

Institut d'Elevage et de Médecine
Vétérinaire des Pays Tropicaux
10, rue Pierre Curie
94704 MAISONS-ALFORT Cedex



Wfe 89 00 8-1
9445
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

DIPLOME D'ETUDES SUPERIEURES SPECIALISEES
PRODUCTIONS ANIMALES EN REGIONS CHAUDES

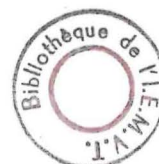
SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

UTILISATION DE SOUS-PRODUITS DE CAFE
DANS L'ALIMENTATION DE MONOGASTRIQUES

par

Afonso QUILOSSA MAMBI

année universitaire 1988-1989



SOMMAIRE

INTRODUCTION

1. GÉNÉRALITÉS

- 1.1. Description botanique du caféier
- 1.2. Sous-produits du café
 - 1.2.1. Technologie du café
 - 1.2.2. Composition chimique de différents sous-produits
 - 1.2.3. Facteurs antinutritionnels

2. POSSIBILITÉS D'UTILISATION DE SOUS-PRODUITS DE CAFÉ DANS L'ALIMENTATION DE MONOGASTRIQUES.

- 2.1 Utilisation de sous-produits à l'état brut dans des rations
 - 2.1.1. Utilisation chez les porcs
 - 2.1.2. Utilisation chez les volailles
 - 2.1.3. Utilisation chez les poissons
- 2.2. Essai d'amélioration de la valeur nutritive de sous-produits du café

3. CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

BIBLIOGRAPHIE

INTRODUCTION

L'utilisation de résidus agricoles et industriels ne constitue pas un problème nouveau dans l'alimentation animale. Les sous-produits du café font partie de ces ressources insuffisamment valorisées. Les quantités disponibles sont considérables dans les régions productrices du café ou industrielles et sont souvent cause de pollution.

La valorisation de ces produits dans l'alimentation animale pourra non seulement résoudre les problèmes de pollution mais aussi constituer une solution à l'allègement de problèmes d'approvisionnement en matières premières pour le rationnement des animaux domestiques dans les pays en voie de développement producteurs de café.

La pulpe de café représente 42 % du poids total du "café-cerise", et 29 % du poids sec de celui-ci, la parche constitue 12 % du poids sec des cerises tandis que le marc de café représente 70 % de grains de café torréfiés. En considérant la production mondiale du café, 5474 milliers de tonne en 1986-1987 d'après l'Organisation Internationale de Café (FREMY et coll., 1988), il est facile de prendre conscience de volumes énormes de ces produits qui sont éliminés.

Ainsi, dans notre synthèse nous nous sommes intéressés à voir les possibilités d'utilisation de la pulpe de café et du marc de café qui paraissent les sous-produits les plus abondants du café tout en dégageant les

les principales contraintes liées à cette utilisation et les possibilités d'amélioration de la valeur nutritive de ces sous-produits.

1 GENERALITES

1.1. Description botanique du caféier

Le caféier appartient à la grande famille des Rubiacées dont il constitue le genre Coffea.

La classification est complexe, mais on distingue deux grandes espèces qui sont les plus exploitées dans le monde, Coffea arabica et Coffea canephora ayant les caractères suivants (C.E.E.M.A.T et I.F.C.C., 1971) :

- arbuste de 6 à 12 m de hauteur, ordinairement multicaule.
- Feuillage persistant, constitué de feuilles entières, acuminées, gaufrées, plus ou moins grandes suivant l'espèce.
- Floraison en cymes, groupées en glomérules qui apparaissent à l'aisselle des feuilles. Fleurs blanches et rosées.
- Les fruits sont des drupes appelées "cerises", à maturité ils sont rouges plus ou moins foncé. La cerise est constituée d'un exocarpe, d'un mésocarpe charnu et de deux graines accolées par leur face plane. Lorsqu'un ovule avorte, l'autre se développe en un grain ovoïde. Chaque grain est protégé par deux enveloppes. La première, à texture scléreuse, est la parche, la seconde est une très fine membrane, la pellicule.

1.2. Sous produits du café

1.2.1. Technologie du café

Après la récolte, le grain de café peut être préparé par deux voies différentes (humide ou sèche) pour le libérer de ses enveloppes.

Lors du traitement par voie humide, les fruits mûrs du Caféier ou cerises sont mis à tremper dans un bac où elles sont lavées dans un courant d'eau qui les amène à la machine dépulpeuse. La pulpe est déchiquetée et séparée sous un courant d'eau. Le grain restant encore recouvert d'un mucilage on fait une fermentation et ensuite un lavage pour l'éliminer. La parche et la pellicule argentée sont enfin éliminées par battage après un séchage solaire ou artificiel.

Quant au traitement par voie sèche, procédé le plus simple, il consiste d'abord à un séchage naturel au soleil ou artificiel des drupes. Il s'ensuit un décorticage au cours duquel toutes les enveloppes desséchées - pulpe, parche et la pellicule argentée sont enlevées en même temps par une seule opération.

Un kg de café en cerises (345 g secs) fournit 432 g de pulpe (100 g secs), 17 g secs de mucilage, 41 g de parches et pellicules argentées séchées et 191 g de grains de café secs (BRESSANI et coll., 1972)

Le café ainsi obtenu est expédié vers les brâleries où il sera torréfié; des quantités de plus en plus importantes de café servent à la fabrication du café soluble et des extraits aromatiques.

L'extraction de solubles de café oscille autour de 30 %

ce qui donne 700 g de marc à partir de 1 Kg de café torréfié ou 1250 g de café vert. En effet, conformément aux accords internationaux, le taux d'extraction est limité à un tiers, c'est-à-dire que l'on ne doit pas utiliser moins de 3 Kg de café brûlé pour obtenir 1 Kg de café soluble. (Protector International, 1976)

1.2.2. Composition chimique

1.2.2.1. La pulpe

La pulpe est constituée essentiellement des fragments du mésocarpe et de l'épicarpe. Les données relatives à la composition chimique moyenne de la pulpe obtenue par différents procédés et présentée sous différentes formes sont présentées dans le tableau 1. Sous la forme humide on constate une forte teneur en eau. Sous la forme sèche et en comparaison avec d'autres produits comme le maïs, le son de blé, les pulpes de citrons, elle a un niveau relativement élevé en cellulose brute ainsi qu'en protéines et cendres. L'extractif non azoté est moins abondant que dans le maïs bien que les quantités soient comparables à celles de autres produits généralement utilisés dans l'alimentation animal. Quant à sa composition en acides aminés essentiels, elle est comparable ou supérieure à certains concentrés protéiques comme les farines de soja, de coton et de poisson (tableau 2) (BRESSANI et coll., 1972). Les mêmes observations sont faites par MOLINA et coll. (1974) et WAHL (1979).

