoyés et désinfectés après chaque voyage.

Suivant la nature des déchets, le complémentaire doit être plus ou moins riche en MAT:

- 10 à 20% de MAT s'ils contiennent beaucoup de féculents et de pain.
- 12 à 13% de MAT s'ils contiennent beaucoup de viande (mélanges issus + céréales)

Veillez à la teneur en cellulose du mélange, les déchets étant souvent par cellulosiques.

L'eau doit être distribuée à volonté pour éviter les risques liés à L'excès de sel. (ITP, édition 1991)

Contrôles à effectuer

Matière sèche

Matière azotée totale

Matière grasse. (ITP, édition 1991)

Produit: Levure de bière

MATIERE PREMIERE

Energétique

☒

azotée

☒

cellulosique

☐

Origine

Co-produit des industries de brasserie, la levure de bière (*saccharomyces cerevisia*) est utilisée dans l'alimentation animale. La levure peut être mise en vente soit humide, soit sèche (15% ou 95 de MS).

Composition chimique et valeur nutritive

Référence	ITP-PORFAL 19991	INRA 19889	Aliscope	
Type de produit	Liquide	Sec	Sec	
Matière sèche	141	930	940	
Matière minérale	11	72.5	70	CUD
Matière grasse	5	18	10	0%
Matière azotée totale	70	484	480	87%
Cellulose brute	4	28	10	0%
Extractif non azoté	51	327	370	85%
NDF				
Amidon	7	49		
Calcium	0.2	1.4	8	
Phosphore (digestible)	2	14	15	
Acides aminés (digestibles)				
Lysine	4.8	33.8	36	
Acides aminés soufrés	1.8	11.9	13.2	
* Méthionine	1	6.7	8	
*Cystine	0.8	5.2	5.2	
Thréonine	3	22.1	23	
Tryptophane	0.7	5.5	5	
Energie digestible (ED) kcal	525	3530	3540	
Energie nette (EN) kcal				
EN6	280	1870		
EN19	290	1930		

Caractéristiques

Matière première riche en protéines de haute qualité

	T.soja	Levure de bière
Pour 100 g de protéines:		
Lysine	6.3	7.0
Méthionine + cystine	3.0	2.5
Thréonine	3.9	4.6
Tryptophane	1.3	1.1

Les caractéristiques de la levure de bière exprimée en produit sec sont très proches de celles du tourteau de soja. En fonction de collecte et de stockage, les levures liquides ont des teneurs très variables en matière première riche en vitamines du groupe B. Les levures de bière sont livrées pasteurisées ou non. Il faudrait faire attention au taux d'alcool qui peut dépasser 3%. (CHAUVEL.J, GRANIER.R, 1988)

Limites maximales d'incorporation

Caractéristiques (En % de l'aliment)	TYPE D'ALIMENT					
Matières premières	Porcelet 1er âge	Porcelet 2ème âge	Porcs	Futur reproducteur	Truie gestante et verrat	Truie allaitante
Levure de bière:						
- alimentation en sec	10	10	10	10	10	10
- alimentation en liquide (l/j)	0	0	2	1	1	1

Source: ITP-ITCF-AGPPM, édition 1994

Stockage et conditions d'utilisation

- En cuves, prévoir un brassage pour homogénéiser et éviter des dépôts importants.
- Les levures vivantes doivent être stabilisées pour arrêter la fermentation alcoolique. Cette stabilisation est obtenue par addition d'acide propionique pour une conservation de plusieurs semaines.
- La levure de bière peut être utilisée en association avec du lactosérum, sous réserve de ne pas dépasser 30% de la MS de la ration avec ces deux sous-produits. (ITP, édition 1991)

Contrôles à effectuer

Matière sèche

Matière azotée totale. (ITP, édition 1991)

3ème partie

Les îles de la caraïbe face au développement de l'élevage porcin

LA DOMINIQUE

Filière Porcine en Dominique (voir Annexe II)

I- L'Elevage porcin en Dominique

1.1- Historique

La Dominique, comme toutes les îles des Caraïbes pratique l'élevage porcin d'une manière traditionnelle depuis fort longtemps. Jusqu'au milieu des années 70, la race créole était la seule race de porcs présente sur l'île. C'était un porc à robe noire, de faible format et de performances très limitées. Ces animaux, un à deux par ferme, pour la plupart attachés à un piquet ou sous un arbre, étaient nourris principalement par des déchets de cuisine et ne constituaient pas une activité économique.

Vers le milieu des années 70, des porcs de race Saddle Back (SB) ont été importés d'Angleterre pour améliorer la race créole. Cette race, à robe blanche et noire, est réputée pour sa rusticité, son adaptation à l'élevage en plein air et ses qualités maternelles. Son principal défaut est sa faible aptitude bouchère (excès de gras dans les carcasses finies (42 à 44% de muscles), GMQ limité). Le SB a absorbé la race créole. Actuellement, seulement, quelques reproducteurs présents dans les stations gouvernementales sont de race pure. Les autres animaux ont subi des croisements avec la race créole mais présentent un phénomène SB dominant.

D'autres animaux, de race Land Race (LR) et Large White (LW), ont été importés par certains éleveurs des États Unis et de Barbades mais il n'en reste qu'un nombre très limité. Ils ont contribué aussi au métissage de la race SB.

A l'aide de la Coopérative Française, le gouvernement a importé, en 1993, 22LW et 6 LR de très haut standard génétique et qui offrent des potentiels exceptionnels. Ces reproducteurs doivent être impliqués (schéma de croisement à double étage (LWxSB, F1xLW) dans un programme de développement de la filière porcine largement soutenu par la France: matériel génétique, usine d'aliments, maternité, insémination artificielle, recherche développement, vulgarisation pour un montant 3 500 000 FF.

1.2- Le cheptel

1.2.1- Structure du troupeau

L'évaluation du cheptel porcin Dominicain repose sur le dernier recensement agricole (1994) et sur l'enquête de Thierry Marruejols (1994) auprès de 176 éleveurs.

Tableau 1: Le cheptel porcin

Enquête Marruejols 1994			Recens. 1994		
	nombre	%	nb recensé	% estimé	nb estimé
Eleveur	176				1128
Truie	289	12.4		11.5	516
Cochette	171	7.3		7.0	314
Porcelet F	215	9.2		10.5	471
Porc F	646	27.6		27.5	1233
sous total	1321	56.6	2531	56.5	2533
Verrat	156	6.7		4.0	179
Porcelet M	215	9.2		10.0	448
Porc M	646	27.6		29.5	1323
sous total	1017	43.5	1953	43.5	1951
Total	2338	100.0	4484	100.0	4484

La structure des élevages est très hétérogène:

Tableau 2: Structure des élevages

TAILLE	ELEVEURS		TRUIES		VERRATS		COCHETTES	
Nb Truies	Nb	%	Total	%	Nb	Ratio	Nb	Ratio
0-1	96	62	34	11	48	1/1	62	2/1
2-5	49	31	140	45	50	1/2.5	70	1/2
6-10	7	4	70	23	7	1/10	9	1/8
> 10	4	3	65	21	13	1/5	7	1/9
Total	156	100	309	100	118		148	

Source: Enquête, Maruejols, 1995

1.2.2- Typologie des éleveurs

Bien que l'enquête n'ait principalement concerné que des éleveurs porcins plus établis que la moyenne dominicaine, sur 176 éleveurs:

- * 64% (106) sont naisseurs-engraisseurs;
- * 27% (45) n'assurent que l'engraissement
- * 16% (26) sont naisseurs

Ces deux dernières catégories concernent des élevages ayant peu de capacité de logement et ne pouvant assurer les deux activités de front. Les engraisseurs s'approvisionnent auprès de naisseurs stricts (éleveurs ayant quelques truies mais ne pouvant engraisser leur productions), des naisseurs engraisseurs (surplus de production).

