

SNDF 2000/2001/FORMATION/Contrôle laitier/article 3

TITRE : **Forage pH Effects on Intake in Early Lactation Dairy Cows.***Influence du pH de l'ensilage de maïs et du halage de luzerne sur l'ingestion de vaches laitières en début de lactation.*

Revue : JOURNAL OF DAIRY SCIENCE – USA (1988) 71, 1198-1203

Auteur : Rich ERDMAN (Université du Maryland - USA)

**Résumé**

Dans le premier essai [N°1] 18 vaches Holstein multipares ont été utilisées dans un schéma expérimental en inversion avec des périodes de 6 semaines entre les semaines de lactation 5 à 16. Les vaches ont consommé de *l'ensilage de maïs* à volonté et des concentrés distribués séparément selon un rapport 40/60. Les lots étaient constitués d'un ensilage de maïs classique (pH = 3.64) ou d'un ensilage de maïs chimiquement neutralisé par apport de bicarbonate de sodium avant distribution (pH = 5.44). La neutralisation de l'acidité de l'ensilage de maïs a augmenté l'ingestion de matière sèche de 1.3 kg et de même que le taux butyreux qui est passé de 3.79 à 4.15 %.

Dans le deuxième essai [N°2] 17 vaches Holstein multipares ont été utilisées dans un schéma expérimental équivalent si ce n'est que c'est du *haylage de luzerne* qui était le fourrage consommé. L'augmentation du pH du haylage de luzerne de 4.62 à 5.45 n'a pas eu d'effet sur l'ingestion ou sur les performances de production.

Le pH optimum des fourrages pour l'ingestion se situe à 5.7. Les réponses de l'ingestion à des augmentations de pH au-delà de 4.5 sont relativement faibles et expliquent les différences de réponses observées entre l'ensilage de maïs et le haylage de luzerne. ***Il s'avère intéressant d'augmenter le pH de l'ensilage de maïs avant sa distribution en raison des effets favorables observés à la fois sur l'ingestion et la qualité du lait.***

*Traduction technique proposée par le Dr Mathieu MAURIES, Nutritionniste Vaches Laitières***INTRODUCTION**

L'ingestion des fourrages frais est en général supérieure à celles des même fourrages ensilés. Cette diminution d'ingestion, liée au processus de l'ensilage, varie de 4 à 50 % (3, 7, 12, 13, 24). La raison précise de cette diminution d'ingestion des ensilages n'est pas précisément connue, néanmoins différentes théories ont été avancées relativement à la teneur en matière sèche (12, 13), le pH (17), la présence d'amines (16) ou d'ammoniac (25, 26). L'introduction dans le rumen d'extraits artificiels d'ensilage (4) ou l'addition d'AGV (Acides Gras Volatils) à des ensilages ou d'autres aliments a un effet dépressif sur l'ingestion chez les ovins et les bovins, néanmoins l'apport de sels d'AGV et d'acide lactique n'a lui aucun effet sur l'ingestion des animaux.

L'effet du pH de l'ensilage de maïs sur l'ingestion a déjà été démontré chez la génisse laitière (19, 20). Shaver et al. (20) ont noté une augmentation de l'ingestion de 21 % lorsque le pH de l'ensilage de maïs passait de 3.72 à 5.62 au moment de la distribution. Le pH maximisant l'ingestion était de 5.6. La plupart des études conduites sur l'influence du pH dans la consommation des ensilages ont

été réalisées sur des animaux en croissance (10, 15, 17, 18, 20, 21, 22) ou sur des ovins (10, 14, 15, 17, 25). Aucune étude n'a abordé le cas de la vache laitière en lactation. L'objectif de cet essai était de tester les effets du pH des fourrages sur la consommation d'ensilage par des vaches laitières en début de lactation. Les animaux recevaient des rations concentrées en énergie.

## MATERIEL ET METHODES

Dans la première expérimentation [N°1] 18 multipares ont été utilisées dans un essai de 16 semaines. Les vaches ont reçu une ration contenant 40 % d'ensilage de maïs et 60 % de concentrés durant les quatre premières semaines de lactation (Tableau 1).