La teneur des protéines en lysine est supérieure à celle du maïs et même à celle du soja.

Par contre les acides aminés soufrés paraissent limiter la qualité de protéines de la pulpe (BRESSANI et coll., 1972)

Tableau 1. Composition chimique moyenne de la pulpe de café sous formes diverses, comparées avec d'autres produits.

Nutriment	Pulpe de café voie sèche		Pulpe de café voie humide (c)			Autres produits (c)		
	(a) Au Ghana	(b) Au Kenya	Humide	Deshy- dratée	Fermentée et deshydratée	Maïs	Son de blé	Pulpe de citron
P 100 du produit								
- Eau	9,96	10,0	76,7	12,6	7,9	10,6	13,6	5,6
- Mat. sèche	90,04	90,0	23,3	87,4	92,1	89,4	86,4	94,4
p. 100 de la M.S.								
- Cendres	6,72	7,3	6,43	9,49	9,55	1,45	6,13	4,23
Ca		0,29		0,62				
P		0,03		0,12				
K				2,01				
- Mat. organique								
Cellulose brute	35,17	32,6	14,59	24,02	22,58	2,01	12,61	14,30
N x 6,25	7,97	9,7	9,01	12,81	11,61	10,51	17,93	5,82
Extrait étheré	1,34	1,8	2,06	2,86	2,82	4,80	5,78	1,69
Extractif non azoté		48,6	67,81	50,80	53,42	83,22	57,52	73,94
- En. métabolisable M.J/Kg	5,38							

(a) DONKOH et coll. (1983)

(b) GOHIL (1982)

(c) BRESSANI et coll. (1972)

Tableau 2. Composition en acides aminés essentiels de la pulpe de café, comparée avec celle des autres protéines (exprimée en g/16g N) BRESSANI et coll. (1972)

a.a.	pulpe de café	Maïs	Farine de soja	Farine de coton	Farine de poisson
Lysine	6,8	1,7	6,3	4,3	9,7
Histidine	3,9	2,8	2,4	2,6	1,7
Arginine	4,9	3,1	7,2	11,2	6,8
Treonine	4,6	3,3	3,9	3,5	5,8
Cistine	1,0	1,0	1,8	1,6	-
Méthionine	1,3	1,6	1,3	1,4	2,6
Valine	7,4	5,0	5,2	4,9	5,2
Isoleucine	4,2	4,3	5,4	3,8	5,6
Leucine	7,7	16,7	7,7	5,9	8,1
Tyrosine	3,6	5,0	3,2	2,7	-
Phénylalanine	4,9	5,7	4,9	5,2	3,7
Hydroxyproline	9,5				
Acide aspartique	8,7				
Sérine	6,3				
Acide glutamique	10,8				
Proline	6,1				
Glycine	6,7				
Alanine	5,4				

1.2.2.2. Mucilage

C'est le sous-produit issu du démucilaginage et du lavage de café dépulvé. Il est constitué de la partie du mésocarpe non éliminée lors du dépulpage de café par voie humide.

Après l'évaporation il peut être converti en mélasse de café riche en glucides. Comme sa composition est assez semblable à celle de la mélasse de canne à sucre, certains auteurs ont envisagé son emploi en remplacement de cette dernière (Protector International, 1976)

RIVIERE (1978) donne la composition suivante, par rapport à la matière sèche :

Matières pectiques :	33 à 40 %
Sucres totaux	45 à 50 %

1.2.2.3. Parche

Elle est constituée essentiellement par la paroi de l'endocarpe et de la pellicule argentée.

L'analyse chimique de parche de café montre qu'il s'agit d'un produit particulièrement riche en constituants pariétaux (Tableau 3). Tout naturellement les teneurs en autres nutriments sont très basses. Il s'agit de toute évidence d'un produit dont la valeur nutritive est très basse sinon nulle. RIVIERE (1978) considère que ce produit ne présente pas d'intérêt alimentaire. La composition chimique moyenne de la parche est présentée dans le tableau 4.

Tableau 3. Analyse de constituants pariétaux exprimée en p 100 de matière sèche. (MURILLO et coll., 1975)

Contenu cellulaire	11,8
NDF	88,2
ADF	67,5
Hemicellulose	20,7
Cellulose	44,5
Lignine	17,7
Cendres insolubles	5,3

Tableau 4. Composition chimique moyenne de la parche de Café.

Nutriment	BRESSANI et coll. (1972)	RIVIERE (1978)	GOHL (1982)
p 100 du produit			
eau	7,6	17,4	10,0
M.S.	92,8	82,6	90,0
p 100 de M.S			
Cendres	0,5	1,6	0,4
Ca	0,16	0,21	
P	0,03	0,02	
K	0,09	0,20	
Mat. organiques			
C.B.	75,4	77,2	95,2
P.B.	2,5	2,9	2,4
E.E	0,6	0,3	0,6
E.N.A	20,3	18,0	21,4

1.2.2.4 Marc de café

Relativement abondant dans les pays industrialisés, ce résidu provient de l'extraction du café soluble. C'est un produit relativement riche en protéines mais toutefois, toutes les réserves doivent être formulées quant à leur valeur biologique et à la disponibilité des acides aminés car lors de la torréfaction le grain de café subit des traitements thermiques extrêmes (Protector International, 1976).

Les différentes analyses chimiques effectuées sur le marc de café tableau 5 révèlent toujours des teneurs élevées en constituants pariétaux qui tendent à abaisser sa valeur énergétique. Mais la quantité élevée d'extractif étheré lui donne une concentration énergétique comparable à beaucoup d'autres aliments utilisés chez les porcs (BALOGUN et KOCH, 1975) ou les dindons (WISEMAN, 1984).

Tableau 5 Composition chimique de marcs de café exprimée en p 100 de M.S.

Nutriment	BALOGUN et KOCH (1975)	Protector Inter- national (1976)	GOHL (1982)	SIKKA et CHAWLA (1986)
Cendres	0,58	0,5	0,5	3,68
Ca		0,08		
P		0,05		
Mat. Org				
C.B	41,3	47,1	62,4	44,37
P.B	12,0	13,6	13,3	12,55
E.E	23,99	12,8	19,6	15,57
ENA	22,13		4,2	23,83

1.2.3. Facteurs antinutritionnels

1.2.3.1 Pulpe

La pulpe présente deux inconvénients, d'une part sa teneur élevée en constituants pariétaux et d'autre part un effet toxique dans l'alimentation animale.

