

# As fermentações na ensilagem

ARISTEU M. PEIXOTO

Assistente de Zootecnia — 5a. Cadeira  
E. S. A. "Luiz de Queiroz"

## 1 — INTRODUÇÃO

Muito se tem escrito entre nós sobre o preparo da silagem, e seu valor na alimentação dos animais. Constitui de fato a silagem, um ótimo suplemento alimentar para o gado, mormente durante a época da sêca, quando mais se acentua a falta de alimento verde nos pastos. Muitas são as vantagens que o emprêgo da silagem podem oferecer, especialmente nas criações intensivas ou semi-intensivas de gado leiteiro, porém, deixaremos de enumerá-las, porque trata-se, sem dúvida, de assunto bastante conhecido, e divulgado em inúmeras revistas e publicações.

Entretanto, pesquisando a nossa literatura sobre a questão, muito pouco ou quase nada pudemos encontrar a respeito da natureza do processo de conservação da forragem verde, o que constitui grande falha, pois somente o conhecimento perfeito da maneira segundo a qual se processa a conservação, é que poderá garantir a obtenção de bôa silagem. Eis portanto, as razões que nos levaram a escrever êste pequeno trabalho: trazer ao conhecimento de todos aqueles que se interessam pelo assunto, e em especial dos nossos alunos de zootecnia, algumas noções fundamentais sobre as transformações porque passa a forragem ensilada.

Assunto bastante longo, cuja discussão envolve uma série de aspectos mais ou menos complexos, naturalmente, não poderia ser tratado pormenorizadamente dentro destas poucas

páginas. Tentaremos, porém, condensar aqui alguns conhecimentos gerais sobre a questão, deixando a parte especializada desse importante assunto para outro trabalho.

## 2 — TIPOS DE ENSILAGEM

A ensilagem constitui um processo especial de armazenar as forragens verdes, em construções especiais denominadas silos, onde sofrem fermentações várias, destinadas a garantir a sua conservação. Ao produto assim obtido se denomina silagem.

Podemos dividir em dois grandes grupos, os sistemas empregados modernamente para obtenção de silagem: naturais e artificiais.

Nos primeiros, procura-se apenas guiar e favorecer as transformações que se processam naturalmente, na forragem verde ensilada, regulando exclusivamente os fatores físicos, como umidade, temperatura, arejamento, ao passo que nos sistemas artificiais, lançamos mão de vários artifícios, tais como acidificação mineral, aquecimento elétrico, adição de substâncias químicas diversas, afim de garantir a conservação dos princípios nutritivos e evitar a decomposição do produto ensilado. Trataremos aqui, apenas dos processos naturais de ensilagem, por serem os únicos difundidos em nosso meio, deixando os artificiais para outra oportunidade.

Entre os sistemas naturais, dois são mais empregados e conhecidos:

- a) Sistema a quente ou de auto-aquecimento ou de fermentação doce, que fornece silagem “doce”.
- b) Sistema a frio, ou de fermentação ácida que produz silagem “ácida”.

## 3 — TRANSFORMAÇÕES FÍSICAS E QUÍMICAS

A forragem verde depois de ensilada, passa por uma sé-

rie de transformações que modificam, mais ou menos intensamente a sua composição, e que podem ser de duas naturezas: físicas e químicas. Entre as modificações de ordem física, são dignas de menção, a côr, o cheiro, a densidade e o volume, tôdas elas variando dentro de limites amplos, de acôrdo com a natureza da forragem e o sistema de ensilagem empregado. A côr pode apresentar tonalidades variadas desde o verde claro ao verde escuro ou mesmo pardo escuro, quando a forragem ensilada é constituída por uma mistura de gramínea e leguminosa, com predominância desta última. O cheiro depende do tipo de fermentação que se processou: alcoólica, láctica ou butírica, sendo esta última considerada indesejável. O volume da silagem se reduz de modo considerável, dependendo também da classe de forragem empregada, e do grau de compressão a que foi submetida. Em alguns casos chega a alcançar 50% do volume inicial. Quanto à densidade varia bastante de acôrdo com a profundidade da camada que se considera; quanto mais se aprofunda maior é a densidade. Em geral se admite, para 1 metro cúbico de silagem, um pêso médio de 600 a 700 kg.

As modificações químicas são as mais importantes do ponto de vista da alimentação, e são ocasionadas pelas fermentações que têm lugar durante o processo de conservação. A causa destas fermentações foi assunto de muita discussão e controvérsia entre os vários pesquisadores que se dedicaram ao seu estudo. Alguns afirmaram serem elas provocadas pela ação de microorganismos vários, especialmente bactérias, enquanto outros procuraram a explicação dos fenômenos fermentativos exclusivamente na atividade enzimática das células vegetais. Modernamente, os estudiosos do assunto acreditam ser mais exato admitir tanto aos microorganismos como às ênzimas, igual importância no desenvolvimento daqueles processos fermentativos.