**Tableau 1** : composition des concentrés utilisés dans les essais N°1 et N°2

Aliments en %	Essais	
	N°1	N°2
Maïs concassé	59.0	86.7
Tourteau de soja	36.5	10.8
Oligo-éléments	1.0	1.0
Phosphate bi calcique	1.5	1.2
Calcium	1.5	..
Potassium & sulfate de magnésium	0.4	0.2
Vitamines A et D <sup>(1)</sup>	0.05	0.05

<sup>(1)</sup> contenant 17.6000.000 UI de vitamine A et 1.100.000 UI de vitamines D actives par kg distribué

L'ensilage de maïs et le concentré ont été distribués séparément. L'ensilage de maïs était distribué une fois par jour, à volonté, de façon à obtenir le lendemain 10 % d'aliment non consommé. Les concentrés ont été distribués deux fois par jour, en quantités égales, juste avant la traite à 04h00 et 16h00. A chaque distribution, les vaches avaient accès au concentré pendant deux heures. La quantité de concentrés distribuée a été calculée en fonction de l'ingestion d'ensilage de maïs du jour précédent de façon à respecter le ratio 40 % ensilage 60 % concentrés sur la base de la matière sèche. Dans certains cas il a été noté des restes des concentrés. A partir de la 5<sup>ème</sup> semaine post-partum les vaches ont été assignées à chaque traitement de façon aléatoire. Elles ont reçu le traitement témoin ou le traitement ensilage neutralisé à pH 5.5 avant sa distribution par incorporation de 4 % de NaHCO<sub>3</sub> de la semaine expérimentale 1 à la semaine expérimentale 4.

Le bicarbonate de sodium était apporté directement dans l'ensilage, le tout passant ensuite dans un mélangeur. Les traitements ont été conservés jusqu'à la semaine 10 post-partum et inversé entre les deux lots des semaines 11 à 16.

Les vaches étaient en stabulation entravée sur sciure de bois pendant toute la durée de l'essai. Elles ont été traitées deux fois par jour, et les non-consommations d'aliments ont été enregistrées une fois par jour. Les vaches ont été pesées chaque semaine. Des échantillons de lait ont été prélevés pour analyse de sa composition, à la traite du matin et à la traite du soir, une fois par semaine.

Des échantillons d'ensilage de maïs et de concentrés ont été prélevés chaque semaine et analysés pour leur teneur en matière sèche par distillation au toluène (6) et passage à l'étuve à 100 °C. Les échantillons de fourrages et de concentrés ont été mélangés chaque mois de façon à constituer un échantillon représentatif du mois écoulé et analysés pour leur teneur en MAT (méthode Kjeldhal), ADF (11), NDF (18) et en minéraux par le laboratoire du Contrôle Laitier de l'état de New-York. Le pH et le pouvoir tampon de l'ensilage de maïs ont été contrôlés (20) chaque semaine par utilisation de NaHCO<sub>3</sub> afin d'amener l'ensilage à un pH de 5.5 et de le maintenir à ce niveau pendant toute la durée de l'essai. La teneur en acide lactique de l'ensilage a été déterminée par la

méthode de Barker et Summerson (1) et les AGV ont été déterminés par chromatographie en phase gazeuse (19) comme dans nos précédents travaux.

Dans la deuxième expérimentation [N°2] 17 multipares ont été utilisées dans un essai de 16 semaines avec le même type de protocole expérimental à la différence que le fourrage concerné était du haylage de luzerne. Toutes les mesures et méthodes utilisées ont été identiques à celles employées dans le premier essai. Le pH du fourrage neutralisé a été maintenu aussi proche que possible de la valeur 5.5 par addition de 4 % de NaHCO<sub>3</sub> sur la base de la matière sèche.

Les données de chaque essai ont été analysées sur un schéma en inversion avec les mesures de la semaine 4 utilisées comme covariables (5). Le traitement statistique a été réalisé avec le logiciel SAS (2). Le modèle statistique comprenait : la covariable (semaine 4), le pH du fourrage, la vache, la période, la vache dans la période, la semaine et l'interaction semaine x traitement.

## RESULTATS ET DISCUSSION

La composition chimique des ensilages et des concentrés est donnée dans le tableau 2. Le pH moyen de l'ensilage de maïs était de 3.64 tandis que celui du haylage de luzerne était de 4.62 ce qui est en accord avec les données de la littérature (12, 13, 19, 20). Avec un ratio fourrage/concentré de 40/60 la teneur en MAT de la ration a été respectivement de 17.5 et 16.9 % pour les rations ensilage de maïs et luzerne.

