



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos  
Departamento de Engenharia de Alimentos

**ZEА – 0561 – BIOQUÍMICA DE ALIMENTOS**



**TRANSFORMAÇÕES  
BIOQUÍMICAS EM CACAU –  
PROCESSO DE  
FERMENTAÇÃO**

Prof. Marta Mitsui Kushida

## CACAU

• **DEFINIÇÃO:** Cacau é a semente do cacauero *Theobroma cacao* L., fermentada e seca (8% BU)

– Características Gerais:

- Os produtos do cacau devem ser fabricados com matérias primas (amêndoas) sãs e limpas, isentas de matéria terrosa, parasitos e detritos vegetais ou animais e em perfeito estado de conservação

## QUALIDADE DO CACAU BRASILEIRO

➤ Qualidade ➡ não é reconhecido pelo mercado internacional.

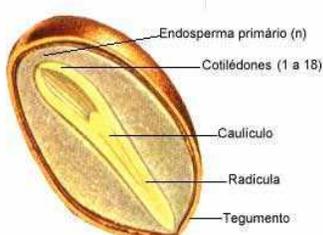
- Fabricantes de chocolate Europeus:
  - não utilizam o cacau produzido no Brasil em mistura nas suas formulações com a finalidade de produzir a massa de cacau destinada a fabricação de seus chocolates finos.
- Sua aplicação se destina na maioria das vezes, para a fabricação de manteiga, torta e pó de cacau.

## PRINCIPAIS PROBLEMAS DO CACAU BRASILEIRO

- Elevada acidez, amargor e adstringência;
- Cheiro de fumaça;
- Elevado percentual de resíduos, principalmente aqueles provenientes de cacau com vassoura-de-bruxa (*Moniliophthora perniciosa*, antes *Crinipellis perniciosa*);
- Elevado teor de Hidrocarbonetos Aromáticos policíclicos;
- Elevado teor de contaminação com micotoxinas, principalmente a **ocratoxina** e **aflatoxina**

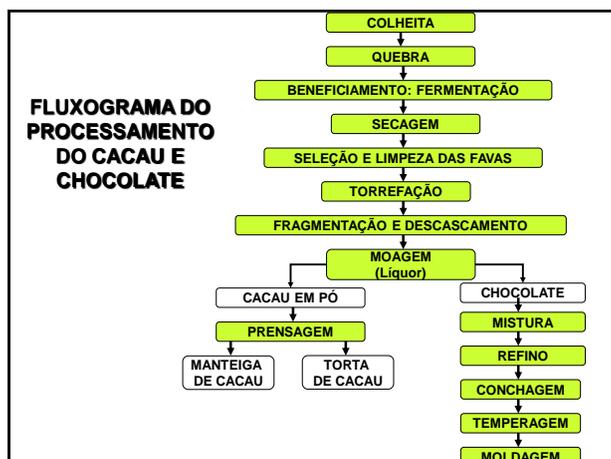
## VAMOS CONHECER A SEMENTE DO CACAU

- A semente é o óvulo maduro fecundado e consta de 3 partes: o embrião, o endosperma e a casca (testa + tegmen)



## SEMENTE DO CACAU

- **TAL COMO SAI DO FRUTO:**
  - Cor purpúrea;
- **QUANDO CORTADAS:**
  - Apresentam cotilédones unidos, quase unidos ao tegumento



## Beneficiamento, fermentação ou cura do cacau

- Pode ser dividida em duas partes:
  - CURA PROPRIAMENTE DITA
    - Compreende a retirada da semente do fruto;
    - Colocação em montes ou caixas;
    - Revolvimento.
  - SECAGEM DAS SEMENTES

## PROCESSO DE FERMENTAÇÃO

### FERMENTAÇÃO

- Dois tipos básicos:
  - Uso de montões;
    - Mais primitivo e geralmente usado por pequenos produtores.
    - A massa é revolvida periodicamente.
  - Uso de caixas (cochos de fermentação).
    - Usado por produtores maiores, mas sempre dentro da própria plantação.
    - As amêndoas são transferidas de uma caixa para outra periodicamente.
- O revolvimento do montão ou a transferência de caixas depende:
  - Da variedade de cacau processada;
  - Do tamanho da caixa ou montão;
  - Temperatura e umidade do ambiente.
    - Ex.: amêndoas da variedade Criollo necessitam de menos tempo de revolvimento do que as da variedade Forastero.

### FERMENTAÇÃO EM MONTÕES

- África ocidental.
- Tamanho: entre 10kg e 2t.
- Em grandes montões o processo requer 24 a 30 h e secagem de 6 a 12 h.

### FERMENTAÇÃO EM COCHOS

- Regiões cacauceiras do centro e do sul da América e no oriente (Sri Lanka e Indonésia).
1. Lotes de 200 a 1.500kg, dentro de caixas de madeira com fundo perfurado, para a drenagem do exsudado (polpa).
  2. Após 2 ou 3 dias as amêndoas são transferidas para uma segunda caixa.
  3. Após mais 2 ou 3 dias as amêndoas são transferidas mais uma vez para um terceira caixa, ficando até o sexto dia de processamento (nunca ultrapassando o oitavo dia).

## OBJETIVOS DA FERMENTAÇÃO

1. Remoção da mucilagem levando a aeração das amêndoas fermentadas e facilitar a secagem posterior;
2. Promover calor e redução de pH necessários para prevenir a germinação (morte das sementes);
3. Promover a cura das sementes.

## BIOQUÍMICA DA FERMENTAÇÃO

## FERMENTAÇÃO DO CACAU

- Formação de **precursores** de aroma, sabor e cor:

– após a secagem serão os responsáveis pelo sabor típico de chocolate!