Un ralentissement de la vitesse de croissance et une diminution de l'efficacité alimentaire au fur et à mesure de l'élévation du niveau de concentration de la pulpe de café de 10 à 50 p 100 de la ration ont été mis en évidence par BRESSANI et coll. (1973) dans leur étude menée avec des rats et poulets. Effets observés aussi par d'autres expérimentations chez les ruminants (BRAHAM et coll., 1973 ; JARQUIN et coll., 1973)

La caféine et les tanins sont supposés être les facteurs de toxicité qui entraînent souvent une perte de poids et ou une inflammation cutanée ; il est à noter par ailleurs que la pulpe a un mauvais goût qui n'attire pas les animaux (CLAUDE, 1979). L'excès de potassium (24,3 g / Kg M.S. - RIVIERE, 1978 ; 20,1 g / Kg M.S. - BRESSANI et coll., 1972), est aussi cité par certains auteurs (ANANDA, 1986 ; PENAZOLA et coll., 1985) comme facteur de toxicité.

Cependant le degré de contribution de chacun de ces facteurs à l'activité antiphysiologique de la pulpe observée chez les monogastriques et les ruminants est encore inconnu (BRESSANI, 1979)

COSTE (1968) signale l'existence de 0,9 % de caféine dans la pulpe de café. BRESSANI et coll (1972) trouvent que celle-ci peut contenir jusqu'à 1,5 % tandis que DONKOH et coll. (1988) trouvent dans leurs analyses un taux de 1,24 % par rapport à la matière sèche.

RABECHAULT (1959) distingue les tanins catéchiques dans le péricarpe des fruits (épicarpe, mésocarpe, endocarpe), les tanins galliques dont la présence est discutée et les tanins chlorogéniques particulièrement représentés dans les grains. JONKOH et coll. (1988) signalent la présence de 4,64 % de tanins par rapport à la matière sèche dans la pulpe de café obtenue par voie sèche. Les analyses de JARQUIN et coll. (1977) donnent un taux de 2,62 p 100 de produit obtenu par voie humide.

Les tanins interfèrent sur la digestibilité de la matière sèche en particulier sur celle des protéines soit par inhibition de protéases et autres enzymes soit par formation de complexes indigestibles avec les protéines (KROGDAL, 1987).

VELEZ et coll. (1985) qui ont aussi mis en évidence dans leurs essais ce phénomène considèrent que la capacité des polyphénols à retenir les protéines serait la cause de leur faible utilisation quand la pulpe de café est incorporée dans la ration des animaux.

L'effet antinutritionnel de la pulpe peut être aussi en partie le résultat de la capacité de polyphénols à bloquer le fer dont l'absorption est considérablement diminuée (ROZO et coll., 1985).

1.2.3.2 Marc de café

Ce résidu de l'industrie de café soluble contient aussi des teneurs très élevées en constituants péricarpiques. On y trouve un taux de caféine de l'ordre de 0,5 % (Protection International, 1976) et un taux de 2,3 % d'acide tanique (REDDY et coll., 1980).

2. POSSIBILITÉS D'UTILISATION DE SOUS-PRODUITS DU CAFÉ DANS L'ALIMENTATION DE MONOGASTRIQUES

2.1. Utilisation de sous-produits à l'état brut dans les rations

2.1.1. Utilisation chez les porcs

La pulpe de café sous la forme déshydratée et moulue peut être utilisée dans les rations du porc. Ses principales limitations viennent du niveau élevé en constituants pariétaux qu'elle contient et certains facteurs de toxicité et d'appétabilité qui d'une façon ou d'une autre ralentissent la vitesse de croissance du porc.

Les recherches concernant l'utilisation de la pulpe de café chez le porc montrent généralement dans leurs résultats que la proportion de ce sous-produit du café ne doit pas dépasser 16 % de la ration totale (JARQUIN et coll., 1974; JARQUIN et coll., 1977; GOHL, 1982).

Les différents paramètres étudiés : ingestion journalière, gain moyen quotidien, indice de consommation ne sont pas significativement influencés par les différents niveaux d'utilisation jusqu'à 16 % et on observe un effet dépressif à 24 %.

OKAI et coll. (1984) considèrent que la pulpe peut être utilisée à 20 % en substitution de la drêche de brasserie séchée, sans affecter significativement les différentes performances, mais ils reconnaissent cependant qu'elles souffrent d'une baisse progressive quand la quantité de pulpe passe de 15 à 20 %. Toutefois, aucun effet dépressif sur la santé ni sur la qualité de la carcasse n'est à signaler selon les mêmes auteurs.

En général, la prise de poids de porcs recevant de la pulpe est d'autant moins rapide que le pourcentage de pulpe incorporé à la ration est élevé. L'effet de la variation du niveau d'incorporation de la pulpe dans les rations pour porc sur les performances de croissance est résumé dans le tableau 6. Les rations utilisées dans l'étude de performances présentées dans ce tableau avaient une teneur moyenne en protéines de 18 p 100.

Un niveau élevé de protéines dans la ration conduit à une meilleure tolérance à des niveaux élevés de pulpe dans la ration (BRESSANI et coll., 1973). Considérant que les acides aminés soufrés sont facteurs limitants dans la pulpe, JARQUIN et coll. (1974) pensent que cela peut être une cause de baisse de gain de poids au fur et à mesure de l'augmentation du taux de pulpe dans la ration.

Le porc créole peut être alimenté avec des rations contenant jusqu'à 18 % de pulpe sans que l'ingestion alimentaire, le gain de poids et l'indice de consommation n'accusent une différence significative avec ceux du porc de la même race recevant une ration dépourvue de pulpe (JARQUIN et coll., 1977). Selon les mêmes auteurs le porc créole est moins exigeant que le porc de race améliorée en besoins protéiques.