L'élevage porcin se dissocie en deux systèmes:

- ♦ **un système traditionnel** regroupant la majorité des éleveurs (95%) pour qui le cochon est destiné à l'autoconsommation de voisinage. Peu de productif, cet élevage est peu sensible à des itinéraires techniques intensifs.
- ♦ **Un système amélioré** regroupant des éleveurs intéressés par l'aspect économique de leur activité et susceptibles d'adhérer (une vingtaine) à un schéma d'amélioration de la filière porcine.

Tableau 3: Production des différents systèmes d'élevage porcin

	Nb éleveurs	Nb truies	Porcelets /Truie	Porcelets /an	P.V.Ab (kg)	tonnage
Système amélioré	75	150	11	1650	47.6	62.0
Système traditionnel	1053	366	6	2196	41.7	72.3
TOTAL	1128	516	7.5	3846	44.2	134.3

Source: enquêtes Maruejols, 1995

1.2.3- Résultats techniques

La production du troupeau est d'environ 135 tonnes de porc (3850 carcasses) caractérisée par une productivité faible (7.5 porcs de 45 kg de poids vif par truie et par an en moyenne)

Les résultats techniques expliquent cette faible productivité:

Tableau 4: Performances des différents systèmes d'élevage porcin

Type d'Eleveur	TRADITIONNEL	AMELIORE	SELECTION	STATIONS	
Type génétique	SB	SB	SB (F1)		LW/F1
Type d'alimentation	Local	Local + importé	Local + importé	Importé	Importé
Nb porcelets sevrés /portée	6.3	8.3	8.9	7.26	7.06
Nb porcelets/Truie/an	6.3	11.2	11.25	13.3	11.9
Poids Naissance (kg)	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4
Poids vif sevrage (kg)	8.8	9.1	11.8	10.3	8.0
Age sevrage (j)	52.5	49	42	36	28
GMQ avant sevrage (gr)	142	157	249	248	237
Poids vif abattage (kg)	41.7	46.2	60.2	70.0	100.0
Age abattage (j)	277	167	182	160	170
GMQ engraissement (gr)	146	315	346	481	534

Source: enquêtes, Maruejols, 1995

Ces performances sont loin des références (même pour des stations gouvernementales) établies localement et compatibles avec une économie de la filière.

Tableau 5: Performances de références pour les différents systèmes d'élevage

Type génétique	S.B	S.B	L.W/F1	EUROP
Type d'alimentation	Importé	Locale + Importée	Importée	Importée
Nb porcelets sevrés/truie/an	7.5	7.5	8	9.8
Nb porcelets/truie/an	15	15	16	22
Poids naissance (kg)	1.4	1.4	1.4	1.5
Poids vif abattage (kg)	72.5	71.6	99.7	104
Age abattage (jours)	150	150	170	186
GMQ Engraissement (gr)	614	594	725	700
	3.9		3.1	3.2
Indice de consommation	10.0	10.0	10.0	

Source: «Projet Filière Porc en Dominique», Coopérative Française

Si les résultats d'engraissement sont comparables avec les normes européennes (surtout avec les LW d'un haut potentiel génétique), les résultats de reproduction subissent l'influence du climat tropical.

Les normes techniques à réaliser par les éleveurs entrant dans le schéma d'une filière devraient dépasser 12.5 porcelets sevrés par truie et par an, et 450g de GMQ.

1.3- Les facteurs et les coûts de productions

1.3.1- Les facteurs de production

** Le matériel génétique*

Le potentiel génétique de la race Saddle Back n'est pour l'instant pas exploité à son maximum. Il reste de fortes marges de progrès chez la plupart des éleveurs (productivité numérique et même GMQ) avant d'atteindre les limites techniques liées à cette race d'autant que ses qualités maternelles, sa rusticité vis à vis des conditions d'élevage et surtout de l'alimentation, sont des atouts dans le contexte actuel de la Dominique. Son principal défaut est constitué par ses faibles qualités bouchères en fin de finition (pour des carcasses supérieures à 65kg).

Il serait illusoire de croire que la seule diffusion d'un matériel de haut niveau génétique (mais exigeant) permettra d'atteindre des niveaux de productivité supérieurs sans remettre en cause les techniques d'élevage.

** Pathologie*

Le statut sanitaire de l'île réduit notablement l'impact de la pathologie et des frais vétérinaires au niveau des élevages. La pathologie est dominée par le parasitisme externe ou interne (60% des cas), le syndrome MMA (métrite-mammite-agalaxie) (20%) et les problèmes locomoteurs (18%). Elle traduit le plus souvent un déficit dans l'hygiène de l'élevage.

** Bâtiments, équipements*

La porcherie est le plus souvent près de l'habitation (60% à moins de 100m) mais pas toujours desservie par un accès routier (30%). La taille moyenne est petite et d'une capacité de 2.5 reproducteurs. La capacité des reproducteurs «améliorés» est supérieure (4.5) avec des possibilités d'extension.

L'évacuation des effluents est mauvaise, directement dans la nature mais ne pose pour l'instant pas de trop de problèmes du fait de la taille réduite des effectifs. L'équipement des loges est inadapté pour la mise bas; Les désinfections sont rares et les vides sanitaires inexistantes.

D'une manière générale, les bâtiments sont adaptés à l'engraissement mais inadaptés au naissage, peu rentable et délaissée. Les faibles résultats de reproduction traduisent ce désintérêt pour cette phase de l'élevage.

* *L'alimentation*

La ration est basée essentiellement sur l'utilisation des ressources locales:

- La banane (50% en poids de la ration distribuée)
- Le tourteau de coprah, la noix de coco ou le Soyamix
- Les déchets de cuisine

Les éleveurs du système amélioré distribuent en plus de «*l'aliment importé*»

Le tableau 6 représente les disponibilités locales en sous-produits en Dominique

	Surface	Nombre	Productivité	Potentiel	Export	Transfor	Disponib	Prix
	ha	plants				mation	ilité	de
		/ha		tonnes	tonnes	tonnes	locale	revient
							tonnes	EC\$
								/100kg
BANANE ¹	4620	1483	15t/ha	70000	60000		10000	50
PLANTIN	240	1075	20t/ha	5000	1000			
AVOCAT	96	148	80kg/arbre	1100	100		1000	26
MANGUE ²	232	124	50kg/arbre	1400	70		1000	24
COCO	16588	124	0.5 t/ha	8000	coprah		5000	23
					tourteau	2600	650	22

¹ Il faut ajouter aux disponibilités en bananes un écart de triage d'environ 10%, soit 6000t

² Les mangues ont un rendement en pulpe de l'ordre de 60%.

Les coûts de revient des différents produits de l'agriculture se situent entre 20 et 26 EC\$/100kg (excepté la banane à 50 EC\$/100kg), cependant leur utilisation en alimentation animale doit être calculée sur leur valeur résiduelle pour être compétitive par rapport aux aliments importés.

la part de la banane est toujours prépondérante dans les exportations, entre 40 et 60% avec des pointes à 66 et 70% en 1987 et 1988. En 1993, la valeur des exportations de banane était de 62.74 millions d'EC\$, soit 49% de la valeur FOB totale des exportations. L'ensemble des produits primaires constitue de 50 à 70% des exportations totales. (La banane représentant 90% de cette valeur).

