

Utilisation de la jacinthe d'eau (*Eichhornia crassipes*) par le lapin de chair

par Claudine GÉRARD (1), (2), J. TRONCOSO (1)

(1) Departamento de Nutricion, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autonoma de Mexico, Mexico 20, D. F.

(2) Adresse actuelle : 95, rue Jean-Jaurès, 14270 Mezidon (France).

RÉSUMÉ

L'auteur a étudié la digestibilité de la jacinthe d'eau (*Eichhornia crassipes*) chez le lapin, en vue de sa possible utilisation dans son alimentation qui, naturellement très faible, est augmentée à la suite de traitements divers (séchage, incorporation de mélasse, présentation en granulés). Les taux d'arsenic supérieurs aux niveaux courants ont été constatés dans les tissus des lapins consommant cette plante. Il semble possible d'utiliser la farine de la jacinthe, incorporée dans un granulé pour lapin de chair en croissance à un taux voisin de 25 p. 100 qui dépendra de son prix de revient et des risques de toxicité de l'arsenic pour l'alimentation humaine.

INTRODUCTION

Dans les pays tropicaux, la jacinthe d'eau est une plante considérée comme un fléau par son action sur l'environnement ; elle obstrue les drainages, représente un obstacle à la navigation et à la pêche, diminue la teneur en oxygène du milieu, favorise la prolifération de moustiques, mais surtout, entraîne une perte d'eau considérable par évapotranspiration.

Il pourrait cependant être intéressant de tirer parti de son énorme productivité pour l'alimentation animale (6). S'il existe maintenant un certain nombre de travaux concernant les ruminants, l'information concernant les monogastriques est tout à fait insuffisante ; on a montré que la plante ne peut être incorporée à plus de 5 p. 100 de la matière sèche d'un aliment pour porcelets (5) et pour poulets (18) à cause de son haut contenu de cellulose et sa faible énergie métabolisable.

A notre connaissance, aucun travail concernant le lapin n'a été publié jusqu'à présent, alors que, parmi les non ruminants, il est sans doute le plus apte à utiliser la fibre de la plante (11).

Dans un premier temps, nous avons donc entrepris une étude de digestibilité de la plante fraîche, puis réalisé trois aliments avec différents niveaux de farine de jacinthe, pour connaître les performances de lapins avec ces régimes, ainsi que la digestibilité de chaque aliment. Enfin, une courte étude de toxicité a été réalisée.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Matériel

Expérience I. Etude de la digestibilité de la jacinthe fraîche

Animaux et alimentation

Dix animaux ont été pris au hasard parmi une population de lapins de races et de sexes différents, puis placés dans des cages à digestibilité permettant la récolte séparée de l'urine et des fèces. Les animaux pèsent de 1,6 à 2,7 kg.

Depuis le sevrage, les animaux ont reçu de la jacinthe fraîche et un concentré du commerce ; à leur arrivée en cages à digestibilité, la jacinthe fraîche est offerte seule, sans les racines (car les

TABLEAU N° I Composition de la jacinthe d'eau utilisée dans les deux expériences

	M.S.	Pourcentage de M.S.				E.D.***
		M.A.T.**	Cend.**	C.B.**	M.G.**	
Expérience I						
Fraîche, sans racines	6,07	17,13	16,67	15,36	4,62	1621
Expérience II						
Fraîche, avec racines	4,90	21,20	21,18	20,30	2,08	1523
Après traitement****	95,70	17,78	15,40	ND#	ND #	ND #

* M. A. T. = Matières Azotées Totales ($N \times 6,25$); M. G. = Matière Grasse; C. B. = Cellulose Brute; Cend. = Cendres.

** E. D. = Energie Digestible kcal/kg M. S. pour lapin selon NEHRING et JENTSCH (cités par LEBAS (12)) :

$$E. D. = 52,5 \times M. A. T. + 94,8 \times M. G. + 4,12 \times C. B. + 4,16 \times E. N. A.$$

*** La jacinthe, après un préséchage au soleil de 3 jours, est coupée en brins de 1 à 4 cm, puis séchée au soleil jusqu'à environ 10 p. 100 d'humidité, enfin moulue finement.