Tableau 6. Effet de la variation du niveau de pulpe sur la performance de porcs

	Taux d'incorporation de la pulpe (p 100 de l'aliment)									
	JARQUIN et coll. (1974)					OKAI et coll. (1984)				
	0	8,2	16,4	24,6	0	5	10	15	20	
Nombre d'animaux	8	8	8	8	8	8	8	8	8	
Poids initial (Kg)	12,2	12,2	12,3	12,3	11,3	11,1	11,1	11,4	11,4	
Poids final (Kg)	31,2	31,9	30,3	26,9	43,3	42,7	43,3	46,3	44,1	
Ingestion alimentaire (Kg/porc/jour)	1,5	1,6	1,6	1,4	1,35	1,54	1,70	1,51	1,45	
Gain de poids (Kg/porc/jour)	0,54 ^a	0,56 ^a	0,51 ^a	0,42 ^b	0,45	0,43	0,48	0,46	0,43	
Indice de consommation (Kg d'aliment/Kg de gain)	2,82	2,87	3,04	3,26	3,10	3,40	3,30	3,50	3,40	
Mortalité	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Les valeurs suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes entre elles
($P < 0,05$)

Quant à l'utilisation du marc de café, différents essais révèlent que l'ingestion journalière des aliments, la croissance et l'indice de consommation sont déprimés à des taux d'incorporation supérieurs à 10 % (BALOGUN et coll., 1975; SIKKA et coll., 1985; SIKKA et coll., 1986). La faible performance alimentaire peut être attribuée au niveau élevé de constituants pariétaux qui abaisse la valeur énergétique de la ration plutôt qu'à un quelconque principe toxique dans le marc de café (BALOGUN et coll., 1975; SIKKA et coll., 1985).

L'inclusion de marc de café jusqu'à 15 % dans la ration n'a aucun effet négatif sur la qualité de la carcasse (SIKKA et coll., 1986) par contre à 20 % dans la ration l'épaisseur du lard dorsal est inférieure significativement (SIKKA et coll., 1985) à cause de la faible disponibilité de l'énergie et faible poids de porcs à l'abattage (BERRY et coll., 1970).

Le marc de café peut être utilisé efficacement en substitution de sorgho ou de son de riz dans des rations de porcs à des taux non supérieurs à 10 % (BALOGUN et coll., 1975; SIKKA et coll., 1985; SIKKA et coll., 1986).

Les effets sur les performances alimentaires sont présentés dans les tableaux 7 et 8 respectivement pour les porcs en croissance nourris avec des rations ayant une teneur moyenne en protéines de 20 % et les porcs en engraissement dont la teneur moyenne en protéines de rations est de 15 %.

Tableau 7. Performances alimentaires de porcs en croissance
nourris avec différents niveaux de marc de café
(SIKKA et coll., 1985).

	0 %	5 %	10 %	20 %
Poids moyen initial (Kg)	12,6	13,0	12,4	12,4
Poids moyen final (Kg)	66,2	64,5	58,4	35,7
Cours. totale en 111 jours (Kg)	187,2 ^{a (2)}	189,4 ^{a (2)}	169,5 ^{a (2)}	99,6 ^{b (2)}
Gain moyen quotidien (g)	483,1 ^{a (2)}	463,9 ^{a (2)}	414,4 ^{a (2)}	210,5 ^{b (2)}
Ingestion moyenne quot (Kg)	1,6 ^a	1,7 ^{a (2)}	1,5 ^{a (2)}	0,8 ^{b (2)}
Indice de cours. (Kg d'aliment/ Kg de gain)	3,5 ^{a (1)}	3,6 ^{a (1)}	3,6 ^{a (1)}	4,2 ^{b (1)}

Les valeurs suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes entre elles. (1) $P < 0,05$ (2) $P < 0,01$

Tableau 8. Performances alimentaires de porcs en engrais-
sement nourris avec différents niveaux de marc de café
(SIKKA et coll., 1986)

	0 %	10 %	15 %
Poids moyen initial (Kg)	52,0	52,2	52,0
Poids moyen final (Kg)	77,5	77,7	73,2
Gain total moyen (Kg)	25,5 ^a	25,5 ^a	21,7 ^b
Gain moyen quotidien (g)	364,4 ^a	364,4 ^a	310,8 ^b
Ingestion moyenne quot. (Kg)	2,50	2,53	2,53
Indice de cours (Kg d'aliment/ Kg de gain)	6,8 ^a	6,9 ^a	8,1 ^b

Les valeurs suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes entre elles. ($P < 0,05$)

2.1.2 Utilisation chez les volailles

L'utilisation de la pulpe déshydratée chez les volailles présente certains problèmes. Les poulets sont sensibles aux composés antinutritionnels de la pulpe de café (BRESSANI et coll., 1973). Les tanins, indifféremment de leur type, dépriment la croissance de poulets (DALE et coll., 1980).

Lorsque la teneur en pulpe de la ration augmente, la consommation d'aliments l'accroissement pondéral des poulets diminuent (BRESSANI et coll., 1973, DONKOH et coll., 1988).

La baisse de la croissance chez les volailles alimentées avec des rations contenant de grandes concentrations en pulpe peut être causée par une diminution de leur valeur protéique (DONKOH et coll., 1988). En effet, on sait déjà que les tanins interfèrent avec la digestibilité de protéines.

A partir de 30 % d'incorporation de pulpe dans la ration on observe une grande mortalité en moins de 3 jours, les animaux présentent divers symptômes mais avec toujours une hémorragie (BRESSANI et coll., 1973).

Les résultats sur les essais d'incorporation de la pulpe de café dans l'alimentation de poulets de chair sont présentés dans les tableaux 9 et 10.

DONKOH et coll. (1988) notent aussi que la réduction de performance peut être attribuée au fait que quand la concentration de pulpe dans les rations augmente, les valeurs de l'énergie métabolisable décroissent dans les rations.

Il est recommandé d'utiliser la pulpe de café déshydratée à de niveaux bas qui n'excèdent pas 10 % dans la ration de poulets de chair. A ce taux elle offre

de bonnes possibilités et peut être préconisée dans la dernière étape de croissance et engraissement (BRESSANI et coll., 1978). Mais DONKOH et coll (1988) considèrent qu'il n'est pas encore possible de recommander la même valeur pour volailles dans les pays africains puisque la valeur nutritive de la pulpe peut varier avec la variété utilisée, les méthodes de traitement, les types et niveaux de facteurs anti-nutritionnels présents et la combinaison des ingrédients, qui doivent à leur avis être bien étudiés. Ils recommandent 2,5 % de pulpe dans la ration car au-delà de ce taux ils ont constaté dans leur expérimentation que la consommation alimentaire, le gain de poids et la conversion alimentaire sont réduits significativement.

Tableau 9. Effet de l'incorporation de la pulpe de café dans les rations de poulets de chair sur leur consommation, le poids moyen final et la mortalité. (BRESSANI et coll., 1973)

Pulpe dans la ration %	Consommation moyenne (g) (1)	Poids moyen final (g)	Mortalité %
0	1308	825	0
10	1326	796	10
20	1246	557	0
30	643	348	30
40	172	158	80
50	59	0	100

(1) Les rations ayant une teneur moyenne en protéines de 22 % ont été distribuées à partir de 3^e jour de vie jusqu'à 6 semaines.

