

REVUE SUR LE MANIOC (*Manihot esculenta* CRANTZ) DANS L'ALIMENTATION DES RUMINANTS: I. COMPOSITION CHIMIQUE, VALEUR ALIMENTAIRE, TOXICITE ET CONDITIONNEMENT<sup>1</sup> /

F. GEOFFROY\*  
F. BARRETO-VELEZ\*\*

Resumen

*Después de una breve presentación de las características de producción, los autores enfatizan particularmente en la composición química y el valor alimenticio (cantidad ingerida y digestibilidad) de las raíces y hojas de yuca y acometen los aspectos de toxicidad, detoxificación y acondicionamiento de esos productos.*

Introduction

**L**e manioc (*Manihot esculenta* Crantz), euphorbiacée cultivée dans l'ensemble du monde tropical, constitue l'une des principales ressources alimentaires de ces pays. La production mondiale est de l'ordre de 105 000 000 tonnes pour une surface plantée de 11 551 000 hectares. Selon Coursey et Halliday (18) 90% de cette production serait utilisée en alimentation humaine; le reste étant destiné à l'alimentation du bétail (porcs – ruminants essentiellement), des volailles et à l'industrie (chimie des sucres, alcools, etc.). Cette situation évolue cependant rapidement en raison de la demande accrue en manioc sur le marché mondial et en particulier sur le marché européen (les importations ont été multipliées par 5 et 6 entre 1970 et 1980) en vue de son introduction dans les aliments du bétail en remplacement des céréales dont les prix sont beaucoup plus élevés.

Les principaux pays exportateurs de manioc sont actuellement le Brésil et la Thaïlande dont la production dépasse très largement les besoins de la consommation humaine.

<sup>1</sup> Reçu le 14 Juillet 1982.

\* Station de Recherches Zootechniques – Centre I.N.R.A. Antilles – Guyane. 97170 PETIT-BOURG Guadeloupe, (Antilles Françaises).

\*\* Finca "La Cabaña", Ubate Cundinamarca. Colombia.

La revue bibliographique que nous présentons ici se propose de faire le point des travaux réalisés d'une part sur la composition chimique et la valeur alimentaire du manioc et d'autre part sur son utilisation dans l'alimentation des ruminants.

Caractéristiques de la production

Ecologie

Le manioc est cultivable entre les 30<sup>e</sup> parallèles Nord et Sud, mais les zones de grandes cultures sont essentiellement localisées entre les 15<sup>e</sup> parallèles Nord et Sud.

Le manioc possède une très grande faculté d'adaptation tant sur le plan des sols, il sait se satisfaire de sols très médiocres pourvu qu'ils ne soient pas inondables; il s'accommode de températures comprises entre 10 et 30°C avec un optimum de 20°C, que du régime hydrique, il peut être cultivé dans des zones recevant de 500 mm à plusieurs milliers de millimètres par an. Il est en revanche très sensible au photopériodisme, l'optimum semble être de 12 heures (31), et au régime des vents en raison de la fragilité de ses bois.

Conditions de culture

Le manioc peut être planté toute l'année mais dans la pratique, l'époque de plantation correspond

souvent au début de la saison des pluies. Les boutures (bois d'environ 20 cm de longueur et de 2 à 4 cm de diamètre) quelle que soit la variété (douce ou amer) sont mises en terre verticalement ou légèrement inclinées soit en terrain plat soit sur billons, à une densité de 10 à 15 000 pieds par hectare

L'entretien et la défense des cultures contre les maladies (mycoses, bactérioses, viroses), les attaques d'insectes (fourmi-manioc, mouche du manioc, etc) et l'envahissement des plantes parasites sont de plus en plus réalisés par l'application de divers traitements phytosanitaires (herbicides, insecticides) adaptés à la situation

### Rendements

Les rendements (racines) présentent une grande variabilité 5 à 100 tonnes par hectare (5), selon la variété cultivée et les conditions de culture (nature du sol et fumure)

Au moment de la récolte qui intervient en moyenne à l'âge de 12 mois, le rapport entre les quantités de racines et de partie aérienne (bois + feuilles)

varie de 1 (28, 44) à 1.3 (17) en fonction des cultivars et des techniques culturales appliquées

### Production de fourrage

La production de fourrage à partir du manioc peut être envisagée sous deux aspects: soit en effectuant un prélèvement occasionnel sur une culture destinée à la production de racines (32), soit en exploitant régulièrement la culture comme toute autre culture fourragère. Les quantités récoltées dans l'un et l'autre cas sont très variables et dépendent essentiellement de la variété cultivée, de la nature et du niveau de la fumure. Ainsi, Montaldo et Montilla (41) récoltant les fanes de manioc à 3, 6, 9, 12, 14 et 17 mois obtiennent 31.9 tonnes de matière sèche par hectare d'un fourrage dont la teneur en matières azotées totales est comparable à celle d'une légumineuse (18.2%)

### Composition et valeur alimentaire

#### Composition chimique (Tableaux 1 et 2)

Les racines de manioc se caractérisent par une teneur en matière sèche relativement élevée (30% et

Tableau 1. Composition chimique du manioc.