Segundo Watson e Ferguson, as transformações químicas da silagem podem ser separadas em dois grupos distintos: 1) aquelas que ocorrem enquanto as células das plantas ensiladas estão ainda vivas; 2) aquelas que têm início após a morte das células vegetais. Na 1a. fase caracterizada pela respira-

ção aeróbia e anaeróbia (também chamada intra-molecular) dominam as enzimas, enquanto que na 2a., prevalece a atividade microbiana. Essa esquematização dos fenômenos que se processam não corresponde exatamente à realidade, uma vez que em natureza os processos não seguem rigorosamente aquela ordem indicada, mas se desenvolvem mais ou menos simultaneamente. E, mesmo a morte das células não provoca tão rapidamente a interrupção da atividade enzimática e respiratória, e nem esta inibe completamente a ação das bactérias.

Muitas das transformações características da ensilagem, como o desdobramento dos açúcares, decomposição das proteínas, são provenientes da atividade das enzimas dentro das células (fatores primários de fermentação), e posteriormente decorrentes da ação microbiana. Assim o álcool forma-se a princípio pela ação das enzimas da planta, e em seguida pela ação de leveduras; a proteína é hidrolizada ou reduzida por enzimas, e posteriormente por microorganismos. O gás carbônico é produzido em grande parte como consequência da respiração aeróbia e anaeróbia (atividade das enzimas), porém as leveduras desempenham também papel importante na sua formação, depois do primeiro ou segundo dia de iniciado o carregamento do silo.

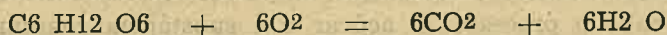
Os trabalhos de Babcock e Russel, em Wisconsin, U. S. A., vieram contrariar a opinião dos que acreditavam apenas na explicação enzimática dos fenômenos fermentativos, durante os quais dar-se-ia a morte das bactérias. Aqueles autores, depois de rigorosas análises de vários tipos de silagem, chegaram à conclusão de que se de fato as bactérias fossem destruídas, e somente as enzimas permanecessem ativas na silagem, não haveria perda de matéria seca, nem transformações da acidês, e nem perda de nitrogênio total, o que em verdade não se passa. Estas observações foram corroboradas por Russel na Inglaterra.

Constituem produtos típicos da atividade bacteriana, encontrados na silagem, os ácidos láctico, acético, fórmico, as aminas, etc.

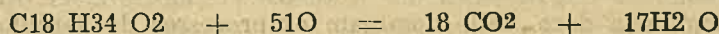
## 4 — CAUSAS DAS TRANSFORMAÇÕES

Como se processam aquelas transformações mencionadas? Através de uma série de fenômenos característicos, ora predominando uns, ora prevalecendo outros, conforme o tipo de silagem que vai ser produzido. São êles: Respiração das células das plantas, Atividade das ênzimas (respiração intra-molecular) e Atividade dos microorganismos.

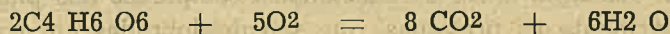
a) *Respiração*. Picada a forragem, é ela lançada dentro do silo, onde vai se amontoando em camadas. Porém, devido a vitalidade dos tecidos vegetais ainda não dessecados, as células das plantas continuam a respirar, (pois nem todo ar foi expulso), aproveitando-se dos carboidratos (especialmente açúcares), graxas, ácidos orgânicos, e outros compostos, que se combinam, com o oxigênio do ar fornecendo gás carbônico e água, segundo as equações:



glucose



ac. oleico



ac. tartárico

Êstes processos respiratórios são acompanhados por um grande despreendimento de energia que no caso dos açúcares chega a atingir 674 Calorias; a temperatura dentro da massa ensilada aumenta de maneira notável podendo alcançar 65-70°C.

Só depois que a massa é comprimida, afim de provocar a exclusão do ar, determinando uma paralização dos fenômenos oxidativos, é que se verifica um abaixamento da temperatura.

b) *Atividade das enzimas.* A medida que o ar vai sendo eliminado, através de um apisoamento mais intenso, a respiração normal ou aeróbia cessa invariavelmente. A falta de oxigênio livre não ocasiona a morte imediata da planta, pois a respiração anaeróbica ou intramolecular ajuda a manter a vida das células por um certo tempo. Tal como acontece na respiração normal neste caso também se verificam processos oxidantes, com despreendimento de gás carbônico. Entretanto como ha falta de ar, o oxigênio necessário é tomado dos diversos compostos, por exemplo, dos grupos oxidrilados das moléculas de açúcar. Portanto, a oxidação de uma substância é acompanhada pela redução de outra :



Os autores modernos são concordes em que a fermentação alcoólica, cuja equação química aparece acima, e a respiração intramolecular são processos químicos idênticos, e representam um processo catalítico complexo, levado a cabo não só por uma, mas por várias enzimas. Nas células vivas, essas enzimas trabalham em estreita coordenação, de modo que facilmente se leva a cabo o processo. O açúcar é a substância comumente oxidada mas podem ser utilizados outros corpos como a glicerina, ácido tartárico, peptona, etc. O alcool que se forma, é que garante o odor característico à silagem, especialmente aquela denominada doce, onde dominam os processos de aerobiose e anaerobiose.