Tableau 10 Effet de l'incorporation de la pulpe de café dans les rations de poulet de chair sur leurs performances alimentaires. (DONKOH et coll., 1988)

Pulpe dans la ration %	Cons. d'aliments (Kg) (1) (3)	Gain de poids (Kg) (2)	Indice de cons. ⁽²⁾ Kg d'aliment / Kg de gain	Mortalité %
0	4,86 ^a	1,87 ^a	2,59 ^a	4,60 ^a
2,5	4,85 ^a	1,86 ^a	2,61 ^a	5,33 ^a
5	4,75 ^b	1,69 ^b	2,81 ^b	4,57 ^a
7,5	4,66 ^b	1,66 ^b	2,81 ^b	5,15 ^a
10	4,53 ^c	1,58 ^c	2,86 ^b	5,47 ^a

(1) Les rations avec des teneurs moyennes en protéines de 21 % et en énergie métabolisable de 12 MJ/Kg ont été distribuées pendant 8 semaines à partir de 14^e jour de vie.

Les valeurs dans les colonnes suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes entre elles

(2) $P < 0,05$

(3) $P < 0,01$

Le marc de café peut être utilisé jusqu'à 10 % dans la ration de poulet sans effet défavorable, l'indice de consommation est même légèrement amélioré (NARAHARI et coll., 1981). Avec ce taux d'incorporation les poulets réalisent de gains de poids légèrement inférieurs (tableau 11, mais pas significativement. Les mêmes observations sont

faites par REDDY (1972). Cependant au-dessus de 10 % dans la ration, le marc de café provoque des symptômes d'empoisonnement chez la volaille (GOËL, 1982). La faible ingestion des rations contenant du marc peut être due à sa faible appétance et sa couleur sombre (NARAHARI et coll., 1981)

Tableau 11 Effet d'incorporation de marc de café dans les rations de poulets sur la croissance, indice de consommation et mortalité. (NARAHARI et coll., 1981)

marc dans la ration	0 %	5 %	10 %
gain de poids moyen (g)	107,5	105,8	101,6
Indice de cons. (Kg d'aliment / Kg de gain)	5,57	5,48	5,43

Il est à noter aussi que la détérioration de la performance avec l'augmentation progressive du marc dans les rations de volailles est moins prononcée chez les dindons comparativement à celle de poulets comme on peut le constater dans le tableau 12 (WISEMAN, 1984). En effet, selon les auteurs (SLINGER et coll., 1964 ; FISHER et coll., 1973) cités par ce dernier, le dindon est capable de métaboliser plus efficacement que le poulet les aliments hautement fibreux.

Tableau 12. Effet de l'incorporation de marc de café dans les rations de volailles sur leur performance (WISEMAN, 1984)

Marc dans la ration (%)	Cons. alimentaire (g)		Gain de poids (g)		Indice de cons. (Kg d'aliment / Kg de gain)	
	Poulets	Dindons	Poulets	Dindons	Poulets	Dindons
0	1765	1054	988	587	1,782	1,828
3	1671	998	838	571	2,050	1,755
6	1556	1048	815	564	1,911	1,872
9	1504	982	674	452	2,274	2,187
12	1342	932	650	396	2,105	2,376
15	1310	877	504	355	2,621	2,475

Chez les poules pondeuses, le marc de café peut seulement être utilisé au niveau de 2,5 % pour une performance optimale ainsi qu'un faible coût de production (REDDY et coll., 1980).

De plus hauts niveaux baissent significativement la production des oeufs. Les auteurs attribuent ces effets au niveau bas de l'énergie ainsi qu'aux fortes teneurs en constituants parietaux et en tanins dans le marc de café. Cependant aucune influence significative n'est observée sur le poids des oeufs jusqu'à 10 % d'incorporation. L'effet de marc de café sur la performance de pondeuses est présenté dans le tableau 13.

Tableau 13. Performance de pondeuses alimentées avec différents niveaux de marc de café (REDDY et coll., 1980)

Taux d'incorporation	Taux de ponte journalier	Consommation g/poule/jour	Aliment Kg/douzaine oeufs	Poids des poules (g)	Poids des oeufs (g)	Coût d'aliment par douzaine oeufs (Roupies)
0	49,7 ^a	101,0 ^c	2,64 ^{ab}	1495	52,3	2,20
2,5	57,1 ^a	107,0 ^d	2,57 ^b	1433	54,7	2,00
5,0	44,6 ^b	95,0 ^b	2,58 ^b	1464	51,9	2,31
7,5	44,8 ^b	95,0 ^b	2,75 ^a	1413	52,8	2,18
10,0	43,4 ^b	86,0 ^a	2,85 ^a	1433	54,5	2,35

Les moyennes avec les mêmes lettres ne diffèrent pas significativement ($P < 0,01$)

2.1.3. Utilisation chez les poissons.

En ce qui concerne les essais d'utilisation de la pulpe en pisciculture, CHRISTENSEN (1981) constate chez la carpe commune (*Cyprinus carpio* L.) que la moyenne du gain de poids quotidien passe de 1,65 g avec la ration sans pulpe à 0,34 g quand elle contient de la pulpe. De même chez le poisson-chat (*Clarias mossambicus*) le gain quotidien décroît dans l'ordre de 45 % ou plus.

2-2. Essai d'amélioration de la valeur nutritive des sous-produits de café.

Stockage

Le temps de stockage de la pulpe déshydratée a une influence sur la concentration en caféine qui peut être réduite jusqu'à 50 % du niveau initial selon BRESSANI et coll. (1972) comme on peut le constater d'après leurs analyses (tableau 14).

Dans une étude sur la tolérance de rats et de poulets à l'accroissement du niveau de pulpe déshydratée dans leurs rations BRESSANI et coll. (1973) notent que le gain de poids des animaux recevant 20 % de pulpe emmagasinée pendant 5 à 17 mois est similaire à celui du lot témoin ; la mortalité est aussi réduite avec le temps de stockage.

Tableau 14 Effet de certains traitements sur le niveau de caféine de la pulpe de café déshydratée.

Traitement	Caféine %
sans stockage	1,20
stockage 1 mois	0,92
6 mois	0,80
13 mois	0,70
15 mois	0,46
Fermentation aérobie	0,54
Fermentation anaérobie	0,56
Cousue en autoclave	1,22
Torréfiée	1,64

Fermentation

La fermentation aérobie ou anaérobie avant la déshydratation détoxifie partiellement la pulpe de café. Les résultats de ces différents traitements sont présentés dans le tableau 14.