ND = Non Déterminé.

animaux n'en consomment que les bulbes et les feuilles), 2 fois/jour.

Conduite de l'expérience

Après une période d'adaptation de 5 jours, les mesures suivantes ont été réalisées pendant 5 jours : pesée des animaux en début et fin d'expérience ; pesée des quantités de plantes offertes et refusées par animal et par repas. Les fèces sont récoltées et congelées quotidiennement et l'urine est conservée selon le procédé de BATEMAN (3). Un échantillon moyen de la plante offerte et des refus a été réalisé (T. 1).

Expérience II. Utilisation de la farine de jacinthe incorporée dans des granulés pour lapins

Animaux et alimentation

Trente lapins (15 mâles et 15 femelles) de race New Zealand, âgés de 7 semaines et pesant en moyenne 980 g, sont répartis en 6 groupes selon le sexe et l'aliment qui contient 0 ; 25 ; ou 50 p. 100 de farine de jacinthe dont la composition figure dans le tableau I. Un aliment 100 p. 100 jacinthe a également été réalisé en vue de l'étude de digestibilité, mesurée sur un mâle et une femelle pour chaque aliment. Les quatre aliments, dont la composition figure dans le tableau II, sont présentés sous forme de granulés de 5 mm de diamètre.

Conduite de l'expérience

Les consommations de chaque groupe ont été enregistrées quotidiennement par pesée des

quantités offertes et refusées, et les animaux ont été pesés 2 fois/semaine.

Les mesures de digestibilité ont été réalisées selon le même procédé que dans l'expérience I, après 3 semaines d'adaptation aux régimes.

L'expérience a duré au total 7 semaines, à la fin desquelles les animaux ont été sacrifiés en vue de la nécropsie.

MÉTHODES

Tous les aliments, les refus et les fèces ont été séchés pendant 48 h à 70 °C, moulus, puis analysés selon les méthodes de l'A. O. A. C. (13) pour la cellulose, la matière grasse, les cendres, le Ca et P. L'azote de l'urine, des fèces et des aliments a été analysé par KJELDAHL, l'azote soluble selon la méthode de M. DURAND (communication personnelle), et l'arsenic selon celle de PEARSON (14). L'exploitation statistique des résultats a été assurée par analyse de variance (16).

RÉSULTATS

Expérience I. Digestibilité de la plante fraîche (tabl. III)

Les coefficients de digestibilité de la jacinthe d'eau fraîche sont très variables, ce qui s'explique par l'hétérogénéité de la population et par la difficulté de réaliser des mesures de consommations très précises avec la plante fraîche dont l'humidité baisse au cours de la journée.

TABL. N°II Composition et résultats d'analyses des aliments. (Expérience II).

Aliments	I	II	III	IV
Composition p.100				
Jacinthe	0	25	50	93
Luzerne	49	24	0	0
Sorgho	35	35	35	0
Farine de viande	8	8	8	0
Mélasse de canne	6	6	6	6
Vitamines	1	1	1	1
Minéraux***	1	1	0	0
Résultats d'analyse				
M.S.	93,22	93,17	93,82	92,12
M.A.T.**	18,26	19,18	17,81	16,00
C.B.**	12,52	11,54	12,04	12,10
Cend.**	10,14	12,35	13,95	14,50
M.G.**	4,02	3,14	2,18	1,24
E.D. Kcal/kg	1620	1576	1416	1240
Ca**	2,47	2,06	1,65	ND**
P**	0,45	0,89	0,77	ND**

* Voir abréviations dans le tableau I.

** Etant donné le haut niveau de cendres de la jacinthe, il n'a pas été ajouté de minéraux aux aliments III et IV.

TABL. N° III Digestibilité de la jacinthe d'eau fraîche. (Expérience I).