Le tableau 7 représente la composition de la ration

	TRUIE		PORC	
	Eleveurs	Référence	Eleveurs	Référence
MS (g/j)	1890	2300	1650	2100
ED (Kcal/j)	6470	6650	5740	6500
Cel (%)	31	80	26	80
PT (g/j)	346	265	298	262
Lys (g/j)	14	9	12.1	15
Ca (g/j)	9.3	20	12.1	18
P (g/j)	10.7	10	9.4	11

Source: enquête Maruejouis, 1995

L'alimentation est globalement très déséquilibrée. Du fait du régime à base de banane, le taux de matière sèche est faible. L'apport énergétique est insuffisant de 20% par rapport au besoin (lactation pénalisée). L'apport protéique grâce au tourteau est excédentaire mais déséquilibré en lysine (croissance). Le rapport phospho-calcique est déséquilibré du fait d'un manque de calcium (50%) (problèmes d'aploombs). Ces déficits en lysine et en calcium se retrouvent aussi dans les analyses des aliments importés.

Le niveau de l'alimentation, très irrégulier est loin de couvrir les besoins surtout de lactation et de croissance et explique les performances modestes des élevages. ***Dans ce contexte, l'apport d'intrants est obligatoire.*** (80% du coût de revient d'un porc amélioré est de l'aliment).

1.3.2- Les coûts de production

L'élément déterminant du coût de revient du porc est l'alimentation (95% du coût total), le coût de la main d'oeuvre n'étant pas pris en compte.

Si l'alimentation traditionnelle permet de réduire les coûts de production des porcelets, elle ne permet d'atteindre un état de finition des porcs qu'avec une phase d'engraissement deux fois plus longue (32 semaines au lieu de 17) et revient plus chère que l'alimentation améliorée.

Cependant, L'alimentation à base de produits locaux (Banane et coprah) permet pour l'Etat une diminution de 50% des aliments importés (économie de devises) et une diminution pour l'éleveur du coût de l'engraissement d'environ:

40%	si on dispose de banane à	10 EC\$/quintal
20%	si on dispose de banane à	20 EC\$/quintal
0%	si on dispose de banane à	40 EC\$/quintal

Sachant que la banane se négocie entre 64 et 73 EC\$/quintal, selon la qualité, rendu au port et emballée.

IL en sort que:

Le prix FOB de la banane est 50 EC\$/quintal

L'utilisation de la banane ne s'avère rentable que si l'on exploite au maximum les écarts de triage

Le prix CIF est situé entre 64 et 73 EC\$/quintal

L'utilisation de la banane (aliment encombrant à forte teneur en eau) étant peu recommandée chez les animaux dont les besoins d'entretien et de production sont très élevés, on retiendra deux possibilités de son emploi en alimentation porcine:

- L'une avec les porcs à l'engrais (entre 30 et 95 kg)
- L'autre avec les truies en gestation

Nous présentons dans la suite un exemple de formulation pour «porc croissance» de rations à base de banane dans le contexte d'élevage Dominicais.

1.4- Comment formuler un aliment ?

Pour formuler, il est nécessaire de disposer de 3 bases très importantes:

☛ Les besoins nutritionnels de l'espèce à nourrir.



Les matières premières:

- Disponibilités de ces matières premières
- Limites d'incorporation des matières premières
- Prix des matières premières
- Qualité et constance de la composition des matières

☛ Prix du marché et caractéristiques de l'aliment

1.4.1- Exemple de besoins nutritionnels

BESOINS	TRUIE GESTATION	TRUIE LACTATION	PORC 2EME AGE	PORC CROISSANCE
Energie digestible	3000	3100	3200	3150
Protéines brutes	120-150	155-165	185-210	160-190
Lysine	6	8.7	12	8
Méthionine + cystine	2.7	3.3	3.8	5
Tryptophane	1.2	1.2	2	1.5
Thréonine	3.6	5.3	6.5	5
Leucine	3	6.9	8	6
Isoleucine	3.4	4.2	6.5	5
Valine	4.3	4.2	7	5.5
Histidine	1.2	2.3	2.9	2
Arginine		4	3.2	2.5
Phénylalanine + tryosine	3.1	6.9	10	8
Calcium	10	8	10.5	9.5
Phosphore	5.5	5.5	7.5	6
Rapport Ca/P	1.82	1.45	1.40	1.58
Quantité d'aliments/jour	2.5	4.5/5.5		
Apport énergétique/jour	7500	14000/17000		

Matières premières disponibles en Dominique avec leur prix

Sorgho	150 frs/ 100 kg
(tourteaux de) coprah	40 frs/ 100 kg
Maïs (grain)	142 frs/ 100 kg
Son de riz	30 frs/ 100 kg
Banane verte	25 frs/ 100 kg
(tourteaux de) coton	30 frs/ 100 kg
Manioc	40 frs/ 100 kg
Mélasses de canne	70 frs/ 100 kg
(tourteaux de) soja 48%	210 frs/ 100 kg
Orge (grain)	105 frs/ 100 kg
Son de blé	80 frs/ 100 kg

Recommandations

Poids vif (kg)	ED (kcal/j)	Aliment à 87% de MS
25	4200	1.3
30	5000	1.55
40	6000	1.9
50	7000	2.2
60	8000	2.5
70	8800	2.75
80	9200	2.9
90	9600	3
100-110	10000	3.1

Compositions d'un complément pour porc (NACIFAL)

Caractéristiques			Ingrédient
Protéines brutes	39	%	produits et sous-produits de gains de céréales, produits d'animaux terrestres et de poissons, produits et sous-produits de graines oléagineuses, huiles, minéraux
Matière grasse brute	5	%	
Cellulose	6	%	
Cendres	16	%	
Humidité	9	%	conditionnement
E.N.A	25	%	
Lysine	25	%	
Méthionine	1	%	
Cystine	0.6	%	sac plastique de 25 kg
Thréonine	1.5	%	
Tryptophane	0.5	%	
Leucine	3	%	
Isoleucine	1.8	%	aspect physique
Valine	2	%	
Histidine	0.9	%	
Arginine	2.9	%	
Phénylalanine + tyrosine	3	%	granulé de 3 mm
Calcium	5.5	%	
Phosphore	1.2	%	
Rapport Ca/P	4.6		
Vitamine B1	5	mg/kg	conservation
Vitamine B2	20	mg/kg	
Vitamine B6	5	mg/kg	
Vitamine B5	50	mg/kg	
Vitamine B3	75	mg/kg	pour garantir une conservation optimum de 4 mois, le produit doit être stocké dans un endroit sec, ventilé et à l'abri de la chaleur
Vitamine B6	0.5	mg/kg	
Choline	4000	mg/kg	
Vitamine Bc	2.5	mg/kg	
Vitamine B12	0.15	mg/kg	
Vitamine C	50	mg/kg	
Vitamine E	100	mg/kg	
Vitamine A	50000	UI/kg	
Vitamine D3	10000	UI/kg	
Vitamine K3	5	mg/kg	
Phospholipides	500	mg/kg	
Magnésium	50	mg/kg	
Fer	500	mg/kg	
Cuivre	500	mg/kg	
Zinc	500	mg/kg	
Sélénium	1.5	mg/kg	
Cobalt	2.5	mg/kg	
Energie brute	3800	kcal/kg	
Energie digestible	3000	kcal/kg	