La fermentation de la pulpe de café en utilisant une moisissure (Aspergillus niger, avec comme milieu de culture potato dextrose agar), constitue une bonne alternative pour améliorer sa valeur nutritive en prévision de l'alimentation de monogastriques.

Selon PEÑALOZA et coll. (1985) cette amélioration est due à une réduction des teneurs en constituants minéraux, à une augmentation des teneurs en protéines (tableau 15) ainsi qu'à une possible modification de structure de facteurs antinutritionnels (tanins et caféine) dans la pulpe de café fermentée.

Un aliment pour poulet en croissance avec 10 p 100 de pulpe fermentée permet d'obtenir un indice de consommation similaire à celui de la ration sans pulpe et significativement meilleur que celui de la ration contenant 10 % de pulpe non fermentée (Tableau 16)

Les différences de consommation et de gain de poids entre le lot témoin et le lot recevant l'aliment contenant de la pulpe fermentée sont attribuées à des différences d'appétabilité.

Tableau 15. Composition de la pulpe originale comparée à celle obtenue après 43 h de fermentation (en p 100 de MS)
(PEÑALOZA et coll., 1985)

	Pulpe de café originale	Pulpe de café fermentée
Composés minéraux		
Cendres	4,93	12,64
Potassium	1,39	3,65
Composés organiques		
Constituants parietaux		
Cellulose brute	23,69	13,14
Parois totales (NDF)	31,44	23,48
Ligno cellulose (ADF)	30,46	23,43
Lignine (ADL)	12,20	11,72
Hemicellulose	0,98	0,05
Cellulose	18,65	11,97
Protéines brutes (Nx 6,25)	8,42	14,32
Extrait éthéré	2,19	2,39
Facteurs antinutritionnels		
Tanins	2,33	2,81
Caféine	0,68	0,76

Tableau 16. Effet de l'incorporation de pulpe de café fermentée ou non dans des rations pour poulets en croissance sur leur consommation, leur gain de poids et son indice de consommation. (PEÑALOZA et coll., 1985)

Rations	Cons. g/4 semaines	Indice de cons. Kg d'aliment/Kg de gain
Avec 10 % de pulpe non fermentée	663,7 ^b	2,53 ^b
Avec 10 % de pulpe fermentée	695,4 ^b	2,14 ^a
Sans pulpe	802,3 ^a	2,19 ^a

Les valeurs suivies d'une même lettre ne diffèrent pas significativement entre elles ($P < 0,05$)

Traitement avec metabisulfite de Na

L'addition de sulfite a pour conséquence d'inhiber les réactions qui sont à l'origine de la réduction de la disponibilité biologique de protéines contenues dans la pulpe et dans la ration complète (MCLEOD, 1974; MATHEW, 1971). Le traitement avec 2 % de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ à raison de 5 litres par 150 Kg de pulpe se traduit par une meilleure utilisation de protéines par l'animal et améliore le gain de poids de poulets des rations avec 10 p 100 de pulpe (tableau 17) ainsi que la consommation alimentaire (tableau 18). Les performances restent toutefois inférieures à celles de poulets recevant la ration sans pulpe.

Malgré les changements chimiques favorables qui se réalisent, comme l'amélioration de la digestibilité de protéines, ce traitement n'améliore pas significativement la valeur nutritive de la pulpe (BRESSANI et coll., 1978). Les mêmes observations sont faites par TARRQUIN et coll. (1977) dans un essai chez les porcs.

Tableau 17. Augmentation du poids de poulets alimentés avec des rations contenant la pulpe traitée avec $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ en 3 semaines (BRESSANI et coll., 1978)

Pulpe de Café %	Augmentation moyenne du poids (g)		
	Traitement de la pulpe		
	0 % sulfite	1 % sulfite	2 % sulfite
0	604	-	-
10	546	503	578
20	331	371	463
30	189	199	260

Tableau 18 Consommation alimentaire avec différents traitements de pulpe à la $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ chez les poulets en 3 semaines (BRESSANI et coll., 1978)

Pulpe de café dans la ration (%)	Traitement de pulpe	Consommation moyenne (g/poulet)	Indice de Cons Kg d'aliment/Kg gain
0	0	1188	1,92
10	0	1187,8	2,17
20	0	970,2	2,93
30	0	822,4	4,52
10	1 % sulfite	1141,2	2,27
20	1 % "	988,9	2,62
30	1 % "	856,8	4,33
10	2 % "	1243,3	2,15
20	2 % "	1164,9	2,52
30	2 % "	948,1	3,65

Ensilage

L'ensilage de la pulpe de café accroît la teneur en cendres ainsi qu'en contenu cellulaire tandis que celles en constituants pariétaux se trouvent réduites.

Malgré les changements physico-chimiques observés dans la pulpe soumise à ce traitement et qui peuvent être considérés comme favorables, les résultats de la réponse biologique de porcs ne reflètent aucune amélioration de la valeur nutritive (JARQUIN et coll., 1972). Il n'y a pas de

différence significative entre les performances réalisées par les porcs nourris avec une ration contenant la pulpe déshydratée et celle de porcs nourris avec la ration renfermant la pulpe ensilée.

Traitements alcalins

L'extraction de la pulpe de café par des solvants alcalins se traduit par une réduction substantielle du contenu de polyphénols totaux et polyphénols condensés. (GARCIA et coll., 1985). L'hydroxyde d'ammonium (NH_4OH) 3 % est plus efficace que l'hydroxyde de calcium ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) 1 % pour l'extraction de polyphénols condensés (tableau 19). On estime que la diminution des teneurs en polyphénols condensés de la pulpe de café est spécialement importante du point de vue nutritionnel car on leur attribue un effet nuisible plus aigu quand ils sont ingérés par l'animal (DUEÑAS et coll., 1979).

Etant donné que les polyphénols diminuent significativement l'utilisation de protéines, leur élimination par les solvants alcalins peuvent améliorer la valeur nutritive de la pulpe de café.

PRICE et coll (1979) traitant une variété de sorgho ayant une teneur élevée en tanins avec l'hydroxyde d'ammonium 3 % ont pu constater que celle-ci non seulement avait réduit la quantité de tanins mais avait aussi amélioré sa valeur nutritive mesurée sur des poulets.

