



TRANSFERT DE TECHNOLOGIE EN AGRICULTURE

MAPM/DERD

• Mai 2009 •

PNTTA

Nouveaux aliments pour les ruminants à base de fruits de cactus

Introduction

Le cactus est une plante succulente, caractérisé par une grande aptitude d'adaptation à des milieux hostiles à travers des mécanismes morphologiques et physiologiques.

Opuntia est l'un des 90 genres de cactus retenus par la classification botanique. Les *Opuntia* ont une morphologie avec des tiges aplaties qu'on appelle cladodes ou raquettes.

Il existe deux variétés de cactus selon qu'ils possèdent ou non des épines. Dans ce dernier cas, on parle de cactus inerme. Le terme «cactus» désigne souvent *Opuntia ficus indica*, ou Figuier de Barbarie, qui est une espèce courante de cactus inerme.

Rôle du cactus

Rôle dans la nutrition humaine: Il existe approximativement 200 espèces d'*Opuntia* mais seuls les fruits d'une vingtaine d'espèces sont exploités. Les fruits sont connus par leur teneur élevée en sucre, minéraux et vitamines. Ils sont produits et vendus en été-automne, selon la précocité de la variété. Au Mexique par exemple, ces fruits, appelés tunas, sont commercialisés avec ou sans transformation (séchés, congelés, sous forme de confit, de jus, d'alcool). Par ailleurs, le cactus est exploité pour sa production maraîchère: les jeunes raquettes sont commercialisées sous le nom de *Nopals* ou *Nopalitos*. Elles sont consommées en salades, en accompagnement d'une viande ou en dessert.

La valeur nutritive des fruits est proche de celle de la pomme ou la poire.

Les teneurs en matière sèche, en acides titrables, en graisses et en protéines du fruit diminuent jusqu'à la maturation alors que celle des sucres solubles augmente. La fermeté du fruit a aussi tendance à diminuer.

Rôle dans l'alimentation animale: Le principal rôle du cactus réside dans son utilisation comme fourrage pour le bétail. Les raquettes sont particulièrement appréciées par les éleveurs comme complément ali-

mentaire durant la saison sèche. En effet, de par sa grande efficacité d'utilisation de l'eau, le cactus reste une espèce fourragère idéale dans les régions semi-aride et aride, fournissant des unités fourragères par ses raquettes pendant les périodes de sécheresse. En plus, les travaux récents ont montré que les fruits de cactus non commercialisables pour la consommation humaine (rebuts) peuvent être utilisés dans l'alimentation des ruminants sous forme de blocs multinutritionnels, et plus intéressant encore sous forme d'ensilage.

Rôle écologique: Le cactus peut jouer un rôle majeur dans les zones à faible pluviométrie où il est cultivé. Du fait de sa faible exigence en eau, il peut être considéré comme plante efficace et écologique. Le cactus permet en effet par ses racines de maintenir le sol en place et ainsi de limiter son érosion, mais il sert aussi de base à la recolonisation par les plantes et il offre une barrière au sable transporté par le vent. De plus, étant résistant au feu, il offre aussi une protection contre les incendies.

Rôle cosmétique et médicinal: On avance de plus en plus l'intérêt cosmétique des huiles extraites des graines de cactus et des extraits des cladodes dans la fabrication des shampoings et d'autres produits cosmétiques. La médecine est aussi un domaine dans lequel de nombreuses applications sont découvertes pour le cactus. Ainsi, des études rapportent que les *nopalitos* permettent de réduire le diabète ou le cholestérol. De même, des recherches récentes ont mis en évidence les propriétés anti-oxydantes des cladodes ainsi que des propriétés de protection du foie.

Autres rôles: D'autres domaines secondaires utilisent aussi certaines propriétés du cactus. C'est le cas de l'apiculture et de la production de colorant (élevage de cochenille sur des raquettes de cactus pour la production du carmin). A l'instar de nombreuses autres plantes, le cactus peut aussi être utilisé pour la production d'énergie.

SOMMAIRE

n° 176

Zootéchnie

- Les raquettes de cactus comme aliment..... p.1
- Les rebuts de fruits comme aliment..... p.2
- Mélange alimentaire à base de cactus..... p.3
- Ensilage de l'aliment à base de cactus.....p.4

Ces nombreux rôles et propriétés font du cactus un élément majeur pour le développement de régions arides et semi-arides.