	Prix M.P.							
FORMULES TYPES	actuel frs/100kg	PORC CROISSANCE	PORC CROISSANCE	PORC CROISSANCE	PORC CROISSANCE	PORC CROISSANCE	PORC CROISSANCE	
NACIFAL	550	170	170	170	170	170	170	kg
Sorgho (grain)	150							kg
Son de riz	30							kg
Banane sèche								
Banane verte	25				192	96	192	kg
Maïs (grain)	142	525	370	560	540	600	500	kg
Tourteaux de coton	30			16				kg
Manioc	40							kg
Mélasses de canne	70							kg
Son de blé	80	40	40	35	70	75	25	kg
Orge (grain)	105	40	200					kg
Tourteaux de Coprah	40	150	150	150	70		150	kg
Tourteau de soja 48%	210	75	70	65	100	125		kg
Poids du mélange brut		1000	1000	996	1142	1066	1037	kg
Poids du mélange sec		1000	1000	996	990	990	885	kg
Capacité du mélangeur 200 kg		(quantité que vous souhaitez faire par mélange)						
Caractéristique du mélange sec								
E.D. porc		3200	3150	3200	3100	3200	3000	kcal/kg
Protéines brutes		19	19	19	19	19	19	%
Matières grasses brutes		4	3	4	4	4	3.5	%
Cellulose		4.5	4.5	4.5	4	3	5	%
Cendres		5.5	5	5.5	5	5	5.5	%
Humidité		0	0	0	0	0	0	%
Vitamine A		8000	8000	8000	8000	8000	9000	UI/kg
Vitamine D3		1000	1000	1000	1000	1000	1000	UI/kg
Vitamine E		10	10	10	10	10	10	mg/kg
Vitamine C		8	8	8	8	8	9	mg/kg
Lysine		1	1	0.9	1	1	0.85	%
Méthionine + cystine		0.6	0.6	0.55	0.6	0.6	0.6	%
Calcium		1	1	1	1	1	1	%
Phosphore		0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	%
Rapport Ca/P		1.82	1.82	1.82	1.82	1.82	1.82	
Prix local rendue	(produit sec)	1.97	1.91	1.97	2.06	2.16	2.00	frs/kg
Prix local rendue	(produit brute)	1.97	1.91	1.97	1.79	2.00	1.71	frs/kg

D'après ce tableau, nous remarquons que toutes les rations proposées renferment 170 kg de complément alimentaire (NACIFAL). Cependant la ration dont le prix local rendu en produit sec ou en produit brut est le moins chère, est celle qui contient 192 kg de banane et 150 kg de tourteaux de coprah (Deux matières premières locales en Dominique).

D'où, l'utilisation de denrées locales pour l'alimentation du porc peut s'avérer très intéressante dès lors que le coût d'achat est faible.

CONCLUSION

Les matières premières disponibles dans la zone tropicale, nombreuses et variées, sont susceptibles d'apporter aussi bien de l'énergie (produits amylacés, issues de minoteries) que des protéines (tourteaux, protéagineux). ***Le premier facteur limitant leur utilisation dans l'alimentation porcine est leur composition chimique.***

Les produits amylacés locaux, racines, tubercules, tels que par exemple le manioc ou le fruit à pain, sont riches en eau et donc encombrants. Dans ces conditions, la quantité d'énergie ingérée par le porc est limitée par la capacité d'ingestion des animaux.

Les matières premières amylacées produites dans ces régions sont également pauvres en protéines. Par conséquent, elles ne peuvent être utilisées à l'état frais chez le porc en croissance que si elles sont fournies à volonté et accompagnées d'un complément énergétique et azoté.

Le manioc doux frais haché est bien valorisé par le porc en croissance. IL doit être distribué *ad libitum* et mélangé à un complément contenant 20% de protéines brutes. Dans ces conditions, les performances et la composition corporelle du porc sont identiques à celles observées avec un régime témoin contenant des céréales et du tourteau de soja.

Le jus de canne, fourni à volonté avec un complément azoté, peut être utilisé chez le porc en croissance sans modification significative de son gain de poids, relativement à un régime témoin à base de sorgho et de tourteau de soja.

Les sons (blé et riz) représentent un apport protéique intéressant. Leur forte teneur en constituants pariétaux limite, néanmoins, leur taux d'incorporation dans la ration.

Pour le son de riz, son taux d'incorporation chez le porc en croissance ne peut excéder 20% en raison de la présence de phytates dont l'influence négative sur l'absorption du phosphore et du calcium est bien connue. La richesse du son de riz en lipides limite également son utilisation car leur acides gras sont rapidement oxydés en milieu chaud et humide.

Les tourteaux les plus fréquents dans la zone chaude et humide sont les tourteaux d'arachides, coprah, palmiste et coton. Ces sous-produits industriels sont riches en protéines mais, relativement au tourteau de soja, ils sont généralement pauvres en lysine, méthionine et tryptophane.

Lorsqu'une supplémentation adéquate en acides aminés est apportée, le taux d'incorporation du tourteau de coprah dans la ration peut atteindre jusqu'à 50% sans modification du gain de poids journalier et de l'indice de consommation par rapport à un régime témoin renfermant du maïs et du tourteau de soja.

Divers autres facteurs limitent l'utilisation des produits locaux pour le porc. Certaines matières premières possèdent, comme nous venons de voir des facteurs anti-nutritionnels, d'autres se caractérisent par une forte variabilité de leur composition chimique; Mais ***le second facteur limitant la valorisation de ces matières premières, après leur composition chimique est leur disponibilité saisonnière, faible et souvent variable.***

L'utilisation rationnelle des produits tropicaux en alimentation porcine nécessiterait la mise en oeuvre de techniques de stockage et de conservation, telles que l'ensilage et le séchage, qui mériteraient d'être plus largement testées.

Dans le cadre des élevages extensifs ou semi intensifs (élevages traditionnels), l'utilisation des produits locaux peut être rentable à condition que ces matières premières seront produites sur l'exploitation même où elles sont utilisées.

Lorsque les coûts de transport et/ou d'achat de ces matières premières grèvent le coût de production, dans ces conditions, il devient financièrement plus intéressant d'alimenter les animaux avec de l'aliment concentré du commerce.

Dans le cadre de la DOMINIQUE, l'utilisation de denrées locales pour l'alimentation du porc peut s'avérer très intéressante dès lors que le coût d'achat est faible. La banane, le tourteau de coprah et le coprah, représentent en Dominique des volumes considérables. Ces volumes sont suffisants pour nourrir près de 5000 porcs par an. De plus, le prix de ces produits est faible, ou du moins le prix de refus de ces produits.

Des rations à partir de ces denrées peuvent être constituées à des prix très attractifs (économie de 20% sur le coût de l'alimentation).

Nous pensons que ce choix de la valorisation des ressources locales devrait être appuyé par le gouvernement.

La Coopérative Française a élaboré un projet de filière porcine dite améliorée. Des investissements lourds ont été, ou vont être réalisés. Un centre de multiplication, des géniteurs de race Large White importés de France, une usine d'aliments. De plus des aides au fermier, par prêts bonifiés, ont été accordées.

Avec l'aide de la Coopérative Française, un dossier de construction d'un abattoir moderne a été réalisé et accepté par l'Union Européenne.

La filière porcine bénéficie donc des aides extérieures de façon non négligeable.

<i>Toutes les informations sur la filière porcine en Dominique sont tirés du rapport de J.M.BERGES, «Filière porcine en dominique»</i>