	C. U. D. a (1)						C.U.P.A. (2)
	M.S.	Cend.**	M.A.T.**	C.B.**	M.G.**	Energie	
Moyenne	35,6	47,4	42,9	9,9	69,2	24,2	- 45,8
Ecart type	5,2	5,3	8,5	3,4	6,5	7,0	13,2

* Voir abréviations dans le tableau I.

(1) C. U. D. a. = Coefficient d'Utilisation Digestive apparente.

$$= \frac{\text{Ingéré} - \text{Excrété dans les fèces}}{\text{Ingéré}} \text{ (moyenne de 9 animaux).}$$

(2) C. U. P. A. = Coefficient d'Utilisation Pratique de l'Azote.

$$= \frac{\text{Azote Ingéré} - \text{Azote Excrété dans l'urine et les fèces}}{\text{Azote Ingéré}} \text{ (moyenne de 7 animaux).}$$

Tous les coefficients de digestibilité sont très faibles, et le C. U. P. A. est négatif. Les animaux n'ont consommé que 30 g de matière sèche par jour et ont perdu du poids pendant l'expérience (- 27 g/jour).

Expérience II. Utilisation de la farine de jacinthe dans des granulés pour lapins

Comportement des animaux

Au début de l'expérience, nous avons observé de très faibles consommations de l'aliment

100 p. 100 jacinthe. Seuls 2 animaux pour lesquels les consommations étaient acceptables (tabl. IV) ont été maintenus sous ce régime en vue des mesures de digestibilité uniquement. L'aliment III a également été mal accepté, les lapins gaspillant beaucoup d'aliment. Au contraire, les animaux n'ont montré aucune difficulté à consommer l'aliment II.

Les coefficients de digestibilité de chaque aliment sont rassemblés dans le tableau IV. Nous n'avons trouvé aucune différence significative entre les C. U. D. a. des quatre aliments pour la

TABL. N° IV Résultats de l'étude de digestibilité des aliments de l'expérience II.

Aliment #	I	II	III	IV
Consommations M.S. g/j	96	99	91	80
Poids des animaux (moyen, g)	1425	1400	1355	1530
C.U.D.a Matière sèche**	64,17	61,39	59,85	62,12
C.U.D.a Matière organique**	66,88	64,88	63,60	63,77
C.U.D.a Azote	62,02	63,89	63,46	62,19
C.U.D.a Cellulose**	16,66 ^x	24,70 ^y	33,57 ^z	35,93 ^z
C.U.D.a Energie (Calculé)	65,73	67,62	64,04	61,91
C.U.P.A**	39,42 ^x	38,63 ^x	33,64 ^{xy}	27,71 ^y
C.R.A.**	61,04 ^x	59,22 ^x	52,66 ^y	45,08 ^z

Voir composition des aliments dans le tableau II.

* Voir signification des C. U. D. a. et C. U. P. A. dans le tableau III.

** C. R. A. = Coefficient de Rétention Azotée.

$$= \frac{\text{Azote Ingré} - \text{Azote Excrété dans l'urine et les fèces}}{\text{Azote Ingré} - \text{Azote Excrété dans les fèces}}$$

x, y, z. Les valeurs ayant des lettres différentes, diffèrent significativement au seuil $P < 0,05$.

matière sèche, la matière organique, l'azote et l'énergie, tandis que la cellulose se révèle plus digestible quand augmente le taux de farine de jacinthe dans l'aliment.

Les C. U. D. a. de l'azote sont médiocres, tant pour les régimes expérimentaux que pour le régime témoin.

Les coefficients de rétention (C. R.) et d'utilisation pratique de l'azote (C. U. P. A.) sont significativement plus faibles ($P < 0,05$) avec les aliments « 50 et 100 p. 100 jacinthe ».

Les performances des animaux sont altérées par de hauts niveaux de jacinthe dans l'aliment (tabl. V) ; avec les régimes II et III, l'adaptation à l'aliment a été plus longue, puis l'écart des poids s'est agrandi entre les lots.