	MS	Pourcentage de matière sèche					Auteurs
		MO	MAT	C.B.	Lipide	ENA	
Racines	37.6	98.1	1.06	2.1	0.5	94.4	Mahendranathan (36)
	—	97.8	1.7	3.2	0.8	92.1	Devendra (22)
	33.3	96.7	2.55	4.88	1.02	88.25	Barrios and Bressani (3)
	29.8	96.98	—	—	—	—	—
	—	95.0	2.0	4.0	0.69	75.7	Lim Han Kwo (35)
	—	98.2	2.5	3.5	0.3	79.8	Müller <i>et al.</i> (43) Müller
	36.07	98.8	0.98	1.28	0.99	87.8	Castillo <i>et al.</i> (10)
35.0	98.6	1.25	1.45	0.29	88.1	Maner (38)	
Feuilles	—	—	25.0	13.3	—	—	Montaldo (42)
	26.0	95.1	23.0	23.9	4.7	43.5	Mahendranathan (36)
	—	92.2	23.2	21.9	4.8	42.2	Devendra (21)
	23.3 ± 3.0	94.9 ± 1.1	23.4 ± 1.2	13.3 ± 5.9	3.1 ± 0.9	53.3 ± 6.8	Devendra (22)
Tiges	—	91.1	10.9	22.6	9.7	47.9	Devendra (21)
Feuilles +	—	—	17.2	23.5	—	—	Montaldo (42)
	23.1	92.6	19.5	16.9	5.2	51.0	Mahendranathan (36)
Tiges	14.6	92.0	15.3	13.1	4.3	44.6	Juarez (32)

MS — Matière Sèche (Dry Matter)

MO — Matière Organique (Organic Matter)

MAT — Matières Azotées Totales (N x 6.25) (Crude protein)

CB — Cellulose brute (Crude fiber)

ENA — Extractif non azoté (Nitrogen Free extract)

Tableau 2. Composition moyenne des protéines de la partie aérienne du manioc comparée à celle du soja (d'après Muller *et al.* (43)) en g pour 16 d'azote.

Protéines	Feuilles	Feuilles + Tiges	Farine de Soja
Arginine	5.21	3.89	7.41
Cystine	1.18	0.98	1.52
Glycine	4.92	5.10	5.23
Histidine	2.47	2.32	2.39
Isoleucine	4.12	4.40	5.45
Leucine	10.09	8.75	6.97
Lysine	7.11	5.89	6.32
Méthionine	1.45	1.83	1.52
Phénylalanine	3.87	4.37	4.79
Thréonine	4.70	5.70	4.14
Tryptophane	1.09	1.24	1.30
Tyrosine	3.97	4.12	3.27
Valine	6.18	8.43	5.23

plus) et une très forte teneur en extractif non azoté dont l'amidon est le constituant principal (70 à 90% de la matière sèche). Les teneurs en cellulose brute et en matières azotées sont en revanche faibles (2 à 7%) ou très faibles (1 à 2% de la matière sèche).

La partie aérienne (feuilles + tiges) présente une forte teneur en matières azotées totales (de 15 à 25%) de la matière sèche, selon la variété cultivée et de l'époque de prélèvement, sensiblement équivalente à celle d'une légumeuse. La composition en acides aminés de ces protéines (Tableau 2) malgré un léger déficit en acides aminés soufrés, est très proche de celle des protéines de soja.

La teneur en cellulose brute des feuilles et des tiges varie de 13 à 24% de la matière sèche selon l'âge à la récolte mais reste toujours inférieure aux teneurs couramment rencontrées dans les fourrages tropicaux et en particulier dans les graminées.

#### Valeur alimentaire et digestibilité (Tableau 3)

Offert comme seul aliment, le manioc est ingéré en faible quantité: 32 g par kg de poids métabolique et présente un coefficient d'utilisation digestive bas 74% (8, 9).

Introduit dans une ration, en substitution d'une céréale ou comme complément énergétique, le manioc entraîne une diminution du niveau d'ingestion d'autant plus importante que la proportion de manioc dans la ration augmente (1, 9). Il semble que l'on puisse attribuer ce faible niveau des quantités ingérées à un déséquilibre azoté de la ration (8).

D'après les résultats obtenus par les divers auteurs, il n'existe pas de relation simple entre la proportion de manioc dans la ration et le coefficient d'utilisation digestive de cette ration. Les conditions expérimentales, niveau d'ingestion, teneur en azote de la ration sont en effet très différentes. Il semble cependant d'après Devendra (21) que l'augmentation de la proportion de manioc dans des rations isoazotées, entraîne une diminution du coefficient d'utilisation digestive de ces rations. Le coefficient d'utilisation digestive du manioc, calculé à partir de ces données varie de 72 à 91.2% (1, 8, 24).