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. AUMAITRE.A, 1975, «Sur l'appétibilité des aliments destinés aux porcelets:Importance du sel et du sucre». JOURNEES RECH. PORCINE EN FRANCE, 169-176.
2. ALHASSAN.W.S, ODOI.F, 1982, «Use of cassava leaf meal in diets for pigs in the humid tropics». Trop. Anim. Hlth Prod. **14**, 216-218
3. BAKER(D.H), HARMON(B.G), JENSEN(A.H), 1974, «Value of alfaalfa meal and wheat bran in diets for swine during preforrowing and lactation». J Anim Sci, **5**, 838-840.
4. BOUARD.J.P, CASTAING.J, FEKETE.J; 1979, «Effets de la farine de poisson dans un aliment céréales/soja destiné au porcelet sevré». JOURNEES RECH. PORCINE EN FRANCE, 197-202.
5. BONCOMPAGNE.O, 1988, «Etude de l'alimentation du porc à base de fourrages en milieu tropical:Conduite d'une expérimentation sur l'île de la Guadeloupe. (Stage de fin d'études du centre national d'études agronomiques des régions chaudes à Montpellier).(document interne)
6. CERNING-BEROARD.J, LE DIVIDICH.J, 1976, «Valeur alimentaire de quelques produits amylacés d'origine tropicale: Etude in vitro et in vivo de la patate douce, de l'igname, du malanga, du fruit à pain et de la banane.
7. CASTAING.J, COUDURE.R, FEKETE.J, LEUILLET.M, 1983, «Contribution à la définition d'un rationnement énergétique de gestation: recherche d'un niveau optimum». JOURNEES RECH. PORCINE EN FRANCE, **20**, 337-344.
8. CASTAING.J, COUDURE.R, FEKETE.J, 1985, «Utilisation du maïs grain humide avec ou sans rafle pour l'alimentation des porcelets après sevrage de 9 à 24 kg». JOURNEES RECH. PORCINE EN FRANCE, **17**, 441-450.
9. CASTAING.J, COUDURE.R, FEKETE.J, 1987, «Utilisation de l'ensilage de maïs grain humide ou de maïs grain rafle par le porcelet sevré». JOURNEES RECH. PORCINE EN FRANCE, **19**, 311-318.
- 10.CASTAING.J, COUDURE.R, FEKETE.J, LEUILLET.M, 1988. «Influence des apports alimentaires de gestation et de lactation sur les performances de la truie recevant des régimes à base de maïs». JOURNEES RECH. PORCINE EN FRANCE, **20**, 337-344.
- 11.CHAUVEL.J, GRANIER.R, 1988, «Utilisation de la levure de bière liquide pour le porc charcutier». JOURNEES RECH. PORCINE EN FRANCE, **20**, 369-374.
- 12.CHABEUF N, 1991, «Le porc», LE TECHNICIEN D'AGRICULTURE TROPICALE
- 13.CASTAING.J, CAMBEILH.H, 1996, «Utilisation du maïs grain humide entier comparé au maïs sec ou au blé pour la truie en gestation-lactation». JOURNEES RECH. PORCINE EN FRANCE, **28**, 355-364

- 14.DOURMAD.J.Y,1989, «Influence du niveau alimentaire de gestation sur les performances de reproduction et le comportement alimentaire de la truie en lactation». JOURNEES RECH. PORCINE EN FRANCE, **21**, 109-114.
- 15.DOURMAD J.Y, ETIENNE. M, NOBLET.J, 1991, «Contribution à l'étude des besoins en acides aminés de la truie en lactation». JOURNEES RECH. PORCINE EN FRANCE, **23**, 61-68.
- 16.ETIENNE.M, 1985, «Utilisation comparée du blé, du maïs et de l'orge par la truie en gestation» JOURNEES RECH. PORCINE EN FRANCE, **17**, 433-440.
- 17.ETIENNE.M, 1987, «Effets de régimes à base de blé, de maïs et d'orge pendant la gestation sur la reproduction chez la truie» JOURNEES RECH. PORCINE EN FRANCE, **17**, 433-440.
- 18.ETIENNE.M, NOBLET.J, DOURMAD J.Y, FORTUNE.H, 1989, «Etude du besoin en lysine des truies en lactation». JOURNEES RECH. PORCINE EN FRANCE, **21**, 101-108.
- 19.FEKETE J, CASTAING J, LAVOREL O, LEUILLET M., 1982 , «Utilisation de céréales dans des aliments simples pour porcelets sevrés: Comparaison du maïs, du blé et des orges». JOURNEES RECH. PORCINE EN FRANCE, **14**, 185-198.
- 20.FEKETE.J, CASTAING.J,1987, «Utilisation du sorgho à différentes teneurs en tanins par le porcelet sevré». JOURNEES RECH. PORCINE EN FRANCE, **19**, 327-332.
- 21.FOURRDIN Annie, Camus Pierrette et al, 1988, «Amélioration de l'utilisation des phytases chez le porc par incorporation d'issues à haute activité phytasique: Son de seigle, Son de blé».
- 22.GOMEZ GUILLERMO, 1979, «Le manioc dans l'alimentation des porcins». Revue Mondiale de Zootechnie, **29**, 14-21
- 23.GÖHL B, 1982, «Les aliments du bétail sous les tropiques, données sommaires et valeurs nutritives». ORGANISATION DES NATIONS UNIES POUR L'ALIMENTATION ET L'AGRICULTURE, Rome.
- 24.GEUYEN T.P.A, VERHAGEN J.M.F, VERSTEGEN M.W.A, 1984, «Effect of housing and temperature on metabolic rate of pregnant sows». Anim. Prod., **38**,477-485.
- 25.HENRY, 1993, «Alimentation du porc pour l'obtention de viande maigre: évolution récentes et perspectives.». INRA Prod. Anim. 6, (1), 31-45.
- 26.HENRY.Y, ETIENNE.M, 1988, «Alimentation énergétique du porc» JOURNEES RECH. PORCINE EN FRANCE, **10**, 119-166.
- 27.INRA, 1984, «L'alimentation des animaux monogastriques, porc, lapin, volailles», INRA Paris.
- 28.ITCF, Rapport 1984, «Les céréales, stockage, utilisation».
- 29.ITCF, Rapport 1985, «Les céréales, stockage, utilisation».
- 30.ITCF, Rapport 1986, «Les céréales, stockage, utilisation».

- 31.ITCF, Rapport 1988, «Le blé dans l'alimentation des porcs, volailles, lapins».
- 32.ITP, Edition 1991. «Les matières premières dans l'alimentation du porc».
- 33.ITP, Rapport 1991, «L'alimentation de la truie»
- 34.ITP, Edition 1992, «L'alimentation du porcelet».
- 35.ITP, Edition 1993, «Mémento de l'éleveur de porc», 5ème édition
- 36.ITP, Edition 1994, «L'alimentation du porc charcutier»
- 37.ITP, ITCF-AGPM, Rapport 1994, «Tables d'alimentation pour les porcs».31 pages.
- 38.LIZARDO.R, PEINIAU.JANYet al, 1992 «Influence des tanins du sorgho sur la croissance, la digestibilité des constituants de la ration et l'activité des enzymes pancréatiques et intestinales chez le porcelet». JOURNEES RECH. PORCINE EN FRANCE, **27** 209- 216.
- 39.LE DIVIDICH.J, CANOPE.I, 1974, «valeur alimentaire de la farine de banane et de manioc dans les régimes des porcelets sevrés à 5 semaines: Influence des taux de protéines de la ration». Ann. Zootech, **23** (2) 161-169.
- 40.LE DIVIDICH, 1995, «Quelques aspects de l'utilisation de la banaen par le porc». MINISTERE DE LA COOPERATION- PROJET D'APPUI A LA FILIERE PORCINE INTER-CARAIBE. COMPTE RENDU DU TROISIEME COMITE INTER-CARAIBE A ROSEAU EN DOMINIQUE.
- 41.LAVOREL.O, FEKETE.J, LEUIUET.M, 1981, «Influence de l'incorporation de sucre dans un aliment deuxième âge maïs-soja destiné aux porcelets sevrés». JOURNEES RECH. PORCINE EN FRANCE, 103 - 108.
- 42.MENA.ALFREDO, 1987, «Remplacement des aliments à base de céréales par du jus de canne à sucre pour les animaux monogastriques. REVUE MONDIALE DE ZOOTECHNIE, Avril-Juin 1987.
- 43.MAILLARD.R, DIOT.M, KIENER.T, Solange BERTRAND, 1991, «Effet de l'incorporation de manioc dans une ration à base de blé sur la digestibilité des acides aminés chez le porc». JOURNEES RECH. PORCINE EN FRANCE, **23**, 127-134.
- 44.MINISTÈRE DE LA COOPÉRATION, 1991, «Memento de l'agronome», République Française, quatrième édition
- 45.MISSOHOU.J, AGBOHON.A, 1995, «Subtitution partielle du tourteau d'arachide par le tourteau de coton: effets sur les performances en vif et en cacasse du porc local», Revue Médecine.Vét, **146**, 6, 437-440.
- 46.NOBLET.J, ETIENNE.M, DOURMAD J.Y, 1988, «Besoins énergétiques de la truie allaitante: détermination par la méthode factorielle».INRA Prod. Anim., 1988, **5**, 355-358.