Les traitements alcalins entraînent aussi une hydrolyse partielle de parois cellulaires et augmentent

de ce fait la digestibilité. L'hydrolyse la plus efficace est obtenue avec NaOH (MURILLO et coll., 1975)

Tableau 19. Extraction de polyphénols dans la pulpe de café (mg/g de M.S) (GARCIA et coll., 1985)

Solvant	10 minutes		1 heure	
	Total	Condensé	Total	Condensé
Methanol pur	6,5	5,5	8,3	6,0
Methanol - eau (50 : 50)	23,5	7,5	29,0	7,0
NH ₄ OH 3 %	42,5	25,6	40,0	23,5
Ca(OH) ₂ 1 %	49,5	15,8	43,5	13,6

Pour rappel DONKOH et coll. (1988) signalent la présence de 4,64 % de tanins par rapport à la matière sèche dans la pulpe de café obtenue par voie sèche tandis que les analyses de BRESSANI et coll. (1977) donnent un taux de 2,62 p 100 de produit obtenu par voie humide.

CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

Tous les facteurs anti-nutritionnels cités tant pour la pulpe que pour le marc de café ajoutés à la faible appétabilité de ces produits limitent leur utilisation en alimentation animale.

Néanmoins l'inclusion de ces ressources facilement disponibles dans la ration de monogastriques même à de faibles niveaux de concentrations en mettant à profit les techniques d'amélioration de valeur nutritive, peut aider à réduire l'utilisation des aliments conventionnels comme le maïs et la farine de poisson (que les hommes consomment aussi) particulièrement dans les zones où ces aliments sont rares et coûteux.

Les résultats obtenus lors des différentes expérimentations démontrent que les sous-produits de café comme la pulpe de café et le marc de café constituent des aliments qui peuvent être employés valablement dans le rationnement des porcs et volailles.

L'importance quantitative de ces sous produits et leur composition chimique, particulièrement leur teneur en acides aminés, conduisent à recommander de poursuivre les efforts visant à leur utilisation efficace. Il est nécessaire en particulier d'identifier complètement les facteurs anti-nutritionnels et de mettre au point des techniques simples permettant de diminuer leurs teneurs et d'améliorer l'appétabilité.

La valorisation des sous produits de café pour l'alimentation animale aiderait aussi à réduire la pollution de l'environnement provoquée par leur sous utilisation actuelle.

BIBLIOGRAPHIE

1. ANANDA (R.P.), RAMAIAH (P.K.). By-products of Coffee berries and their possible utilisation. *Indian Coffee*, 50(6) : 3-8.
2. BALOGUN (T.F.), KOCH (B.A.). Coffee grounds replacing sorghum grains in pig rations. *Tropical Agriculture*, 1975, 52(3) : 243-249.
3. BERRY (B.W.), SMITH (G.C.), MILLER (J.K.), KROENING (G.H.). Effect of chronological age on live weight and carcass characteristics of Yorkshire swine. In SIKKA (S.S.), CHAWLA (J.S.), ICHHPONANI (J.). Effect of feeding ground spent coffee on the growth and carcass quality of pigs. *Indian J. Anim. Nutr.*, 1985, 2(1) : 51.
4. BRAHAM (J.E.), JARQUIN (R.), GONZALEZ (J.M.), BRESSANI (R.). Pulpa y pergamino de café. III Utilización de la pulpa de café en forma de ensilaje. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 1973, 23 : 379-388.
5. BRESSANI (R.). Antiphysiological factors in coffee pulp. In BRAHAM (J.E.), BRESSANI (R.). *Coffee pulp : Composition, technology and utilization*, IDRC, 1979 : 83-88.
6. BRESSANI (R.), ESTRADA (E.), ELIAS (L.G.), JARQUIN (R.), URRUTIA de VALLE (L.). Pulpa y pergamino de café. IV Efecto de la pulpa de café deshidratada en la dieta de ratos y pollos. *Turrialba*, 1973, 23(4) : 403-409.

7. BRESSANI (R.), ESTRADA (E.), JARQUIN (R.). Pulpa y pergamino de café. I Composición química y contenido de aminoácidos de la proteína de la pulpa. *Terrialba*, 1972, 22 (3) : 299-304.
8. BRESSANI (R.), GONZÁLEZ (J.M.). Evaluación de la pulpa de café como posible sustituto del maíz en raciones para pollo de carne. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 1978, 28(2) : 208-221.
9. C.E.E.M.A.T./I.F.C.C. Le caféier. Monographie succincte préparée pour l'information du S.G.C.T.M.A., 1971 : 4 p.
10. CHRISTENSEN (M.S.). Preliminary tests on the suitability of coffee pulp in the diets of common carp (*Cyprinus carpio* L.) and catfish (*Clarias mossambicus* Peters). *Aquaculture*, 1981, 25 (2/3) : 235-242.
11. CLAUDE (B.). Utilisation des sous-produits de café. Etude bibliographique. *Café Cacao Thé*, 1979, 23 (2) : 146-152.
12. COSTA (R.). Le caféier. Paris, G.P. Maisonneuve et Larose, 1968 : 310 p.
13. DALE (N.M.), WYATT (R.D.), FULLER (H.L.). Additive toxicity of aflatoxin and dietary tannins in broiler chicks. In DONKOH (A.), ATUAHENE (C.C.), KESE (A.G.), MENSAH-ASANTE (B.). The nutritional value of dried coffee pulp (DCP) in broiler chickens' diets. *An. Feed Sc. Techn.*, 1988, 22 : 144.
14. DONKOH (A.), ATUAHENE (C.C.), KESE (A.G.), MENSAH-ASANTE (B.).

The nutritional value of dried coffee pulp (DCP) in broiler chickens' diets. *An. Feed sci. Techn.*, 1988, 22 : 139 - 146.

15. DUEÑAS (J.A.), TOVAR (J.E.). Ensayos para eliminar los polifenoles de la pulpa de café mediante extracción con solventes y ensayos biológicos del mejor tratamiento. In GARCIA (A.L.A.), VÉLEZ (R.A.J.), ROZO (H.P.De). Extracción y cuantificación de los polifenoles de la pulpa de café. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 1985, 35 (3) : 494.
16. FISHER (C.), SHANNON (D.W.). Metabolism energy determinations using chicks and turkeys. In WISEMAN (J.). A note on the nutritive value of dried instant coffee residue for broiler chickens and turkey poults. *An. Feed sci. Techn.*, 1983/1984, 10 (4) : 287.
17. GARCIA (A.L.A.), VÉLEZ (R.A.J.), ROZO (H.P.De). Extracción y cuantificación de los polifenoles de la pulpa de café. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 1985, 35 (3) : 491 : 495.
18. GÖHL (B.). Les aliments du bétail sous les tropiques. Rome, Org. des Nat. Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture, 1982 : 543 p.
19. JARQUIN (R.), BRESSANI (R.). Evaluación nutricional, en cerdos, de la pulpa de café sometida a varios procesos de almacenamiento. *Turrialba*, 1977, 27 (4) : 385 - 391.
20. JARQUIN (R.), GOMEZ-BRENES (R.A.), BERDUCIO (L.), BRESSANI (R.). Efecto de los niveles proteínicos y de la pulpa de café en raciones para cerdos criollos. *Turrialba*, 1977, 27 (2) : 179 - 185.