Les raquettes de cactus en tant qu'aliment pour les ruminants

Valeur nutritive et mode de présentation

Les raquettes des cactus sont des tiges et portent les feuilles transformées en épines. Leur épiderme est constitué d'une mince couche de cellules recouverte de cutine et de cire. Les dimensions moyennes d'une raquette sont 34 cm de longueur et 17 cm de largeur. L'épaisseur des raquettes varie d'environ 1 à 2 cm. La composition chimique et la valeur nutritive des raquettes de cactus sont présentées dans le Tableau 2.

On note que la teneur en matières azotées totales des raquettes et des rebuts de fruits est très faible. La valeur énergétique du cactus est presque égale à celle de la luzerne (0,12 unité fourragère par kilogramme de matière brute).

Tableau 1. Caractéristiques du fruit d'*Opuntia* (Sharoua, 2001)

Caractéristique	Valeur
Longueur (cm)	7,2
Diamètre (cm)	4,8
Épaisseur de l'écorce (cm)	0,35
Taux de jus (%)	52
pH _{jus}	6
Taux de sucre (°Brix)	13



Opuntia

Au niveau minéral, la raquette de cactus présente un rapport phosphocalcique (Ca/P) très élevé pouvant atteindre 40. Les cladodes sont aussi riches en vitamine A. Les caractéristiques des raquettes varient en fonction de la saison. La teneur en matière sèche a tendance à être plus élevée durant la période sèche. La teneur en matière sèche augmente aussi avec l'âge des raquettes.

La distribution des raquettes de cactus dans l'alimentation des animaux peut se faire sous plusieurs formes.

Les raquettes peuvent être présentées sous formes de lamelles ou cossettes. L'éleveur coupe les raquettes à l'aide d'un couteau ou d'une faucille et les laisse sécher au soleil quelques jours avant de les distribuer aux animaux. Un hachoir électrique est actuellement disponible dans certains endroits du pays telle que la province de Guelmim et qui permet de couper de grandes quantités de raquettes en peu de temps. Il est préférable de déshydrater les raquettes avant de les distribuer pour améliorer le niveau d'ingestion par les animaux. De cette façon, le risque de diarrhée sera diminué par la réduction de la teneur en eau. Enfin les raquettes fraîches ne sont mieux consommées que lorsqu'elles sont flétries.

Ce séchage peut être poussé jusqu'à réduction de la teneur de l'eau à environ 10%, ensuite les lamelles peuvent être broyées et transformées en farine qui peut être incorporée dans un aliment de commerce.

Les variétés épineuses peuvent représenter un danger de blessure pour les animaux. Les variétés inermes sont de fait les plus appréciées, néanmoins il est possible d'éliminer les épines en les brûlant.

Consommation par les animaux

Les raquettes de cactus constituent un aliment d'entretien pendant la période sèche en apportant aux animaux énergie et eau. Avec une alimentation à base de cactus à l'état frais, il est possible de faire survivre des moutons sans boire pendant 525 jours.

Dans la région des Rhamnas, la quantité de cactus distribuée aux animaux est d'environ 3 kg/ovin et 9 kg/bovin. Ces quantités sont assez éloignées des maxima possibles (le double pour les ovins et 7 fois plus pour les bovins).

Même si une alimentation constituée uniquement de cactus peut suffire, il est

Tableau 2. Composition chimique et valeur nutritive des raquettes de cactus

Caractéristique	Valeur
MS, %	12 - 16
Cellulose	15
Matières Azotées Totales	5 - 7
Matières Grasses	2
Cendres	16 - 18
Calcium	2 - 4
Phosphore	0,2
ADF	17 - 20
UFL	0,71
UFV	0,66
PDIN (g/kg MS)	30
PDIE (g/kg MS)	60

conseillé d'utiliser le cactus uniquement comme complément à cause de sa faible teneur en protéines. Les quantités nécessaires pour satisfaire le besoin en protéines des animaux pose des problèmes de diarrhées dues au niveau d'eau associée. C'est pourquoi la période de ramassage des raquettes est un facteur important de la qualité de l'alimentation du bétail puisqu'elle permet de contrôler la teneur en eau. Une alimentation à base de cactus seul n'est pas intéressante à cause de son déficit azoté et son déséquilibre phosphocalcique. Par contre, une complémentation des raquettes de cactus avec des ingrédients pouvant corriger ce déséquilibre peut engendrer une prise de poids chez les animaux.