47. NOBLET.J, KAREGE.C, DUBOIS. S, 1994, « Prise en compte de la variabilité de la composition corporelle pour la prévision du besoin énergétique et de l'efficacité alimentaire chez le porc en croissance». JOURNEES RECH. PORCINE EN FRANCE, **26**, 267-276.
48. NOBLRT.J, ETIENNEM, 1986, «Energy of lactation sows». J of Ani.Sci, **63**, 18888-1896.
49. PHILLIPS T.P; 1979, «Perspectives de la transformation et de la commercialisation des produits de manioc destinés à l'alimentation des animaux», REVUE MONDIALE DE LA ZOOTECHNIE, **31**, 36-40.
50. PEREZ J.M, CASTAING..J et al, 1981, «Valeur énergétique de deux types de manioc et utilisation comparée dans les régimes du porc en croissance et du porcelet: synthèse des résultats d'une étude concertée, I.N.R.A, I.T.C.F-I.T.P» JOURNEES RECH. PORCINE EN FRANCE, **125**, 144.
51. PEREZ.J. M, BOURDON.D, 1984, «Prévision de la valeur énergétique et azotée des sorghos a partir de leurs teneurs en tanins» JOURNEES RECH. PORCINE EN FRANCE, **293**, 299.
52. POND W.G, 1984, «Swine production and nutrition».
53. POINTILLART.A, JAY.Marie-Elise et al,, 1985, «Utilisation digestive du phosphore phytique chez le porc en croissance». JOURNEES RECH. PORCINE EN FRANCE, **17**, 463, 472.
54. PAPAILHAU Jean-luc, 1987, «Le son dans l'alimentation des mammifères non ruminants». Ecole nationale vétérinaire de Toulouse.
55. POINTILLART.A, 1994, «Phytates, phytases: leur incorporation dans les aliments des monogastriques». Point Vét. **25**, (157) 877-884.
56. RERAT.A; HENRY.Y, BOURDON.D, 1975, «Valeur nutritive de la farine de sang en remplacement du tourteau de soja dans les régimes du porc en croissance-finition». JOURNEES RECH. PORCINE EN FRANCE, **45**, 52.
57. QUEMERE.P, FOURDRINIER.R, LEFRANC.A, WILLEQUET.F, 1983, «Utilisation de la drêche de brasserie déshydratée par le porc en croissance-finition» JOURNEES RECH. PORCINE EN FRANCE, **15**, 325-334.
58. RAVINDRAN.V, KORNEGAY E.T, 1983; «Whole cassava plant as swine feed». WORD REVIEW OF ANIMAL PRODUCTION, vol XIX, No.1, January- March, 7-14.
59. RAVINDRAN.V, KORNEGAY E.T, RAJAGURI A.S.B, 1987, «Influence of processing methods and storage time on the cyanide potential of cassava leaf meal». Animal Feed Science and Technology, **17**, 227-233.
60. RIVIER.R, 1991, «Alimentation des ruminants domestiques en milieu tropical». MINISTERE DE LA COOPERATION ET DU DEVELOPPEMENT.
61. SEVE.B, 1986, «Elevage et sevrage des porcelets». Le porc et son élevage.INRA, 403-429.

- 62.SCHLUSSELHUBER.C, 1988, «La persistance des pratiques pour l'autoconsommation alimentaire dans les exploitations agricoles en France». Bulletin technique d'information, B.T.I, **453**,539-547.
- 63.SERRES.H, 1989, «Precis d'élevage du porc en milieu tropicale». MINISTERE DE LA COOPERATION ET DU DEVELOPPEMENT.
- 64.SIMONES NUNES.C, 1993, «Effets zootechniques et biochimiques de l'addition de phytase au régime alimentaire du porc», JOURNEES RECH. PORCINE EN FRANCE, **25**,45, 52.
- 65.TCHOUMBOUE.J, 1982, «Note sur un cas d'intoxication de porcs par di tourteau de coton décortiqué dans une ferme de Yaoundé-Cameroun». Rev.Elev.Med.Vét.Pays trop, **35**, 275-279.
- 66.YOUNG(L.G), KING(G.L), 1981, «weat shorts in diets of gestating swine». J Anim Sci, **52** (3), 551-556.

LISTE DES ANNEXES

ANNEXE I: GLOSSAIRE

**ANNEXE II: COMPTE RENDU DU COMITÉ INTER-CARAÏBE A ROSEAU EN DOMINIQUE
PROJET D'APPUI A LA FILIÈRE PORCINE INTER-CARAÏBE DU 23 AU 27
SEPTEMBRE 1996.**

ANNEXE III: EFFECTIF PORCIN EN MILIEU TROPICAL

**ANNEXE IV: LIMITES MAXIMALES D'EMPLOI DES MATIÈRES PREMIÈRES (EN % DE
L'ALIMENT)**

- *M.P riches en amidon*
- *M.P riches en lysine*
- *M.P diverses*

**ANNEXES V: COMPARAISON DES PRINCIPAUX ESPÈCES DE BÉTAIL DANS LE MONDE
EN TERME DE POPULATION ET DE PRODUCTION DE VIANDE**

**ANNEXE VI: ÉQUIVALENCES ALIMENTAIRES APPROXIMATIVES DES PRINCIPAUX
PRODUITS DESTINÉS A L'ALIMENTATION PORCINE**

ANNEXE I:Glossaire

1. La composition des matières premières

Remarque générale

- L'ensemble des coefficients d'utilisation digestive (CUD) utilisé dans ce travail est issu des tables néerlandaises 1991 (nutriments, acides aminés, phosphore)
- Plusieurs valeurs de composition chimique figurent dans ces tables en particulier celles issues des tables INRA 1989*; elles traduisent la variabilité de composition des matières premières suivant le temps et les origines, en particulier dans le cas de co-produits des industries agro-alimentaires.

- **La composition chimique** détaillée et les coefficients d'utilisation digestive apparente (C.U.D) des différents nutriments:

- . Matière grasse (MG)
- . Matière azotée totale (MAT)
- . Cellulose brute (CB)
- . Extractif non azoté (ENA)

Ces données permettent de calculer la valeur énergétique de la matière première.

- **La teneur en phosphore** total (Pt) et digestible (Pd), ainsi que les coefficients d'utilisation digestive apparente du phosphore

$$Pd = Pt \times CUDa$$

Toutes les valeurs figurants entre parenthèse sont issues de ce calcul

Le phosphore digestible représente la part du phosphore ingéré, directement utilisable par l'animal. La formulation en phosphore digestible permet de mieux ajuster les apports aux besoins des porcs et de limiter les rejets.

- **La composition en acides aminés** totaux (AAt) et digestibles (AAd), ainsi que les coefficients de digestibilité iléale apparente permettant leur calcul

$$AAd = AAt \times CUDa$$

Toutes les valeurs figurant entre parenthèse sont issues de ce calcul

Les principaux acides aminés utilisés pour la formulation des aliments porcs sont:

- . La lysine
- . Les acides aminés soufrés: méthionine + cystine
- . La thréonine
- . Le tryptophane

* L'alimentation des animaux monogastriques; porc, lapin, volailles.
2ème dition, INRA, 147 rue de l'universit, 75431 PARIS CEDEX 07

- **La valeur énergétique des matières premières**

- *L'énergie digestible (ED)*

C'est la valeur utilisée pour formuler les régimes, sur la base d'un rapport lys/ED spécifique pour chaque catégorie d'animal.