Durante e depois da morte das células, outras enzimas exercem sua ação sobre as substâncias complexas das plantas, particularmente as proteínas, que são desdobradas em corpos mais simples, peptídeos, peptonas e finalmente amino-ácidos e  $NH_3$ .

Essas transformações são muito semelhantes àquelas que se passam no processo de digestão animal, mas não se sabe ao certo se são vantajosas ou não para a preservação do valor nutritivo do material. No processo de ensilagem conhecido por A. I. V. (Virtanen) essa degradação das substâncias protéicas é evitada, pelo abaixamento do pH do meio (inferior a 4), o que provoca a inibição completa das enzimas proteolíticas.

c) *Atividade dos microorganismos.* É considerada por grande maioria dos autores como o principal agente segundo a qual a silagem se conserva. A medida que cessa a respiração das células e vai decrescendo a atividade das enzimas, surge a ação de microorganismos, especialmente bactérias anaeróbias, cuja existência depende do álcool formado nas transformações já descritas. Iniciam-se então as fermentações láctica e acética, com formação dos ácidos correspondentes, bem como continua o desdobramento das substâncias protéicas. Esses microorganismos receberam a denominação de “micróbios acidificantes”, e principalmente graças ao ácido láctico formado por eles, é que se pode alcançar a conservação da silagem, comumente chamada “ácida”.

Por muito tempo se acreditou que os principais acidificantes fossem os conhecidos *Bacillus acidi-lactici* e *Streptococcus lactis*, mas depois das descobertas de Allen, Watson e Ferguson (1937), ficou provado que os principais responsáveis eram microorganismos selvagens (como os denominaram os autores alemães), produtores de ácido láctico dentre os quais se destacam: *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus brevis* (Orla Jensen) Bergey, *Lactobacillus pento-aceticus*, *Leuconostoc herbarum*, *Lactobacillus silli*, êstes dois últimos citados por Politi.

O valor do ácido acético na silagem não foi ainda totalmente esclarecido. Na ausência de ácido láctico adequado, o ácido acético pode manter a silagem em bom estado mas sua presença sempre indica uma transformação indesejável de matérias alimentares. Experiências sobre o valor do ácido acético têm apresentado resultados contraditórios.

As bactérias acidificantes crescem até produzirem uma quantidade de ácido tal, capaz de inibir o seu próprio crescimento, quando então morrem. O processo de ensilagem atingiu o seu fim, o que se verifica dentro dos quinze primeiros dias após o carregamento do silo. O que se passa depois disso, nada mais é do que a conservação da forragem a custa dos antissépticos formados: álcool, gás carbônico, ácido láctico, etc.

Quando a ação das bactérias acidificantes já conhecidas é retardada, pela deficiência de um meio que lhe seja apropriado (álcool ou carboidratos solúveis), como acontece quando

se ensilam as leguminosas (ricas em substâncias proteicas, mas pobres em açúcares), outros microorganismos passam a dominar a massa vegetal. Formam-se desta maneira componentes indesejáveis, particularmente os ácidos propiônico, valérico, butírico, o último dos quais confere a silagem odor característico de matéria em decomposição.

### BIBLIOGRAFIA

- 1 — ALVES, L. 1936 — Conservação da Forragem — Silo, Silagem e Ensilagem — Publ. Min. Agricultura — 2a. ed. : 153-161.
- 2 — ARNAUDI, C. e Isidoro Politi. 1946 — Teoria e Pratica dell' Insilamento dei Forraggi — Casa Editrice Ambrosiana — Milão.
- 3 — CHOUSSY, F.. 1949 — El Ensilaje en El Salvador — Inst. Tecnológico de El Salvador : 4-13.
- 4 — MAXIMOV, N. A. 1946 — Fisiologia Vegetal, vers. esp., Acme Agency — Buenos Ayres : 85-90.
- 5 — MORRISON, F. B. 1943 — Alimentos y Alimentacion, vers. esp. Corporacion de Fomento de la Produccion. Santiago del Chile. 20a. ed. : 262-263.
- 6 — REIS, B. G. 1948 — Silos, Ensilagem e Silagem — Secret. do Est. Negocios Agric. Ind. e Comercio — P. Alegre — Serie B : 13-18.
- 7 — REID, W. D. 1935 — The preservation of silage — New Zeal. Journ Agr. 51 : 139-143.
- 8 — ROSA JOR., A. J. 1939 — Ensilagem e silagem. Livraria Sá da Costa — Lisboa : 40-44.
- 9 — SHEPPERD, J. B., R. E. Hodgson, N. R. Ellis e J. R. Mac Calmont. 1948 — Ensiling Hay and Pasture Crops — Year book of Agriculture U. S. A.
- 10 — VIRTANEN, A. I. 1936 — El Procedimiento A. I. V. em la teoria y en la práctica Bol. Mensual de Informaciones Tecnicas. Roma. 10 : 400-403.
- 11 — WATSON, S. J. e W. S. Ferguson. 1937 — The Chemical composition of grass silage. Jour. Agr. Sci. England. 27 : 1-42. illus.