D'après Dermaquilly *et al.* (20)\*, les racines de manioc séchées ont 1.12 UFL, 1.14 UFV, 76 g PDIE et 20 g PDIN par kg de matière sèche, pour un coefficient d'utilisation digestive de la matière organique de 90%.

Pour la partie aérienne, il semble qu'à ce jour, seuls Ffoulkes *et al.* (23) se soient préoccupés d'en mesurer la digestibilité. Ainsi, le coefficient d'utilisation digestive de la matière sèche de pousses de manioc âgées de 4 à 5 mois, mesuré sur taurillons de type zébu est de 66.5 ± 0.6%.

#### Toxicité

##### Répartition de l'agent toxique dans la plante

La présence, à des degrés divers, dans toutes les variétés de manioc d'un cyanoglycoside qui par hydrolyse enzymatique (linamarase) ou acide, libère de l'acide cyanhydrique est connue depuis très longtemps (15, 29, 47).

Ce cyanoglycoside se rencontre dans tous les organes de la plante (5) mais sa répartition n'est pas

#### \* Abreviations

UFV = unité fourragère viande: quantité d'énergie nette contenue dans un kg d'orge de référence pour l'entretien et le croît chez l'animal à l'engrais à niveau de production de 1.5.

1 UFV = 1855 kcal ou 1 855 Mcal d'énergie nette - entretien viande

UFL = unité fourragère lait: quantité d'énergie nette pour la production laitière contenue dans un kg d'orge de référence

1 UFL = 1 730 kcal d'énergie nette lait

PDIN = Teneur en protéines digestibles dans l'intestin grêle (PDI) permises par l'azote de l'aliment (en g).

PDIE = Teneur en PDI permises par l'énergie de l'aliment (en g).

Tableau 3. Digestibilité du manioc et de quelques rations comportant du manioc.

Fge	Nature de la ration										Animaux			CUD ration			CUD manioc			Auteurs			
	Manioc (racine)		Maïs		Tourteau soja		Melasse		Urée + CMV		Farine poisson		Manioc Fge		MS ingérée (g/p <sup>0.75</sup> )		MS	MO	MS		MO	MS	MO
	%		%		%		%		%		%		%										
Foin (54.8%)	45.2							2.6	1.3							0.581	Béliers	61.6	91.2	91.9	French (24)		
Herbe de Guinée (87%)	9.0								3.5							11.2	Taurillons	62.4			Shultz <i>et al.</i> (49)		
Ensilage de Sorgho 30%	0.0	60							3.8							1.73 (102.8)	Béliers	67.0			Castro et da Silva (11)		
	15.0	45							4.0							1.46 ( 87.1)		72.0					
	30.0	30							4.2							1.59 ( 94.4)		72.8					
	45.0	15							4.5							1.33 ( 79.1)		79.1					
	60.0	0														1.03 ( 61.4)		77.9					
Ray-grass 100%	0.0															6.19 (116.4)	Taurillons	76.6	80.4 <sup>1</sup>	88.2 <sup>1</sup>	Ahmed (1)		
	21.0															5.89 (110.8)		77.4	79.9				
	42.0															5.36 (100.8)		74.7	78.6				
	100.0															(31.7)	Béliers	74.0	74.0	79.5	Campos <i>et al.</i> (8)		
	85.2		14.8													(46.8)		80.8					
Pay grass 65.5%	34.5		15.5													(20.7)		33.3					
	69.0%															(44.2)		66.6					
Paille de riz 20%	0.0							75.4	4.6							0.7 (66.7)	Béliers	66.9	75.7				
	20.0							55.4	4.6							0.7 (66.7)		74.4	79.8				
	40.0							35.4	4.6							0.7 (66.7)		71.5	76.8				
	20%							15.4	4.6							0.7 (66.7)		67.1	75.1				
	20%							0.0	4.6							0.7 (66.7)		61.9	70.5				
	20.0							77.7	1.0	3.1						0.7 (66.7)		94.5	95.1				
	40.0							52.7	1.5	4.8						0.7 (66.7)		85.7	89.3		Devendra (21)		
	60.0							31.0	2.0	6.0						0.7 (66.7)		84.2	87.9				
	80.0							31.6	2.4	7.0						0.7 (66.7)		83.1	87.1				
	20.0							75.2	4.8							0.7 (66.7)		93.2	94.8				
	40.0							65.2	4.8							0.7 (66.7)		86.9	87.5				
	60.0							35.3	4.8							0.7 (66.7)		88.9	89.2				
	80.0							15.3	4.7							0.7 (66.7)		79.9	83.5				
	100.0															0.46 (32.0)	Béliers	74.1	74.1		Campos et da Silva (9)		
	100.0															0.60 (41.7)		62.5*	62.5*		Sous produit de l'industrie du manioc		
	70.0															0.85 (49.8)	Béliers	71.2			Mendes <i>et al.</i> (39)*		
																3.87 (72.7)	Taurillons	66.5	66.5		Ffoulkes <i>et al.</i> (23)		

1 = Calculer par différence - connaissant le CUD des autres éléments de la ration.