	Lysine/ED
Porcelet 1 ^{er} âge	4.2
Porcelet 2 ^{ème} âge	3.7
Porc croissance	2.9
Porc finition	2.4
Porc unique	2.7
Truie gestante	2
Truie allaitante	2.8

Les valeurs d'énergie digestible peuvent avoir plusieurs origines:

- . des mesures de digestibilité sur animaux (tables INRA)
- . un calcul à partir d'une équation de prédiction spécifique pour une matière première, dans ce cas, l'équation figure sous le tableau de composition.
- . une équation globale de prédiction de l'ED des matières premières

$$ED = 5.7 \times MAD + 9.42 \times MGD + 4.40 \times CBD + 4.07 \times ENAD \text{ (SCHEIMANN et al, 1972)}$$

$$ED_{18} = 5.52 \times MAD + 9.42 \times MGD + 2.75 \times CBD + 4.18 \times ENAD \text{ (NOBLET al, 1989)}$$

avec :

$$MAD = MAT \times CUD \text{ MAT}$$

$$MGD = MG \times CUD \text{ MG}$$

$$CBD = CB \times CUD \text{ MG}$$

$$ENAD = ENA \times CUD \text{ ENA}$$

$$ENA = MS - MAT - MG - MM - CB$$

MM: Matière minérale

Ces valeurs sont exprimés en g.

- *L'énergie nette (EN)*

Elle représente l'énergie effectivement utilisée par l'animal pour la croissance. Des travaux récents permettent d'évaluer l'énergie nette des matières premières:

• ABREVIATIONS

MS	Matière sèche
ED	Energie digestible
EN	Energie nette
MAT	Matière azotée totale
LYS	Lysine
MET	Méthionine
CYS	Cystine
M + C	Méthionine + cystine
THRE	Thréonine
TRYP	Tryptophane
Ca	Calcium
P	Phosphore (totale)
CB	Cellulose brute
NDF	Neutral Detergent Fiber = Fibres totales
MG	Matière grasse
Ac. L.	Acide linoléique
MM	Matières minérales
AMID	Amidon
T	Tanins
NL	Non limité
ND	Non déterminé
Mcal	mégacalories = 1000Kcal

• TYPES D'ALIMENTS

Porcelet 1er âge	Porcelet sous la mère ou sevré de moins de 40 jours d'âge
Porcelet 2ème âge	Porcelet de 40 jours d'âge jusqu'à 25-30kg
Porc -croissance	Porcs entre 25 et 60 kg
- finition	Porcs entre 60 kg et l'abattage
- unique	Porcs entre 25 kg et l'abattage
Futur reproducteur	Cochettes entre 25 kg et 100 kg jeunes verrats
Truie gestante	Truie en gestation et cochette après 100 kg
Truie allaitante	Truie de la mise bas au sevrage
Truie unique	Truie en gestation ou en lactation
Verrat	Verrats adultes

- à partir des éléments digestibles

$$EN6 = 2.49 \times MAD + 8.85 \times MGD + 3.54 \times AMIDON - 0.99 \times CBD + 2.83 \times (ENAD - AMIDON)$$

(NOBLET et al, 1989)

- à partir de l'ED et de la composition chimique

$$EN19 = 0.663 \times ED - 0.93 \times MAT + 2.28 \times MG - 1.13 \times CB + 0.76 \times AMIDON$$

(NOBLET et al, 1989)

Toutes les valeurs EN figurants dans les tableaux de ce travail (sauf exception mentionnée) sont calculées avec ces équations à partir des données de composition propres aux références citées.

2. Les caractéristiques des matières premières

Cette rubrique reprend les particularités des matières premières qui favorisent ou limitent leur emploi dans les aliments pour porcs.

3. Des valeurs maximales d'incorporation

Ce sont les valeurs limite pour lesquelles les performances de l'animal ne sont pas affectées. Pour chaque matière première répertoriée, les limites d'emploi sont signalées en pourcentage de l'aliment par type d'animal. Ces limites s'entendent pour des produits sains, et bien conservés. Lorsqu'une matière première n'est limitée que par la place occupée par sa complémentation, il est indiquée NL (non limité).

4. Des précisions sur l'utilisation des matières premières et leur conservation

5. Des contrôles à effectuer

Il s'agit des analyses à réaliser pour mieux connaître la matière première dont nous disposons compte tenu des variabilités de composition.

6. Formulation

Le logiciel PORFAL (Ets PICAN) permet:

- La vérification et le calcul des formules
- L'optimisation du coût des formules

ANNEXE II

**COMPTE RENDU DU COMITÉ INTER-CARAIBE A ROSEAU EN
DOMINIQUE**

**PROJET D'APPUI A LA FILIÈRE PORCINE INTER-CARAIBE
Du 23 Au 27 SEPTEMBRE 1996**

BILAN DU COMITÉ D'APPUI A LA FILIÈRE PORCINE INTER-CARAIBE

1- OBJECTIFS DU COMITÉ

Ce comité qui s'est tenu à la Dominique en Septembre 1996, a réuni des intervenants des pays membres: Cuba, France (Guadeloupe).

Les participants venaient des pays suivants: Dominique, Sainte Lucie, France (Guadeloupe et Martinique) et Haïti.

Le principal thème abordé au cours de ce comité est «*L'alimentation*» dans tous ces aspects allants:

Du plus général: (rappel sur la transformation d'énergie, la transformation de l'aliment ainsi que les principes de rationnement. Des exercices de rationnement ont été également distribués et effectués par les participants des différents pays cités).

Au plus particulier: L'influence du milieu tropical sur les besoins alimentaires de la truie, du porcelet et du porc charcutier, l'utilisation des matières premières tropicales afin de réduire le coût des intrants tout en maintenant un niveau de performances moyen et bon (un aliment «une graminée», la canne à sucre a été présentée en détail).et un rappel sur les facteurs limitants l'alimentation du porc en zone tropicale.

Des tables rondes ont été organisées au cours desquelles les participants de chaque pays ont pu discuté de difficultés propres à leur milieu:

Pour la Dominique et la Sainte-Lucie

Les principaux produits locaux sont la banane et le tourteau de coprah..

La plupart des produits importés viennent de la Guadeloupe et de Trinidad. D'après les participants, ces produits ne subissent pas de contrôles ni au niveau de la qualité (aliments pour ruminants vendus pour porcelets, l'étiquetage ne correspond pas à la composition réelle des aliments, incapacité de faire des analyses sur place pour s'assurer de la qualité de l'aliment) ni au niveau du prix (marché des prix très fluctuant, instable d'une importation à l'autre pour un même aliment et jamais contrôlé).

La préoccupation majeure des dominiquais était de pouvoir trouver une source alimentaire qui n'est pas trop chère pour augmenter leur niveau de reproduction.

Pour la Guadeloupe et la Martinique

Les principaux produits locaux sont la canne à sucre et la banane

- Ces deux départements souffrent de manque d'organisation que ça soit au niveau des porcheries (des truies qui mettent bas en même temps, les sevrages s'effectuent trop tôt), ou au niveau de la fabrication des aliments (pas de productions industrielles).
- Les usines de fabrication d'aliments appartiennent à une même compagnie ⇒ Monopole.
- Au niveau de la commercialisation: absence d'abattoirs en Guadeloupe, un seul en Martinique.

Pour les Haïtiens

Les produits locaux étant le manguier et l'avocatier, arbre à pain et palmiste à moindre degré, bananiers et oranges sûres.

- En Haïti, il s'agit plutôt d'un projet de repeuplement, C'est tout une infrastructure qui se crée.
- Il existe des problèmes d'approvisionnement en matières premières.
- Marché des aliments instable.
- Compétition entre l'homme et l'animal pour certains produits de base.
- aucune loi sur l'élevage, l'alimentation animale, le contrôle de qualité et la possibilité des analyses des matières premières.