**Tableau 2** : composition chimique des ensilages et des concentrés utilisés dans les essais N°1 et N°2

Aliments	Essai N°1		Essai N°2	
	Concentrés	Ensilage de maïs	Concentrés	Haylage de luzerne
% MS	91.0	33.9	91.1	37.9
pH	-	3.64	-	4.62
Composition de la MS				
Matière organique %	91.2	91.8	95.8	90.5
MAT %	23.8	8.05	15.7	18.7
ADF %	5.1	24.5	3.0	30.7
NDF %	14.3	42.5	11.3	38.6
Calcium %	1.23	0.22	0.73	1.30
Phosphore %	0.80	0.24	0.64	0.34
Magnésium %	0.28	0.15	0.20	0.35
Potassium %	1.27	1.57	0.70	3.02
Soufre %	0.32	0.13	0.26	0.18
Sodium %	0.44	0.010	0.40	0.015
Acide acétique %	-	2.1	-	3.7
Acide propionique %	-	0.2	-	0.1
Acide butyrique %	-	0.5	-	0.2
Acide lactique %	-	1.1	-	1.7
AGV totaux <sup>(1)</sup>	-	3.9	-	5.7

<sup>(1)</sup> acétique + propionique + butyrique + lactique

L'augmentation du pH de l'ensilage de maïs de 3.64 à 5.44 a entraîné une augmentation d'ingestion de l'ensilage de 1 kg MS statistiquement significative (P<0.01) dans la première expérimentation (tableau 3).

**Tableau 3** : effet du pH des ensilages sur l'ingestion, la production et la composition du lait de vaches en début de lactation nourries à base d'ensilage de maïs ou de haylage de luzerne (essais N°1 et N°2)

	Fourrage					
	<i>Ensilage de maïs</i>			<i>Haylage de luzerne</i>		
	Témoin	Neutralisé	Probabilité <sup>(1)</sup>	Témoin	Neutralisé	Probabilité <sup>(1)</sup>
Nombre de vaches	18	18	-	17	17	-
PH de l'ensilage	3.64	5.44	NS <sup>(2)</sup>	4.62	5.45	0.01
Poids vif en kg	610	609		569	563	NS
Ingestion (MSI)						
Kg par jour	20.8	22.1	0.01	21.7	21.1	NS
% poids vif	3.43	3.64	0.005	3.83	3.75	NS
Ensilages MSI kg/jour	9.6	10.6	0.01	8.7	8.4	NS
Concentrés MSI kg/jour	11.2	11.5	NS	13.0	12.7	NS
Lait en kg / jour	39.6	39.7	NS	37.6	36.9	NS
TB %	3.79	4.15	0.025	4.16	4.20	NS
TP %	2.90	2.89	NS	2.92	2.99	NS
Lait 4 % en kg / jour	38.1	40.9	0.05	38.2	37.9	NS

<sup>(1)</sup> Probabilité que les traitements aient des effets identiques

<sup>(2)</sup> Non significatif ( $P > 0.1$ )

L'ingestion totale ramenée au kg de poids vif a augmenté de 0.21 point ( $P < 0.005$ ) tandis que l'ingestion de MS augmentait de 1.3 kg. Compte tenu du fait que les quantités de concentrés à distribuer étaient calculées en fonction de l'ingestion d'ensilage, l'ingestion totale de MS aurait dû être augmentée de 2.5 kg/jour pour respecter le ratio fourrage/concentré de 40/60. Cependant les vaches du lot ensilage neutralisé ont, plus que les autres, laissé des refus de concentré. Les quantités de concentrés non consommées ont ainsi été de 0.7 kg par jour pour le lot témoin et 1.8 kg/jour pour le lot expérimental ce qui explique la différence d'ingestion totale observée eu égard au calcul théorique. Cette différence est probablement liée à la meilleure appétence de l'ensilage de maïs neutralisé. La production de lait n'a pas été influencée par le traitement de l'ensilage ( $P > 0.1$ ). Le taux butyreux a été augmenté dans le cas de l'ensilage neutralisé ( $P < 0.025$ ) probablement en raison de l'ajout de bicarbonate de sodium dans la ration (8). Cela s'est également traduit par une augmentation de la production de lait 4 % de 2.8 kg par jour ( $P < 0.05$ ). Le taux protéique n'a pas été modifié par le traitement ( $P > 0.01$ ).