CUD = Coefficient d'utilisation digestive (%).

Tableau 4. Evolution de la teneur\* en acide cyanhydrique des racines au cours du séchage à l'air (d'après St-Amand (2)).

Racines en cossettes				Racines entières														
Saison sèche		Saison humide		Saison sèche				Saison humide										
Manioc doux	Manioc amer	Perte d'eau %		Manioc doux		Manioc amer		Perte d'eau %	Manioc doux		Manioc amer		Perte d'eau %		1e jour	2è jour	3è jour	4è jour
				Phelloderme	Pulpe	Phelloderme	Pulpe		Phelloderme	Pulpe	Phelloderme	Pulpe						
7.0	9.7	0		30.5	6.0	65.5	13.5	0.0	16.4	4.50	57.0	10.2	0					
6.0	8.6	16		28.0	4.9	21.0	8.5	5.0	14.5	3.80	51.0	9.4	5					
4.3	3.5	25		23.8	4.8	20.0	8.0	10.5	13.6	0.95	36.5	8.1	10					
4.0	3.3	31		16.2	2.9	17.3	6.7	17.0	11.3	0.95	27.5	6.8	16					

\* Les résultats sont exprimés en milligrammes d'HCN ramenés à 100 g de poids frais de départ.

homogène. Il est essentiellement localisé dans l'écorce des racines et des tiges et dans les feuilles dont la teneur en hétéroside diminue avec l'âge (2, 5, 6).

Exprimée en équivalent acide cyanhydrique, la teneur des divers organes de la plante en hétéroside est très variable (100 à 1 000 mg par kilo de matière fraîche) en fonction de la variété, de l'environnement climatique, de la fumure et de l'heure du prélèvement (2, 5) mais ne semble pas liée à l'âge de la plante (5).

### Toxicité chez les ruminants

La sensibilité des ruminants à l'acide cyanhydrique est mal connue; les observations et travaux réalisés (7, 19, 30, 51) mettent en évidence l'effet dépressif de l'agent toxique sur les performances zootechniques (croissance) et si le niveau d'ingestion est élevé, l'apparition de troubles sérieux de la fonction thyroïdienne (formation de goître). La dose létale serait comprise entre 1 et 2 mg d'acide cyanhydrique par kilo de poids vif (25, 45).

D'après Coop et Blakley (16), l'hydrolyse au niveau du rumen des cyanoglycosides libres ou présents dans les plantes, sous l'action conjuguée ou non des microorganismes du rumen et de l'enzyme présente dans ces mêmes plantes est très rapidement absorbé par la muqueuse (75% de l'H C N dosé est absorbé en 15 minutes).

Certains sels soufrés (sulfite, sulfure, thiosulfate), le glucose (4) et les acides aminés soufrés (méthionine, cystine) (38, 46), réduisent la sensibilité des ruminants à l'acide cyanhydrique en intervenant dans les processus de détoxification (formation de thiocyanates éliminés par les urines).

### Appréciation de la toxicité

Compte-tenu des effets néfastes des cyanoglycosides du manioc, tant sur la santé que sur le niveau de la production, il est indispensable de pouvoir apprécier la toxicité des produits utilisés dans l'alimentation des animaux et en particulier des produits frais.

La teneur en acide cyanhydrique peut être déterminée par différentes méthodes (53) mais la plus couramment utilisée est celle utilisant la réaction de Guinard (l'acide cyanhydrique en présence de picrate de soude donne un isopicrate de couleur rouge).

Si l'appréciation de la teneur en acide cyanhydrique des produits secs et homogènes (farines, etc.) ne pose pas de difficultés majeures, il n'en est pas

de même en revanche pour les produits non homogènes comme le manioc plante entière. De Brujn (5, 6), ne trouve aucune relation simple entre la teneur en cyanoglycoside d'un organe particulier et celle de la plante entière et ou de la racine. Moh (40) en revanche, étudiant 26 cultivars trouve une corrélation positive et significative ( $r = 0.59$ ) entre les teneurs en acide cyanhydrique des 4<sup>e</sup> et 5<sup>e</sup> feuilles et celle de la peau des racines.

Cette relation ne donne cependant qu'une appréciation très vague des teneurs en cyanoglycosides de la plante entière et très insuffisante pour en estimer la toxicité. Un test simple et peu coûteux permettant une telle appréciation devait donc être recherché.