Les consommations ont toutefois été identiques pour les trois lots (tabl. V), et l'indice de consommation du groupe III, très élevé, est sans doute surestimé, les animaux ayant gaspillé de l'aliment qui a été « inclus » dans l'ingéré.

TABL. N°V Performances des animaux de l'expérience II.

Groupe	I	II	III
p. 100 jacinthe	0	25	50
Gain de poids (g/j)	27,6 ^a	21,7 ^b	18,0 ^c
Consommations (g/j)	116,6 ^d	117,5 ^d	117,0 ^d
Indice de consommation	4,23 ^a	5,29 ^b	6,51 ^c

a, b, c, d. Les valeurs ayant en indice des lettres différentes diffèrent significativement au seuil $P < 0,01$.

Toxicité

A part un animal du groupe II qui est mort de coccidiose, nous n'avons noté aucune anomalie, ni dans l'état de santé des animaux, ni à la nécropsie, due à l'ingestion de farine de jacinthe.

Le poids des reins par rapport au poids de carcasse a été significativement plus important pour les animaux consommant de la jacinthe : 6,27 ; 6,38 ; 6,80 p. 100 pour les groupes I, II et III respectivement, phénomène sans doute lié au niveau élevé de potassium dans la jacinthe (1).

TABL. N°VI Teneurs en As des aliments et des organes des animaux.

Echantillon	ppm As (M.S.)
Jacinthe sèche	2-2,75
Aliment I	0
Aliment II	0,390
Aliment III	0,531
Groupe I	0
Viande** Groupe II	0,363
Groupe III	0,685
Groupe I	0
Foie** Groupe II	0,328
Groupe III	1,421
Groupe I	0
Reins** Groupe II	0,640
Groupe III	2,474

** Analyse d'un échantillon moyen des 10 animaux.

D'autre part, sachant que la jacinthe contient des niveaux élevés d'arsenic (8), nous avons réalisé des analyses quantitatives de ce métal dans les aliments et les organes des animaux (tabl. VI). L'arsenic s'accumule dans les muscles et le foie, mais surtout dans les reins, à des niveaux d'autant plus élevés que le taux de jacinthe est important dans l'aliment.

DISCUSSION

La digestibilité apparente de tous les composants de la jacinthe fraîche est très faible, car inférieure à celle d'une luzerne au stade floraison-1/2 maturation (12).

Cependant, la comparaison de ces coefficients avec ceux obtenus pour l'aliment « 100 p. 100 jacinthe » montre que le traitement (séchage, broyage, incorporation de mélasse) améliore considérablement tous les coefficients de digestibilité apparente et réelle de la plante, ainsi que les consommations. HOSSAIN (9) avait noté que les performances de bovins sont améliorées par un préséchage de la plante au soleil avant la distribution, et selon HENTGES (7), l'incorporation de mélasse et la granulation de l'aliment augmentent les quantités de jacinthe consommées par les bœufs. Il est donc possible que les traitements détruisent un éventuel facteur antinutritionnel, et/ou que l'addition de mélasse augmente l'appétabilité de la plante.

La fibre de la jacinthe s'est révélée apparemment plus digestible que celle de la luzerne, ce qui est en contradiction avec les résultats de BRAVO (4) sur mouton.

Les autres coefficients de digestibilité apparente des aliments expérimentaux ne diffèrent pas significativement de ceux de l'aliment témoin, et sont semblables à ceux rencontrés dans la bibliographie (12), sauf pour l'azote dont le C. U. D. a. est faible pour les quatre aliments. Nous avons montré, par analyse de l'azote soluble, avant et après granulation, qu'environ 25 p. 100 de l'azote a été insolubilisé, sans doute à cause de la haute température à laquelle elle s'est réalisée ; nous savons que le lapin est sensible à la qualité de l'azote (10).

D'autre part, si l'excrétion fécale est comparable pour tous les aliments, l'excrétion urinaire azotée augmente avec le taux de jacinthe dans l'aliment : les C. U. P. A. et C. R. A. sont d'autant plus faibles que le taux de jacinthe est élevé. Nous pensons d'autre part que le C. U. D. a. des cendres est supérieur à celui de la matière sèche avec la jacinthe fraîche car une grande partie des minéraux doit être excrétée par voie urinaire.