Dans la deuxième expérimentation, l'augmentation du pH de l'ensilage de luzerne de 4.62 à 5.45 juste avant distribution de la ration n'a eu aucun effet sur l'ingestion de haylage ( $P > 0.10$ ). En fait la quantité de haylage consommé a même diminué de 0.3 kg dans le lot expérimental ( $P > 0.10$ ). La production et la composition du lait, le lait standard n'ont pas été modifié par l'augmentation de pH du haylage de luzerne ( $P > 0.10$ ). Ce résultat est en accord avec des essais antérieurs (21, 22) dans lesquels l'apport de  $\text{NaHCO}_3$  dans des rations complètes à base de haylage de luzerne n'avait pas d'effet sur l'ingestion ou la production de lait.

Les résultats d'ingestion contradictoires observés entre les deux présentes expérimentations sont sans doute à relier au pH initial des fourrages (3.64 pour l'ensilage de maïs versus 4.62 pour la luzerne). Shaver et al. (20) ont noté un pH optimum favorisant l'ingestion à 5.6 dans un essai sur génisses laitières Holstein avec une variation du pH des fourrages de 3.72 à 8.05. Une compilation

d'essais (10, 14, 15, 17, 19, 20, 23, 25, 27) et nos deux expérimentations ont permis de d'élaborer l'équation de prédiction suivante dans laquelle l'ingestion est donnée en pourcentage du poids vif =  $0.96 + 0.88 \text{ pH} - 0.77 \text{ pH}^2$  ( $n = 49$ ). Le pH optimum donné par cette équation se situe à la valeur 5.71 très proche de la valeur mentionnée par Shaver (20).

Les différences qui existent entre les données de nos deux expérimentations trouvent leur explication dans les pH initiaux des deux fourrages. En effet et en utilisant la précédente équation, il apparaît que l'influence d'une augmentation de pH du haylage de luzerne ne pouvait être que très faible entre les valeurs 4.65 et 5.45. L'augmentation d'ingestion notée dans la première expérimentation avec l'ensilage de maïs sur vaches laitières en lactation est par ailleurs confirmée sur les bovins en croissance (19, 20). Nous avons émis l'hypothèse que la réponse de l'ingestion par ajout de  $\text{NaHCO}_3$  était liée au pH du régime. Les données obtenues dans nos deux essais sont effectivement en accord avec la littérature concernant les bovins en croissance (10, 14, 15, 17, 19, 20, 23, 24, 25, 26, 27). Le pH du fourrage apparaît comme étant un élément de régulation important de l'ingestion à la fois chez le jeune en croissance et chez l'animal adulte. Dans nos expérimentations le pH de 4.62 du haylage de luzerne n'a pas eu d'impact sur l'ingestion alors que le pH initial de l'ensilage de maïs (3.64) a lui entraîné une baisse d'ingestion comparativement à l'ensilage neutralisé. Nos données suggèrent que le traitement du haylage de luzerne ne modifie pas l'ingestion. Il serait intéressant de pousser plus loin la réflexion sur l'ensilage de maïs qui réagit favorablement au traitement au bicarbonate de sodium.

## Références bibliographiques

- (1) **BARKER S.B., SUMMERSON W.H.**, 1941. The colorimetric determination of lactic acid in biological material. *J. Biol. Chem.*, 138, 535.
- (2) **BARR A.J., GOODNIGHT J.H., SALL J.P., HELLWIG J.T.**, 1979. SAS User's guide. SAS Inst. Inc., Raleigh, NC.
- (3) **CAMPLING R.C.**, 1966. The intake of hay and silage by cows. *J. Br. Grassl. Soc.*, 21, 41.
- (4) **CLANCY M., WANGNESS P.S., BAUMGARDT B.R.**, 1977. Effect of silage extract on voluntary intake, rumen fluid constituents and rumen motility. *J. Dairy Sci.*
- (5) **COCHRAN W.G., COX G.M.**, 1957. Experimental design. 2<sup>nd</sup> edition John Wiley and Sons New York, NY.
- (6) **DEWAR W.A., MCDONALD P.**, 1960. Determination of dry matter in silage by distillation with toluene. *J. Sci. Food Agric.*, 12, 790.
- (7) **DINIUS D.A., HILL D.L., NOLLER D.H.**, 1968. Influence of supplemental acetate feeding on the voluntary intake of cattle fed green corn and corn silage. *J. Dairy Sci.*, 51, 1505.
- (8) **ERDMAN R.A., HEMKEN R.W., BULL L.S.**, 1980. Effect of sodium bicarbonate and magnesium oxide on production and physiology in early lactation. *J. Dairy Sci.*, 63, 923.
- (9) **ERDMAN R.A., HEMKEN R.W., BULL L.S.**, 1980. Dietary sodium bicarbonate and magnesium oxide for early postpartum lactating dairy cows effect on production, acid-base metabolism and digestion. *J. Dairy Sci.*, 65, 712.
- (10) **FARHAN S.M.A., THOMAS P.C.**, 1978. The effect of partial neutralization of formic acid silages with sodium bicarbonate on their voluntary intake by cattle and sheep. *J. Br. Grassl. Soc.*, 30, 237.
- (11) **GOERING H.K., VAN SOEST P.J.**, 1970. Forage fiber analysis *Agri. Handbook N°379*. Agric. Res. Serv. USDA, Washington, DC.
- (12) **GORDON C.H., DERBYSHIRE J.C., JACOBSON W.C., HUMPPHREY**, 1965. Effects of dry matter in low moisture silage on preservation, acceptability, and feeding value of alfalfa stored as hay, haylage, and direct-cut silage. *J. Dairy Sci.*, 48, 1062.