### Détoxification

Compte-tenu des teneurs parfois élevées et très variables du manioc en cyanoglycosides, un traitement de détoxification sera souvent indispensable avant son utilisation par l'animal. Différents traitements peuvent être appliqués:

1. **Le séchage à l'air:** très utilisé dans le Sud-Est Asiatique pour la préparation des divers produits du manioc (cossettes, brisures, etc.), le séchage à l'air et au soleil permet de réduire la teneur en cyanoglycosides (Tableau 4). L'efficacité de ce traitement est fonction du temps de séchage, des conditions climatiques et du conditionnement du produit (cossettes, racines entières). Ainsi, après 4 jours de séchage, les pertes en cyanoglycosides peuvent varier de 30 à 80%.

2. **Le lavage:** le lavage et le trempage des racines aboutissent également à une disparition progressive, mais lente des cyanoglycosides de la racine du manioc comme le montrent les résultats présentés au Tableau 5. Ainsi, après un lavage et un trempage d'une heure et demi, 20% du produit toxique est éliminé.

3. **L'ensilage:** l'influence de la conservation par ensilage sur les teneurs en cyanoglycosides du manioc n'a été que très peu étudiée. Seuls les travaux de Castillo *et al* (10) et de Larsen et Amanig-Kwarteng (33) en font état.

Tableau 5. Evolution de la teneur en acide cyanhydrique des racines du manioc en cours de lavage (en % poids frais). D'après de St. Amand, (2).

	Frais	Lavage 1/2 h	Lavage 1 h	Lavage 1 h
Pulpe	13.4	12.5	11.8	11
Phelloderme	38.5	34	30	29.6

Ainsi, après 105 jours de conservation par voie humide de racines de manioc, Castillo *et al.* (10), n'observent-ils qu'une très faible réaction de la teneur en cyanoglycosides (10%). En revanche, Larsen et Amaning-Kwarteng (33) notent une réduction de 47% de la teneur en acide cyanhydrique de peaux de manioc ensilées mais très nettement inférieure à celle observée sur ce même matériel par séchage au soleil (86.5%).

4. **Traitement industriels:** ces traitements (lavage, broyage, séchage...) sont utilisés au cours de la préparation des produits du manioc (amidon, tapioca...) et éliminent pratiquement la totalité des cyanoglycosides présents (27).

### Conditionnement du Manioc

#### Produits secs

La plus grande part du manioc utilisé en alimentation animale l'est à l'état sec ou sous différentes formes:

1. **Cossettes:** les racines lavées, pelées ou non sont hachées (coupe-racine) en petits fragments inférieurs à 5 cm et séchées au soleil le plus souvent

2. **Brisures de manioc:** ce sont des fragments de racines de 12 à 15 cm. Cette présentation est équivalente à celles des cossettes mais elle est utilisée chaque fois qu'une partie de la production est destinée à l'alimentation humaine.

3. **Granulés:** ils sont préparés à partir des cossettes et ou des brisures broyées puis compactées.

4. **Semoule de farine:** c'est le résidu pulvérulent obtenu après traitement des racines ou des cossettes pour en extraire l'amidon.

5. **Déchets de manioc:** c'est la pulpe résiduelle qui est séparée de l'amidon lors du tamisage.

6. **Farine de feuilles:** elle est préparée à partir de la partie aérienne (feuille + tige) ou seulement des feuilles.

#### Stockage et conservation

En dehors de tout conditionnement il semble impossible de stocker et de conserver le manioc. En effet, dès l'arrachage, la teneur en amidon chute rapidement et des phénomènes de pourriture et de putréfaction apparaissent (13).

Ainsi, en climat chaud, quelques jours après la récolte (3-5) les racines sont inutilisables.

L'utilisation d'un produit en alimentation animale exigeant une disponibilité et une qualité constante, implique très souvent son stockage et sa conservation. Pour le manioc, le séchage n'étant pas toujours réalisable, la conservation par voie humide (ensilage) a été envisagée et réalisée par Castillo *et al.* (10) et Serres et Tillon (48).

Quelque soit le mode de conditionnement, les ensilages (Tableau 6) obtenus semblent de bonne qualité avec des pH voisins de 4.0 et des teneurs en acide lactique de 9 à 10 par kilo de matière sèche. Le taux de la matière sèche varie de 35 à 44%. Ces taux de matière sèche, comparés à ceux des ensilages de fourrages de 18 à 25% (81) et de banane verte 25 à 28% (34) sont très élevés.

Bien que d'un intérêt certain, cette technique de stockage et de conservation est peu répandue et seuls quelques auteurs (14, 26, 37) en signalent l'utilisation dans l'alimentation des porcs.