Ces remarques concordent avec celles de BALDWIN (2) concernant un ensilage de jacinthe pour moutons, mais sont en contradiction avec celles de STEPHENS concernant les minéraux de la jacinthe offerte sous forme granulée à des bœufs (17).

Ces observations expliquent en partie pourquoi, malgré des consommations et des C. U. D. a. non significativement différents entre les groupes expérimentaux et le témoin, et comparables à ceux rencontrés dans la littérature (12, 15), les croissances des animaux sont d'autant plus faibles que le taux de jacinthe est élevé dans leur aliment. Il est possible qu'il s'y ajoute un problème de carence en énergie des aliments à base de jacinthe (tabl. II).

L'arsenic s'est accumulé dans les tissus des animaux à des niveaux supérieurs à ceux rencontrés couramment (19), mais on ignore sous quelle forme il se trouve, donc le danger qu'il représente pour la consommation humaine. Ces observations soulignent la nécessité de réaliser des analyses systématiques qualitatives et quantitatives du lait et de la viande des animaux nourris à base de jacinthe.

CONCLUSION

Le séchage, l'incorporation de mélasse et la granulation de la jacinthe améliorent considérablement son utilisation par les animaux, et rendent possible son incorporation dans un aliment pour lapin de chair en croissance, à un taux qui ne devra toutefois pas dépasser 25 p. 100 de la matière sèche, et qui dépendra entre autres du coût de ces traitements, et des problèmes éventuels de toxicité de l'arsenic pour l'alimentation humaine.

SUMMARY

Use of fresh water hyacinth by broiler rabbit

The digestibility of fresh water hyacinth was measured with 10 rabbits. Then, 30 rabbits were allotted to 3 diets with 0, 25 or 50 p. 100 of hyacinth meal in the dry matter, during 7 weeks, to study the growth rates of the animals and

the digestibility of each diet. The digestibility of fresh water hyacinth is very low, and the animals lost weight. However, the treatments (drying, incorporation of cane molasse, pelitization) increased all the coefficients of digestibility and the intake. The C. U. D. a. of the three diets were not significantly different, except for the fiber which was more digestible with the hyacinth diets. However, the nitrogen and mineral urinary excretion was higher with increasing levels of hyacinth in the diet. That is why, combined with a low digestible energy of the hyacinth, the growth rates decrease when increase the level of hyacinth, in spite of intakes similar to those of the test diet. Level of arsenic higher than normal levels were found in the tissues of the animals consuming hyacinth. It seems possible to incorporate hyacinth meal in pellets for rabbits, at levels of approximately 25 p. 100, which will depend on the cost of the treatments and the danger of arsenic for human nutrition.

RESUMEN

Utilización del lirio acuático (*Eichhornia crassipes*) por el conejo

Se midió la digestibilidad del lirio acuático fresco con 10 conejos. Luego, se estudió el comportamiento de 30 conejos en crecimiento, bajo tres dietas que contienen 0, 25, o 50 p. 100 de harina de lirio en base seca, así como la digestibilidad de cada dieta. La digestibilidad de la planta fresca es muy baja, y los animales perdieron peso. Sin embargo, los tratamientos (secado, incorporación de melaza, pelitización) aumentan todos los coeficientes de digestibilidad aparente y verdadera, y los consumos. No se notó ninguna diferencia significativa entre los C. U. D. a. de los alimentos experimentales y el alimento testigo, excepto con la fibra cruda que fue más digestible en los alimentos que contienen lirio. Sin embargo, la excreción urinaria de nitrógeno y minerales aumenta con el nivel de lirio en la dieta, lo que, con la baja energía digestible de la planta, explica que los crecimientos son más bajos cuando sube el porcentaje de lirio en la dieta, los consumos siendo iguales para todos los grupos. Niveles de arsénico superiores a los niveles usuales se encontraron en los tejidos de los animales que consumen el lirio. Parece factible incorporar harina de lirio en pellets para conejos en crecimiento, bajo niveles cercanos al 25 p. 100 que dependerán del costo de los tratamientos y de los riesgos de toxicidad del arsénico para la alimentación humana.