- (13) **GORDON C.H., DERBYSHIRE J.C., WISEMAN H.G., KANE E.A., MELIN C.G.**, 1961. Preservation and feeding value of alfalfa stored as hay, haylage, and direct-cut silage. *J. Dairy Sci.*, 44, 1299.
- (14) **HUTCHINSON K.J., WILKINS R.J.**, 1971. The voluntary intake of silage by sheep. II. The effects of acetate on silage intake. *J. Agric. Sci. Camb.*, 77, 539.
- (15) **LANCASTER R.J., WILSON R.K.**, 1975. Effect on intake of adding sodium bicarbonate to silage. *N. Z. Exp. Agric.*, 3, 203.
- (16) **MCDONALD P., MACPHERSON H.T., WATT J.A.**, 1963. The effect of histamine on silage dry matter intake. *J. Br. Grassl. Soc.*, 18, 230.
- (17) **MCLEOD D.S., WILKINS R.J., RAYMOND W.F.**, 1970. The voluntary intake by sheep and cattle of silages differing in free-acid content. *J. Agric. Sci. Camb.*, 75, 311.
- (18) **ROBERSTON J.B., VAN SOEST P.J.**, 1977. Dietary fiber estimation in concentrate feedstuffs. Page 254 *in* Abstr. 69th Annu. Mtg. Am. Soc. Anim. Sci., Madison, WI.
- (19) **SHAVER R.D., ERDMAN R.A., O'CONNOR A.M., VANDERSALL J.H.**, 1985. Effects of silage pH on voluntary intake of corn silage and alfalfa haylage. *J. Dairy Sci.*, 68, 338.
- (20) **SHAVER R.D., ERDMAN R.A., VANDERSALL J.H.**, 1984. Effects of silage pH on voluntary intake of corn silage. *J. Dairy Sci.*, 67, 2045.
- (21) **STOKES M.R., BULL L.S.**, 1986. Effects of sodium bicarbonate with free ratios of hay crop silage : concentrate in dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 69, 2671.
- (22) **STOKES M.R., VANDERMARK L.L., BULL L.S.**, 1986. Effects of sodium bicarbonate, magnesium oxide and a commercial buffer mixture in early lactation cows fed hay crop silage. *J. Dairy Sci.*, 69, 1595.
- (23) **THOMAS C., WILKINSON J.M.**, 1975. The utilization of maize silage for intensive beef production. 3. Nitrogen and acidity as factors affecting the nutritive value of ensiled maize. *J. Agric. Sci. Camb.*, 85, 255.
- (24) **THOMAS J.W., MOORE L.A., OKAMOTO M., SYKES F.**, 1961. A study of factors affecting rate of intake of heifers fed silage. *J. Dairy Sci.*, 44, 1471.
- (25) **WILKINS R.J.**, 1974. The effect of partial neutralization with sodium bicarbonate or ammonia and the feeding of blood meal on the voluntary intake of a whole-crop barley silage by sheep. *Anim. Prod.*, 19, 87.
- (26) **WILKINS R.J., HUTCHINSON K.J., WILSON R.F., HARRIS C.E.**, 1971. The voluntary intake of silage by sheep. 1. Interrelationships between silage composition and intake. *J. Agric. Sci. Camb.*, 77, 531.
- (27) **WILKINSON J.M., HUBER J.T., HENDERSON H.E.**, 1976. Acidity and proteolysis as factors affecting the nutritive value of corn silage. *J. Anim. Sci.*, 42, 208.