### Conclusion

Le manioc apparaît donc, d'après ces résultats, comme une plante des plus intéressantes. Il représente en effet non seulement une source d'énergie très importante (il peut produire 2 000 à 40 000 UFV par hectare et par an), mais aussi une source non négligeable de protéines (il peut fournir de 300 à 6 200 kg de matières azotées totales par hectare et par an, soit 3 fois plus qu'une luzernière). Il a donc parfaitement sa place dans un système de production de viande bovine.

### Résumé

Le manioc est une des très rares plantes tropicales susceptible de fournir de l'énergie (amidon des racines) et de l'azote (parties aériennes).

Les racines de manioc se caractérisent par une teneur en matière sèche de 30% en moyenne et une très forte teneur en extractif non azoté dont l'amidon est le principal constituant (70 à 90%) de matière sèche. Avec un coefficient d'utilisation digestive de la matière organique de 90%, les racines séchées de manioc ont une valeur énergétique de 1 12 UFL et 1 14 UFV et une valeur azotée égale à 76 g de PDI et 20 g de PDIN par kg de matière sèche.

Les parties aériennes (feuilles + tiges) âgées de 3 à 4 mois présentent une forte teneur en matières azotées totales (15 à 25%). La teneur en cellulose brute varie de 13 à 24% de la matière sèche mais reste toujours inférieure à celle des graminées tropicales.

Tableau 6. Caractéristiques de l'ensilage des racines de manioc.

Type de silo	Serres et Tillon (48)					Castillo <i>et al</i> (10)	CIAT (14)
	Tranchée de terre + film plastique		Cuve cimenté	Cuve métallique		Cuve 1 m <sup>3</sup>	—
Type de hachage	Machine	Machine	Main	Machine	Main	Machine	Machine
Composition en p 100							
— Matière sèche	35.4	38.3	41.66	40.6	40.0	43.70	39.1
— Matières azotées	1.0	0.9	0.83	1.23	1.10	0.70	3.2
— Matières grasses	0.17	0.16	0.14	0.17	0.34	0.24	2.0
— Cellulose brute	1.46	1.41	1.39	0.92	0.89	2.15	5.5
— Cendres	1.27	1.37	0.64	1.25	1.04	1.84	2.9
Caractéristiques fermentaires							
pH	4.0	4.0	3.72	4.3	4.0	4.1	3.7
g/100 g d'ensilage							
— Acide acétique	0.301	0.286	0.194	0.806	0.454	—	—
— Acide butyrique	0.087	0.000	0.017	0.078	0.027	—	—
— Acide lactique	0.90	1.39	0.892	0.584	1.067	—	—
— N amoniacal	14%	20%	13%	40%	20%	—	—
N total							

cales. Le coefficient d'utilisation digestive de la matière sèche est de 66.5%

L'utilisation de cette plante en alimentation animale, pose le problème de sa toxicité liée à la présence d'un cyanoglycoside. Le produit se rencontre dans tous les organes de la plante mais sa répartition n'est pas homogène et sa concentration varie avec les facteurs variétaux, climatiques et agronomiques. La sensibilité des ruminants à l'agent toxique est mal connue, la dose létale serait comprise entre 1 et 2 mg d'acide cyanohydrrique par kilo de poids vif.

Des différentes méthodes de détoxification, trempage, lavage, séchage, ensilage, seuls le séchage et l'ensilage semblent donner des résultats significatifs.

### Summary

A short presentation of production characteristics, of cassava is presented. Emphasis is given to the chemical composition and the feeding value (intake and digestibility) of cassava roots and leaves; toxicity, detoxification and conditioning aspects of these products is also covered.

### Littérature citée

1. AHMED, F. A. Feeding cassava to cattle as an energy supplement to dried grass. *East African Agricultural and Forestry Journal* 42:368-372. 1977.
2. AMAND, J. D. DE ST. Etude de la teneur en hétéroside cyanogénétique des variétés de manioc cultivées sur les hauts plateaux de Madagascar, Tananarive, Institut de Recherches Agronomiques de Madagascar. Station Agronomique du Lac Alaotra, 1960. 59 p.
3. BARRIOS, E. A. et BRESSANI, R. Composición química de la raíz y de algunas variedades de yuca *Manihot*. *Turrialba* 17(3):314-320. 1967.
4. BLAKLEY, R. L. et COOP, I. E. The metabolism and toxicity of cyanides and cyanogenetic glucosides in sheep. II. Detoxication of hydrocyanic acid. *New Zealand Journal of Science and Technology. A. Agricultural Research Section* 31:1-15. 1949.
5. BRUIJN, G. H. DE. Etude du caractère cyanogénétique du manioc (*Manihot esculenta* Crantz). *Mededelingen Landbouwhogeschool Wageningen* 71(73):1-40. 1971.