Une étude réalisée à Skhour Rhamna a montré que certes, les performances zootechniques des ovins diminuent avec l'augmentation de la part des raquettes de cactus dans la ration en remplacement des aliments classiques; néanmoins, avec un niveau d'incorporation de 40% de la matière sèche totale de la ration, les performances restent toutes positives:

- production de lait et donc croissance des jeunes agneaux qui têtent leurs mères;
- croissance des antenais et non pas chute de poids;
- carcasses similaires à celles produites à partir de rations conventionnelles;
- et plus important encore, diminution significative du coût de production de la viande.

Au niveau de la qualité des produits animaux, on a mis en évidence l'impact positif du cactus sur la qualité du lait (augmentation de la teneur en acide linoléique). Par ailleurs, le fait de nourrir les vaches avec du cactus permet d'améliorer la conservation et la couleur du beurre.

Aliments complémentaires

Parmi les aliments complémentaires au cactus, on peut citer l'*Atriplex* (*Atriplex nummularia*). Cette plante présente l'avantage d'être capable de croître sur des sols pauvres et d'apporter l'azote absent du cactus. Les autres complémentarités de ces deux plantes sont d'une part l'apport de phosphore par l'*Atriplex* qui peut corriger le manque chez le cactus, et l'excès de sel chez l'*Atriplex* qui peut être compensé par l'eau apportée par le cactus.

On rapporte aussi la complémentarité avec l'*acacia*. *Acacia cyanophylla* est une plante ligneuse légumineuse fourragère répandue en Afrique du Nord. Ses feuilles sont riches en fibres (ADL: 16% de la matière sèche).

Ces plantes sont de plus particulièrement adaptées aux zones arides et semi-arides.

Certains auteurs se prononcent contre les mélanges avec de la paille qui peuvent donner un amalgame poussiéreux. Au Mexique, les raquettes sont distribuées avec de l'avoine, du maïs, du blé et des minéraux.



Jeunes raquettes de cactus



Fruits de cactus



Séchage du mélange alimentaire

Les rebuts de fruits de cactus en alimentation animale

L'alimentation du bétail en milieu aride ou semi-aride peut être une alternative prometteuse pour promouvoir la valorisation des fruits de cactus en alimentation animale. Les fruits des cactus non commercialisés pour la consommation humaine (rebut) constituent un meilleur exemple, car ce sont des rebuts de plus en plus disponibles dans les régions où le cactus est bien développé. Les divers travaux que nous avons réalisés ont montré que ces fruits peuvent être incorporés soit sous forme de blocs multinutritionnels, soit sous forme d'ensilage ou bien dans un mélange alimentaire à sécher. Ces travaux novateurs ont été poursuivis en grandeur nature avec l'Agence pour la Promotion et le Développement des Provinces du Sud du Royaume. C'est ainsi que d'importantes quantités d'ensilage à base de rebuts de fruits de cactus ont été produites et des essais préliminaires sur des animaux ont été réalisés et ont donné des résultats probants.

Valeur nutritive des rebuts de fruits de cactus

A l'instar des raquettes de cactus, les analyses chimiques effectuées sur les rebuts de fruits ont mis en exergue leur valeur énergétique élevée; cependant, ils présentent de faibles teneurs en matière sèche et en protéines (Tableau 3). D'où l'intérêt d'incorporer un aliment riche en protéines pour combler le déficit azoté des fruits de cactus, et de veiller à assurer de bonnes conditions de conservation pour éviter les risques de détérioration de la qualité du mélange alimentaire, compte tenu de leur teneur élevée en eau.

Les techniques de conservation du mélange produit qui peuvent être utilisées sont: le séchage sous soleil et l'ensilage.