21. JARQUIN (R.), GONZALEZ (J.M.), BRAHAM (J.E.), BRESSANI (R.)
Pulpa y pergamino de café. II Utilización de pulpa de café
en la alimentación de rumiantes. Turrialba, 1973, 23 (1) :
41-47.
22. JARQUIN (R.), ROSALES (F.A.), GONZALEZ (J.M.), BRAHAM (J.E.),
BRESSANI (R.). Pulpa y pergamino de café. IX Uso de la pulpa
de café en la alimentación de cerdos en la fase de creci-
miento y acabado. Turrialba, 1974, 24 (4) : 353-359.
23. KROGDAHL (A.). Dietary fibres are troublemakers. In
DONKOH (A.), ATUAHENE (C.C.), KESE (A.G.), MENSAH-ASANTE (B.).
The nutritional value of dried coffee pulp (DCP) in broiler
chickens' diets. An. Feed Sci. Techn., 1988, 22 : 144.
24. MATHEW (A.G.), PARPIA (H.A.B.). Food browning as a polyphenol
reaction. In BRESSANI (R.), GONZÁLEZ (J.M.). Evaluación de la
pulpa de café como posible sustituto del maíz en raciones
para pollos de carne. Archivos latinoamericanos de Nutrición,
1978, 28 (2) : 217.
25. McLEOD (M.N.). Plant tannins - their role in forage quality.
In BRESSANI (R.), GONZÁLEZ (J.M.). Evaluación de la pulpa de
café como posible sustituto del maíz en raciones para pollos
de carne. Archivos latinoamericanos de Nutrición, 1978, 28 (2) :
217.
26. MOLINA (M.R.), FUENTE (G. De La), GUDIEL (H.), BRESSANI (R.).
Estudios básicos sobre la deshidratación de la pulpa de café.
Turrialba, 1974, 24 (3) : 280 - 284.

27. MURILLO (B.), CABEZAS (M.T.), BRESSANI (R.). Pulpa y pergamino de café. X. Cambios en la composición química del pergamino de café por efecto de diferentes tratamientos alcalinos. Turrialba, 1975, 25 (2) : 179-182.
28. NARAHARI (D.), REDDY (C.V.). Utilisation of "spent coffee seed meal" (SCSM) in chick starter rations. Indian Vet.J., 1981, 58 (2) : 154-156.
29. OKAI (D.B.), BONSI (M.L.K.), EASTER (R.A.). Dried coffee pulp (DCP) as an ingredient in the diets of growing pigs. Tropical Agriculture, 1985, 62 (1) : 62-64.
30. ORGANISATION INTERNATIONALE DE CAFÉ. In FRÉMY (D.), FRÉMY (M.). QUID 1989. Paris, ROBERT Laffont, 1988
31. PEÑALOZA (W.), MOLINA (M.R.), BRENES (R.G.), BRESSANI (R.). Solid-state fermentation: an alternative to improve the nutritive value of coffee pulp. Applied and Environmental Microbiology, 1985, 49 (2) : 388-393.
32. PRICE (M.L.), BUTLER (L.G.), ROGGER (J.C.), FEATHERSON (W.R.). Overcoming the nutritionally harmful effects of tannin in sorghum's grain by treatment with inexpensive chemicals. In VELEZ (R.A.T.), GARCIA (A.L.A.), ROZO (M.P.De). Interacción in vitro entre los polifenoles de la pulpa de café y algunas proteínas. Archivos

Latinoamericanos de Nutrición, 1985, 35 (2) : 302-303.

33. PROTECTOR INTERNATIONAL. Connaissance des matières premières. Issues de café.
34. RABECHAUT (H.). Anatomie comparée de fruits et des grains de caféiers cultivés. In COSTE (R.). Les caféiers et les cafés dans le monde. Paris, Larose, 1959 : 97-120.
35. REDDY (C.V.). Poul. Guide. In NARAHARI (D.), REDDY (C.V.). Utilisation of "spent coffee seed meal (SCSM) in chick starter rations. Indian Vet. J., 1981, 52 (2) : 155.
36. REDDY (D.R.), REDDY (V.R.), REDDY (C.V.). The utilization of spent coffee seed meal in layer rations. Indian Journal of Poultry Science, 1980, 15 (2) : 104-108.
37. RIVIERE (R.). Manuel d'Alimentation des ruminants domestiques en milieu tropical. Maisons-Alfort, I.E.M.V.T., 1978 : 527p.
38. ROZO (M.P.De), VELEZ (R.J.), GARCIA (A.L.A.). Efecto de los polifenoles de la pulpa de café en la absorción de hierro. Archivos Latinoamericanos de Nutrición, 1985, 35 (2) : 287-296.
39. SIKKA (S.S.), CHAWLA (J.S.). Effect of feeding spent coffee grounds on the feedlot performance and carcass quality of fattening pigs. Agricultural Wastes, 1986, 18 (4) : 305-308.
40. SIKKA (S.S.), CHAWLA (J.S.), ICHHPONANI (J.S.). Effect of feeding

ground spent coffee on the growth and carcass quality of pigs. Indian J. An. Nut., 1985, 2 (1) : 49-52.

41. SLINGER (S.J.), SIBBALD (I.R.), PEPPER (W.F.). The relative abilities of two breeds of chickens and two varieties of turkeys to metabolise dietary energy and dietary nitrogen. In WISEMAN (J.). A note on the nutritive value of dried instant coffee residue for broiler chickens and turkey poults. An. Feed Sci. Techn., 1983/1984, 10 (4) : 287.

42. VÉLEZ (R-A.J.), GARCÍA (A-L.A.), ROZO (M.P.De). Interacción in vitro entre los polifenoles de la pulpa de café y algunas proteínas. Archivos Latinoamericanos de Nutrición, 1985, 35 (2) : 297-305.

43. WAHL (C.). Du café pour les animaux. Afrique Agriculture, 1979, 4 : 65.

44. WISEMAN (J.). A note on the nutritive value of dried instant coffee residue for broiler chickens and turkey poults. An. Feed Sci. Techn., 1983/1984, 10 (4) : 285-289.