6. BRUIJN, G. H. DE. The cyanogenic character of cassava (*Manihot esculenta*) In Nestel, B and MacIntyre, R., eds Chronic cassava toxicity. Proceedings of an Interdisciplinary Workshop, London, 1973 pp. 43-48. (IDRC 010e).
7. BUTTLER, W. G., FLUX, D. S., PETERSON, G. B., WRIGHT, E. W., GELDAY, A. C. et JOHNSON, J. M. Goitrogenic effect of white clover (*Trifolium repens* L.). New Zealand Journal of Science and Technology. A Agricultural Research Section 38:793-802. 1957.
8. CAMPOS, O. F., SILVA, J. F. C., DA, VILELA, H. et SOUZA, A. A. Valor nutritivo da raspa de mandioca e do bagaço da cana para ruminantes. Revista Ceres (Brasil) 24:521-529. 1977.
9. CAMPOS, A. F. et SILVA, J. F. C. DA. Determinação de valor nutritivo da raspa de mandioca e da crueira, para ruminantes. Seiva (Brasil) 38:6-10. 1978.
10. CASTILLO, L. S., AGLIBUT, F. B., JAVIER, T. A., GERPACIO, A. L., GARCIA, G. V., PUYAOAN, R. B. et RAMIN, B. B. Camote and cassava tuber silage as replacement for corn in swine growing fattening rations. Philippine Agriculturist 47:460-474. 1964.
11. CASTRO, M. E. D. et SILVA, J. F. C. DA. Substituição de milho desintegrado con palha e sabugo pela raspa de mandioca integral. I. Valor nutritivo. Experimentiae (Brasil) 20:183-203. 1975.
12. CASTRO, M. E. D., SILVA, J. F. C. DA. et BARBOSA, T. Substituição do milho desintegrado con palha e sabugo pela raspa de mandioca integral en rações para ruminantes. II. Confinamento de bovinos. Experimentiae (Brasil) 20:204-216. 1975.
13. CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. Cassava production systems program. Cali, Colombia, 1976.
14. CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. Swine Unit Report. Cali, Colombia, 1978.
15. CLUSIUS, C. Exoticorum – libri decem. 1605.
16. COOP, I. E. et BLAKLEY, R. L. The metabolism and toxicity of cyanides and cyanogenetic glucosides in sheep. I. Activity in the rumen. New Zealand Journal of Science and Technology 30:277-291. 1949.
17. COURTS, G. Le manioc à Madagascar. Memoires de l'Institut Scientifique de Madagascar. Série B3, Fascicule 2. 1951.
18. COURSEY, D. G. et HALLIDAY, D. Cassava as animal feed. Outlook on Agriculture 8:10-14. 1974.
19. DELANGE, F., VELDEN, M., ERMANS, A. H., VANDER, I. Evidence of an antithyroid action of cassava in man and in animal. In Nestel, B and MacIntyre, R., eds Chronic cassava toxicity. Proceedings of an Interdisciplinary Workshop, London, 1973. pp. 147-151. (IDRC 010e).
20. DERMARQUILLY, C., ANDRIEU, J. et SAUVANT, D. Tableaux de la valeur nutritive des aliments. In Alimentation des ruminants. INRA, 1978. pp. 519-555.
21. DEVENDRA, C. Studies on the utilization of cassava (*Manihot esculenta* Crantz) in sheep. MARDI Research Bulletin No. 5. 1977. pp. 129-147.
22. DEVENDRA, C. The nutritive value of cassava (*Manihot esculenta* Crantz) leaves as a source of protein for ruminants in Malaysia. MARDI Research Bulletin No. 7. 1979. pp. 112-117.
23. FFOULKES, D., DONE, F., PRESTON, T. R. Cassava forage as a cattle feed: apparent digestibility and consumption of the whole forage. Tropical Animal Production 3:23-36. 1978.
24. FRENCH, M. H. The nutritive value of cassava roots. In Tanzania. Department of Veterinary Science. Annual Report, 1937. pp. 81-82.
25. GARNIER, R. J., GETTER, A. O. et BAINE, J. In Mahendranathan, T. Potential of tapioca (*Manihot utilissima* Pohl) as a livestock feed. 1971.
26. GOMEZ, G. C. et BUITRAGO, A. J. Effect of processing on nutrient content of feeds root-crops. Handbook of nutrition on food. Cleveland, Ohio, C.R.C. Press Inc., 1977. 47 p.