BIBLIOGRAPHIE

- BABATUNDE (G. M.), FETUGA (B. L.), OYENUGA (V. A.). Effects of feeding graded levels of cane molasses on the performance and carcass characteristics and organ weights of Yorkshire pigs in a tropical environment. *J. anim. Sci.*, 1975, **40** (4) : 632-639.
- BALDWIN (J. A.). Utilization of ensiled water hyacinth in ruminant diet. Thesis M. S. A. University of Florida, U. S. A., 1973.
- BATEMAN (J. V.). Nutrición animal. Manual de métodos analíticos. Mexico/Buenos Aires, Centro Regional de Ayuda Técnica. A. I. D., 1970, 173 p.
- BRAVO (F. O.), RODRIGUEZ (R.). Digestibilidad aparente del lirio acuático (E. C.) en borregos. *Tecn. Pecu. Méx.*, 1971, **19** (41) : 305-309.
- COMBS (G. E.). Preliminary observations on the use of aquatic plants for swine feeding. Conference of the Governor's aquatic research and development committee, Florida, 1970, Feb. 20, p. 60-61.
- GERARD (C.), LEDESMA (R.), TRONCOSO (H.). El lirio acuático en la alimentación animal : recopilación bibliográfica. *Veterinaria Méx.*, 1979, sous presse.
- HENTGES (J. F.). Processed aquatic plants for cattle nutrition. Conference of the Governor's aquatic research and development comitée, Florida, 1970, Feb. 20, p. 62.
- HENTGES (J. F.), EASLY (J. F.), SHIRLEY (R. L.). Toxic substances and chemical composition of hyacinths and other aquatic plants. Annual Res. Rep. Inst. Feed Agric. Sci., University of Florida, 1973, p. 79.
- HOSSAIN (W.). Investigation of water hyacinths as fodder. *Agriculture Pakistan*, 1959, **10** (4) : 513-518.
- KENNEDY (I. G.), HERSHBERGER (T. V.). Protein quality for the non ruminant herbivore. *J. anim. Sci.*, 1974, **39** : 3.
- LAPLACE (J. F.). Le transit digestif chez le monogastrique. III. Comportement (prise de nourriture, cécotrophie, motricité et transit digestifs, et pathogénie des diarrhées chez le lapin). *Annls Zootechn.*, 1978, **27** (2) : 225-265.
- LEBAS (F.). Le lapin de chair. Ses besoins nutritionnels, son alimentation pratique. Paris, I. T. A. V. I., 1975.
- OFFICIAL METHODS OF ANALYSIS. Association of Official Analytical Chemists, 11th Ed., Washington, 1970.
- PEARSON (D.). The chemical analysis of foods. 6th Ed., New York, Chemical Publ., 1971.
- PRUD'HON (M.), CHERUBIN (M.), GOUSSOPOULOS (J.), CARLES (J.). Evolution, au cours de la croissance, des caractéristiques de la consommation d'aliments solide et liquide du lapin domestique nourri *ad libitum*. *Annls Zootech.*, 1975, **24** (2) : 289-298.
- SNEDECOR (G. W.), COCHRAN (W. G.). Statistical methods. Iowa, Iowa State University Press, 1967.
- STEPHENS (E. L.). Digestibility trials on ten elements and three toxicants in aquatic plants fed steers. Thesis M. S. A., University of Florida, 1972.
- TEJADA (I.). Valor nutritivo del lirio acuático (*Eichhornia crassipes*) para el pollo en crecimiento. *Tecn. Pecu. Méx.*, 1974, **26** : 7-12.
- UNDERWOOD (E. J.). Trace elements in human and animal nutrition. 4th Ed. New York, San Francisco, London, Academic Press, 1977, p. 424-429.