Avantages des mélanges alimentaires à base fruits de cactus

L'intérêt zootechnique de l'utilisation de ces mélanges (vrac séché ou ensilage) est résumé dans les points suivants:

- ils sont faits à base de fruits de cactus non commercialisés. Ils sont donc non marché et disponibles dans les zones arides et semi-arides, où les ressources alimentaires sont limitées;
- ils sont faciles à produire, à conserver et à transporter;
- ils constituent, par leurs sucres rapidement fermentescibles, un bon support pour incorporer de l'urée, source d'azote bon marché pour les ruminants;
- ils peuvent être aussi un support de minéraux et vitamines;
- ils sont alors nutritionnellement équilibrés et devraient induire une amélioration de la digestion des autres ingrédients de la ration des animaux tels que la paille et le pâturage.

Locaux et équipements

Les locaux et matériaux nécessaires à cette opération dépendent de l'envergure à donner au projet. Dans le cas d'une grande opération, qui assurera une production de plus d'une tonne de mélange alimentaire par jour, les locaux et équipements suivants sont nécessaires:

- Un hangar est nécessaire pour installer le matériel utilisé et stocker les aliments utilisés dans le mélange. La superficie minimale requise serait d'environ 10 m x 10 m; Le matériel nécessaire est comme suit:
- Un broyeur de paille et de grains;
- Un broyeur de fruits de cactus en tôle inox;
- Un mélangeur des différents ingrédients alimentaires, qui peut être une bétonnière ou similaire;
- Petit matériel: Des seaux et bassines en plastique, peson...

Composition du mélange alimentaire retenu

Le choix des constituants est tributaire des disponibilités et des moyens locaux dont disposent les éleveurs. Néanmoins, certaines caractéristiques et proportions des

Tableau 3. Composition chimique (% MS) et valeur nutritive des fruits de cactus

Caractéristique	Valeur
MS, %	13 - 15
Cellulose	20,5
Matières Azotées Totales	6,1
Matières Grasses	0,65
Cendres	7,2
Calcium	2 - 3
Phosphore	0,2
NDF	28,8
ADF	23,1
ADL	8,2
UFL	0,98
UFV	0,96
PDIN (g/kg MS)	42
PDIE (g/kg MS)	91

ingrédients sont à respecter en raison du rôle particulier de chacun dans le mélange alimentaire. Le mélange contient des fruits de cactus, de l'urée, du son de blé, de la pulpe sèche de betterave, un aliment fibreux (paille), un complément minéral et vitaminé et du sel.

Fruits de cactus: Ils constituent l'aliment «socle», principal produit constituant du mélange alimentaire produit. En effet, en raison d'un manque de débouchés et à défaut d'une valorisation appropriée de ce produit, des quantités importantes de fruits de cactus sont annuellement perdues dans les zones de production. Il est riche en sucres, et donc constitue une bonne source d'énergie. Ces fruits sont broyés tels quels (avec les épines) ou après séparation des rebuts des fruits (les graines ne sont pas digérées par les animaux en raison de leur solidité). Le broyat obtenu est visqueux, de consistance d'une soupe.

Urée: L'urée (46% de N) est utilisée principalement pour la fourniture d'azote rapidement fermentescible dans le rumen pour une meilleure activité de la microflore. Dans le cadre de la présente étude, la dose utilisée n'a pas dépassé 1%. Par précaution, l'inclusion de l'urée dans le mélange alimentaire destiné aux dromadaires est à éviter.

Paille de blé: Le rôle principal de cet aliment fibreux consiste à absorber une partie de l'humidité du mélange et à lui conférer une structure qui faciliterait son séchage une fois étalé sous le soleil.

Son de blé: C'est un ingrédient qui est très fréquemment employé dans les rations alimentaires pour bétail. En plus de son rôle structurel, il peut constituer une bonne source d'azote et de phosphore assimilable.

Pulpe sèche de betterave: C'est un ingrédient qui est très fréquemment employé dans les rations alimentaires pour bétail. Il peut être broyé ou imbibé avec de l'eau (le volume d'eau nécessaire est d'environ 2 fois le poids de la pulpe sèche de betterave) pour assurer un meilleur mélange avec les autres aliments. Généralement, il constitue une bonne source énergétique et une source de PDIE qui servira pour réduire l'écart en PDIN généré par l'utilisation de l'urée. Cette source alimentaire peut être remplacée, totalement ou partiellement par des grains de céréales concassés (orge, maïs) selon la disponibilité et le prix.