2- DISCUSSIONS

2.1- Conclusions de ce comité

Nous venons de remarquer que les objectifs ne sont pas pareils d'un pays à l'autre. Le public était très hétérogène (ingénieurs agronomes, techniciens et éleveurs) ce qui a rendu plus difficile la tâche des intervenants (difficile de trouver un langage homogène et unique)

Cependant, il existe des difficultés communes à tous ces pays:

- Tous souffrent:
 - d'une dépendance des fournisseurs d'aliments, avec une impuissance de discuter avec eux.
 - d'une mal utilisation des produits locaux.
 - d'un manque de connaissances sur les problèmes liés à l'alimentation.
 - d'un manque d'organisation (incapacité d'adapter les performances aux conditions locales de productions).
 - de l'absence de loi sur l'élevage en général et l'alimentation animale en particulier.
 - de l'absence de laboratoire nationale sur le contrôle de qualité pour des matières premières produites localement ou importées.

Les intervenants de ce comité ont rapporté un plus aux participants. Certaines connaissances de bases sur l'alimentation étaient nécessaires. Des informations plus spécifiques sur l'alimentation en milieu tropical étaient jugées très intéressantes. Les tables rondes organisées ont permis aux différents participants de communiquer entre eux et avec les intervenants.

Cependant la plupart des participants s'attendaient à un langage plus pratique.

Pour certains (Dominique et Sainte-Lucie), le manque de communication avec les intervenants a rendu la tâche plus pénible (problème de langues français-anglais). Ce problème a été résolu rapidement par l'intervention d'une interprète.

- Certains critiques ont porté sur un manque d'organisation du comité sous prétexte qu'il y a beaucoup de thèmes qui se répètent d'un comité à l'autre. Cette répétition revient à l'hétérogénéité du public. Il sera souhaitable pour les prochains comités qu'un représentant de chaque pays puisse être toujours présent afin de pouvoir transmettre l'information précédente aux nouveaux participants.

- Le développement du thème «*Utilisation des produits locaux*» aurait été souhaitable. Mais tous les thèmes ne peuvent pas être traités en une semaine surtout que, pour certains «éleveurs», une semaine paraît assez longue.
- Des visites de porcheries auraient été souhaitables.

Enfin, il convient de dire que les conditions économiques de l'alimentation ainsi que de la valorisation des produits tropicaux en production porcine doivent être évaluées en fonction du contexte propre à chaque île de la Caraïbe.

ANNEXEIII

EFFECTIF PORCIN EN PAYS TROPICAUX

Les statistiques publiées par l'Office international des Epizooties (O.I.E) et la F.A.O./O.A.A., donnent les chiffres suivants, pour 1987:

LES CARAÏBES

République dominicaine	2.637 000
Cuba	2.400 000
Haïti	700.000
Trinidad	83.000
Guadeloupe	50.000*
Martinique	39.950*
Dominique	2.500
Sainte Lucie	10.000
Tobago	

AFRIQUE CENTRALE

Côte d'ivoire	450.000
Benin	620.000
Cameroun	1200.000

SUD-EST ASIATIQUE

Vietnam	11.796 000
Thaïlande	4.200 000
Laos	1.565 000
Cambodge	

OCEAN INDIEN

Madagascar	1.361 000
------------	-----------

*Bulletin technique d'informations (BTI)-1985-1986.

ANNEXEIV

LIMITES MAXIMALES D'EMPLOI DES MATIERES PREMIERES (en % de l'aliment)

Dans le cas d'association de matières premières voisines dont l'emploi est limité, ne pas introduire chacune de ces matières premières à son taux maximum

**Limites maximales d'emploi des matières premières riches en
amidon
(en % de l'aliment)**

Matières premières	TYPE D'ALIMENT					
	Porcelet 1er âge	Porcelet 2ème âge	Porc	Futur reproducteur	Truie gestante et verrat	Truie allaitante
Blé	40	NL	NL	50	50	50
Maïs grain séché	40	NL	NL	50	50	50
Maïs grain ensilé ou inerté	0	NL	NL	50	50	50
Maïs grain rafle	0	NL	NL	50	50	50
Sorgho	0	NL	NL	50	50	40
Manioc pellets (66% amidon)	0	20	25*	20	15	15
Manioc chips (71% amidon)	0	25	35**	25	20	20

* Aliment Croissance: 15 - Finition: 30

** Aliment Croissance: 25 - Finition: 40

ITP-ITCF-AGPM, édition 1994. 31 pages

**Limites maximales d'emploi des matières premières riches en
lysine
(en % de l'aliment)**

Matières premières	TYPE D'ALIMENT					
	Porcelet 1er âge	Porcelet 2ème âge	Porc	Futur reproducteur	Truie gestante et verrat	Truie allaitante
Tourteau de soja 48	20	NL	NL	NL	NL	NL
Tourteau de soja 50	20	NL	NL	NL	NL	NL
Farine de viande 50 (grasse)	0	0	5	5	5	5
Farine de viande 55 (dégraissée)	0	NL	NL	50	50	50
Farine de sang	0	0	5	0	0	0
Farine de poisson 72	8	8	8	8	8	8
Levure de bière alimentation en sec.....	10	10	10	10	10	10
alimentatin en liquide(1/j)	0	0	2	1	1	1

Limites maximales d'emploi des matières premières diverses (en % de l'aliment)

Matières premières	TYPE D'ALIMENT					
	Porcelet 1er âge	Porcelet 2ème âge	Porc	Futur reproducteur	Truie gestante et verrat	Truie allaitante
Mélasse (distribution à sec)	5	5	7	5	5	5
Mélasse (distribution en soupe)	0	0	10	10	10	10
Huile de soja	2	2	1.5*	1.5	1.5	1.5
Sucre	NL	NL	NL	NL	NL	NL

* sous réserve de ne pas dépasser 1.6% d'acide linoléique dans l'aliment

ANNEXE V: COMPARAISON DES PRINCIPALES ESPECES DE BETAIL DANS LE MONDE EN TERME DE POPULATION ET DE PRODUCTION DE VIANDE

	Population (millions de têtes)	Production de viande (milliers de tonne par an)
Bovins	1.253	50.098
Buffles	137	
Ovins	1.174	8.801
Caprins	521	
Volailles	10.050	11.495
Porcins	826	63.917

FAO, Quaterly of Statistics, 1989

* Estimation de la population porcine mondiale: 826 millions de têtes (FAO, 1988), soit 1 porc pour 6 habitants d ela planète.

ANNEXE VI

EQUIVALENCES ALIMENTAIRES APPROXIMATIVES DES PRINCIPAUX PRODUITS DESTINES A L'ALIMENTATION PORCINE

Produits essentiellement énergétiques

1kg de manioc sec = 1kg de féculé
1kg de maïs = 800g de son fin + 200g de son fort
1kg de maïs = 800g de manioc sec + 200g de tourteau d'arachide
1kg de maïs = 1kg de riz «cargo» = 1kg de brisures de riz
1kg de farine de cônes = 750g de manioc sec + 250g de tourteau d'arachide (ou de coton).
1kg de poids du cap = 500g de tourteau d'arachide + 500 g de manioc sec.

Produits apportants des matières azotées

1kg de tourteau d'arachide = 1kg de tourteau de coton = 2.5kg de tourteau de coprah,
1kg de viande osseuse + 10g de méthionine + 25g de lysine = 700g de farine de poisson + 300g de poudre d'os verts.
1kg de farine de tête de crevettes = 700g de farine de poisson + 50g de coquillages.

Produits apportants des matières minérales

1kg de farine d'os verts = 500g de farine d'os calcinés + 500g de farine de viande
1kg de coquillages broyés = 1kg de chaux

Ces équivalences approximatives permettent de faire des substitutions dans une ration déjà calculée, sans en compromettre gravement l'équilibre.