- 27 GRACE, M. R. Traitement du manioc Rome, FAO, 1978.
- 28 GREENSTREET, V. R. et LAMBOURNE, J. Tapioca in Malaya Bulletin Department of Agriculture F. H. S. and S. S. General Series 13. 1933.
- 29 HENRY, O. et BOUTRON-CHARLAND, A. F. Recherches sur le principe vénéneux du manioc amer Mém. Acad. Med. Paris 5:212-220. 1836.
- 30 HERRINGTON, M. D., ELLIOT, R. C. et BROWN, J. E. Diagnosis and treatment of thyroid dysfunction occurring in sheep fed on *Cynodon plectostachyus*. Rhodesian Journal Research 9:87-93. 1971.
- 31 HUNT, L. A., WHOLEY, D. W. et COCK, J. H. Growth physiology of cassava (*Manihot esculenta* Crantz). Field Crop Abstracts 30:77-91. 1977.
- 32 JUAREZ, G. L. Las hojas y tallos de yuca como forraje. Estación Experimental Agrícola de La Molina (Perú). Boletín No. 58. 1955. 66 p.
- 33 LARSEN, R. E. et AMANING-KWARTENG, K. Cassava peels with urea and molasses as dry season supplementary feed for cattle. Ghana Journal of Agricultural Science 9:43-47. 1976.
- 34 LE DIVIDICH, J., SEVE, B. et GEOFFROY, F. Préparation et utilisation de l'ensilage de banane en alimentation animale I. Technologie de l'ensilage, composition chimique et bilan des matières nutritives. Annales de Zootechnie 25:313-323. 1976.
- 35 LIN-HAN-KWO. Composition data of feeds and concentrates. Malaysian Agricultural Journal 46:63-79. 1968.
- 36 MAHENDRANATHAN, T. Potential of tapioca (*Manihot utilissima* Pohl) as a livestock feed: a review. Malaysian Agricultural Journal 48:77-89. 1971.
- 37 MANER, J. H. Cassava in swine feeding. In First Latin American Swine Seminar, 1972.
- 38 MANER, J. H. et GOMEZ, G. Implications of cyanide toxicity in animal feeding studies using high cassava rations. In Nestel, B. and MacIntyre, R. eds. Chronic cassava toxicity. Proceedings of an Interdisciplinary Workshop, London, 1973. pp. 113-120 (IDRC 010e).
- 39 MENDES, M. A., CAMPOS, O. F. et SILVA, J. F. C. DA. Determinação do valor nutritivo da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz, var. Salangorzinha Plant Integral) Seiva (Brasil) 38:1-5. 1978.
- 40 MOH, C. C. Correlation between hydrocyanic acid levels in leaf and root of cassava (*Manihot esculenta* Crantz). Turrialba (Costa Rica) 26(2):132-133. 1976.
- 41 MONTALDO, A. et MONTILLA, J. J. Producción de follaje de yuca. Revista de la Facultad de Agronomía (Venezuela) 24:35-51. 1976.
- 42 MONTALDO, A. Whole plant utilization of cassava for animal feed. In Nestel, B. and Graham, M. eds. Cassava as animal feed. Proceedings of a Workshop held at University of Guelph, 1977. pp. 95-106. (IDRC 095e).
- 43 MULLER, Z., CHOU, K. C. et NAH, K. C. Le manioc; produit de remplacement des céréales dans les rations du bétail et de la volaille. Revue Mondiale de Zootechnie 12:19-24. 1974.
- 44 MULLER, Z. Improving the quality of cassava root and leaf product technology. In Nestel, B. and Graham, M., eds. Cassava as animal feed. Proceedings of a Workshop held at University of Guelph, 1977. pp. 120-126. (IDRC 095e).
- 45 NORMANHA, E. S. Toda mandioca tem veneno Coopercotia (Brasil) 26:24-25. 1969.
- 46 OKE, O. L. The mode of cyanide detoxification. In Nestel, B. and MacIntyre, R. eds. Chronic cassava toxicity. Proceedings of an Interdisciplinary Workshop, London, 1973. pp. 97-104. (IDRC 010e).
- 47 PECKLOT, T. Historie das plantas e de gozo do Brazil. 1885.
- 48 SERRES, H. et TILLON, J. P. L'ensilage des racines de manioc. Revue de l'Élevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux 25:455-456. 1972.

- 
49. SHULTZ, T. A., CHICCO, C. F., SHULTZ, E. et CARNEVALI, A. A. Evaluación de diferentes fuentes de energía (yuca, maíz, arroz y melaza) sobre la utilización de altos niveles de urea en bovinos. *Agronomía Tropical (Venezuela)* 20:190-194. 1970.
50. TERRA, G. J. A. The significance of leaf vegetables especially of cassava in tropical nutrition. *Tropical Geographical Medicine* 16:97-108. 1964.
51. WORKER, N. A. A note on the detoxification of cyanide in ruminants. *New Zealand Journal of Science and Technology* 38:709. 1957.
52. XANDE, A. Résultats non publiés. 1981.
53. ZITNAK, A. Assay methods for hydrocyanic acid in plant tissues and their application in studies of cyanogenetic glycosides in *Manihot esculenta*. In Nestel, B. and MacIntyre, R., eds. Chronic cassava toxicity. Proceedings of an Interdisciplinary workshop, London, 1973. pp. 89-96 (IDRC 010e).