Minéraux, vitamines et sel: Ils favorisent et régulent l'ingestion; de plus, ils participent à la couverture des besoins des micro-

Tableau 4. Composition du mélange alimentaire à base de rebuts de fruits de cactus

Aliment	%
Fruits de cactus*	45
Paille de blé hachée	16
Son blé	20
Pulpe sèche de betterave	16
Urée	1
Sel	1
CMV	1
Total	100

* Les fruits de cactus sont broyés avant d'être mélangés, ce qui leur confère un aspect visqueux.



Broyage des fruits de cactus



Broyage de la paille

organismes en ces éléments. Les compléments minéraux riches en phosphore sont à privilégier en raison de la richesse du cactus en Calcium. Le sel de cuisine est utilisé avec un taux d'incorporation de 1% dans l'objectif d'assurer une certaine protection du mélange contre la prolifération des moisissures et aussi de favoriser l'ingestion.

Formule de fabrication des mélanges alimentaires: La formule de fabrication retenue suite aux différents essais menés jusqu'à présent est présentée au tableau 4.

Cependant, il est à souligner que cette formule ne doit pas être considérée comme définitive et figée. Elle ne doit constituer qu'un point de départ pour d'éventuelles améliorations. A ce titre, l'incorporation de ressources alimentaires locales est encouragée pour diminuer le coût de production de l'aliment. Néanmoins, l'équilibre nutritionnel du mélange doit toujours être considéré.

Préparation du mélange en «vrac séché» ou en «ensilage»

Broyage des fruits de cactus: Les fruits de cactus sont broyés à l'aide d'un broyeur en tôle inoxydable conçu pour cet usage. Environ 15 minutes sont nécessaires pour broyer 100 kg de fruits de cactus.

Broyage de la paille: La paille est broyée pour obtenir des brins d'une longueur de 1 à 2 cm. Un broyeur de paille est utilisé pour cette fin. Le temps nécessaire pour broyer 100 kg de paille est d'environ 1 heure.

Mélange des ingrédients: Dans un mélangeur, similaire à une bétonnière, les quantités adéquates des différents ingrédients sont déversées et mélangées pour obtenir un mélange homogène. L'urée est solubilisée dans l'eau, dans un petit seau à part, pour assurer une homogénéisation de la distribution de cette matière première dans le mélange. Le sel est aussi dissout dans l'eau et mélangé à l'ensemble.

Le matériel utilisé à Guelmim pour mélanger l'ensemble des ingrédients peut être utilisé pour un malaxât de 50 kg. A cet effet, une durée de 15 minutes est néces-

saire pour assurer un bon mélange. Cependant, cette durée peut être réduite moyennant des améliorations du mixeur.

Séchage du mélange alimentaire: Le malaxât obtenu est déversé dans des caisses puis étalé sous le soleil pour sécher. Un plastique ou tout simplement un sol bétonné peut être utilisé pour l'étalage du mélange. Ce mélange doit être remué de temps en temps (avec un râteau) pour accélérer le dessèchement et éviter la fermentation des sucres contenus dans les fruits de cactus.

La durée nécessaire pour le dessèchement du mélange peut varier de 1 à 4 jours en fonction de l'ensoleillement.

Une fois séché, le mélange peut être conservé dans des sacs pour une utilisation ultérieure.

Ensilage du mélange alimentaire: Le malaxât obtenu peut être directement ensilé (sans séchage). Cette opération consiste à:

- mettre le mélange alimentaire frais dans des sacs en plastique d'une capacité d'environ 40 kg ou plus;
- bien tasser pour chasser l'air de l'intérieur du sac;
- fermer le sac avec une ficelle tout en s'assurant que le maximum d'air est chassé du dessous de la ficelle;
- doubler le sac rempli d'ensilage par un autre pour assurer sa protection d'éventuelles perforations;
- laisser ces sacs pendant au moins 3 ou 4 semaines avant de les ouvrir pour une distribution aux animaux.

La composition chimique et la valeur nutritive du mélange (séché ou ensilage) sont présentés aux tableaux 5 et 6.

Prémices sur les performances zootechniques

Le mélange alimentaire séché a été distribué à des ovins, caprins et camélins. Toutes ces espèces animales ont rapidement accepté et consommé l'aliment. Il est évident qu'une période d'adaptation est nécessaire pour éviter tout problème rencontré lors des changements de régime alimentaire. Aucun problème digestif ou de toute autre nature n'a été remarqué chez ces animaux témoignant de la bonne appétibilité du mélange produit.

Les premiers résultats sur les performances zootechniques obtenues sur des caprins en

Tableau 5. Valeur nutritive d'un Kg de matière sèche du mélange alimentaire

UFL/Kg MS	0,75
g PDIN/Kg MS	87
g PDIE/Kg MS	76
g CB/Kg MS	220
g Ca/Kg MS	5,9
g P/Kg MS	7,9

A. ARABA⁽¹⁾, M. COLLADO⁽²⁾, A. BOUTOUBA⁽³⁾,
A. SAHNOUN⁽⁴⁾

⁽¹⁾IAV Hassan II, ⁽²⁾ENTITAA-Nantes, ⁽³⁾Agence pour la Promotion et le Développement des Provinces du Sud du Royaume, ⁽⁴⁾Direction de l'Élevage

croissance ayant reçu le mélange séché à base de fruits de cactus pendant 1 mois sont comme suit:

- Gain moyen quotidien: 100 g/jour;
- Quantité de mélange alimentaire distribuée: 1 kg/animal/jour;

Un autre essai expérimental sur des ovins en croissance est en cours de réalisation dont les premiers résultats sont prometteurs.

Coût de production des mélanges alimentaires

Le coût du kg de mélange alimentaire séché (environ 85% de MS) est donné au Tableau 7.

Sachant que le mélange doit être séché, le coût du kg de mélange alimentaire séché (85% de MS) est d'environ 1,87 Dh/ kg.

Quant à l'ensilage, le coût de production (aliments et plastique) serait de:

- Le mélange alimentaire: 1,21 Dh/Kg d'aliment;
- Les sacs en plastique: 0,10 Dh/Kg d'aliment;

Soit un total de 1,31 Dh/Kg d'ensilage.

Conclusion

De ces travaux réalisés sur la valorisation des fruits de cactus en alimentation des ruminants ont montré que la production de mélanges alimentaires à base de fruits de cactus non commercialisés est possible. Elle peut se faire sous forme de mélange en «vrac séché» ou en «ensilage». Ces aliments sont bien acceptés par les animaux tout en leur assurant des performances zootechniques et économiques intéressantes.

Ce nouveau mélange alimentaire développé, caractérisé par une valeur nutritive intéressante et un coût relativement plus faible que les aliments classiques, devrait donc avoir des impacts positifs aussi bien sur le revenu de l'éleveur que sur le développement de la culture du cactus dans la région ■.

Tableau 6. Composition chimique et paramètres fermentaires du mélange alimentaire

Composition chimique du mélange alimentaire						
%MS	% MS					
	MM	MAT	CB	NDF	ADF	ADL
37% (ensilage)						
81% (séché)	11	14	20	49	27	4
Paramètres fermentaires de l'ensilage						
pH	N-NH ₃ / N tot (%)		N-soluble / N tot (%)			
	3,78*	3,85**		56,4**		

* Valeur indiquant un excellent ensilage, ** Valeur reflétant un bon ensilage. **MM:** Matières minérales, **MAT:** Matières azotées totales, **CB:** Cellulose brute, **NDF:** Neutral detergent fiber, **ADF:** Acid detergent fiber, **ADL:** Acid detergent lignin

Tableau 7. Coût de production* des mélanges alimentaires à base de fruits de cactus

Aliment	Kg brut	Kg MS	Prix du kg brut	Prix (Dh)
Fruits de cactus	0,45	0,06	0,30	0,14
Paille de blé	0,16	0,14	1,00	0,16
Son blé	0,20	0,17	2,00	0,40
Pulpe sèche de betterave	0,16	0,14	2,50	0,40
Urée	0,01	0,01	4,00	0,04
Sel	0,01	0,01	1,00	0,01
CMV	0,01	0,009	6,00	0,06
Total	1.00	0,55		1,21

* Prix d'octobre 2008