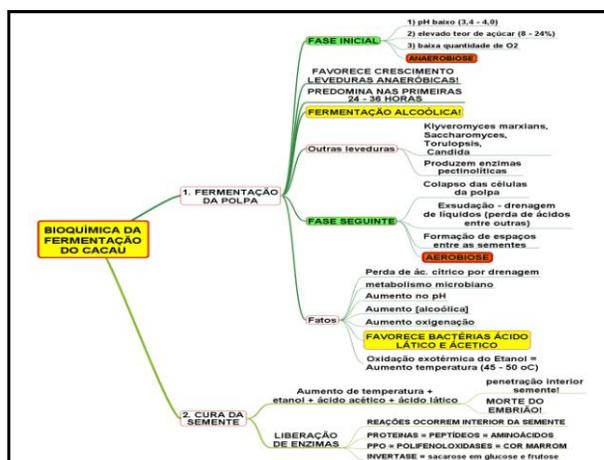


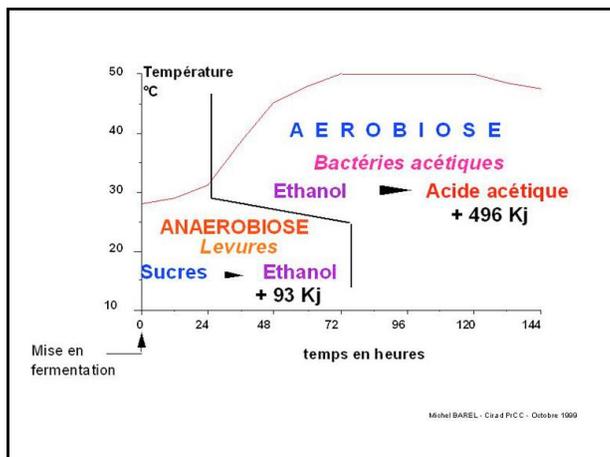
## Fatores importantes no processo de fermentação

1. Sistema de fermentação
2. Temperatura do ambiente
3. Temperatura inicial da massa (sementes com polpa)
4. pH e acidez da polpa e do cotilédone
5. Tempo de processo, revolvimento

## FATORES QUE AFETAM A QUALIDADE PRODUTO FINAL DO CACAU

- **Maturidade do fruto**;
- **Tempo** decorrido entre a colheita e a abertura do fruto e a colocação nos cochos;
  - Não deve ser inferior a 12 h nem superior a 24 h.
- **Isolamento dos cochos** em relação ao calor;
  - Temperatura nos cochos tem acentuada influência sobre o produto final.
  - Não se recomenda o aquecimento artificial dos cochos.
- **Duração** do processamento nos cochos;
  - Pode variar entre 6 a 8 dias sem alteração significativa .
  - Períodos maiores levam a deterioração do produto
- Frequência do **revolvimento** das sementes;
- **Altura** dos cochos
  - Altura ótima entre 90 a 110cm.
- Método e tempo de **secagem**.





### Principais fenômenos físicos e bioquímicos que ocorrem na fase alcoólica

1. Remoção natural da polpa mucilagínosa
2. Morte do gérmen (perda da capacidade de germinação da semente)
3. Hidrólise de proteínas (aminoácidos)
4. Hidrólise de açúcares presentes na polpa
5. Escurecimento dos cotilédones (reações de oxidação dos compostos fenólicos)



## A) BIOFERMENTAÇÃO

### • ETAPAS:

1. Multiplicação de **LEVEDURAS** e produção de álcool etílico (FASE ALCOÓLICA);
2. Multiplicação de **ACETOBACTÉRIAS** e produção de ácido acético (FASE ACÉTICA);
3. Difusão de ácido acético nas amêndoas (permeabilização do tegumento);
4. Autólise de células dos microrganismos.

## BIOFERMENTAÇÃO

- Transformações: elevação de temperatura; alteração de pH, secreção de exsudados, etc.
- A autólise das células de levedura após a fase logarítmica de crescimento, fornece as **ENZIMAS** necessárias para obtenção final do sabor de chocolate.

## BIOFERMENTAÇÃO

- Microrganismos produtores de ácido acético (por oxidação do álcool etílico):
  - Devem produzi-lo em quantidade suficiente para exercer o efeito de permeabilização do tegumento.

## BIOFERMENTAÇÃO

- Fermentação
    - processo exotérmico (grande quantidade de calor!);
  - Evitar que se atinjam temperaturas acima de 45°C!
    - Podem inativar enzimas;
    - Desenvolvimento e a multiplicação dos microrganismos ficam comprometidas, alterando a produção dos elementos necessários ao processo.
- Final da biofermentação:
    - as amêndoas apresentam um teor de umidade entre 50 e 60% e são levadas para secagem.

## B) QUIMIOFERMENTAÇÃO

- Ocorre durante a secagem.
  - As enzimas produzidas na etapa anterior atuam sobre os compostos presentes nas amêndoas:
    - ocorrem modificações que resultam na obtenção do sabor de chocolate.
  - Não há presença de células vivas.

## QUIMIOFERMENTAÇÃO

- Temperatura de secagem - 34-40°C.
- Esta é também a temperatura ótima na ação enzimática.
- Observações:
  - Temperaturas mais baixas, as reações se processam mais lentamente;
  - Temperaturas mais altas podem levar à desnaturação das enzimas.
  - As amêndoas devem ser revolvidas com frequência (necessidade de oxigenação para ação enzimática).

## QUIMIOFERMENTAÇÃO

- Observações:
  - A secagem não deve ser efetuada em tempo curto, para melhor ação das enzimas.
    - Tempo ótimo de secagem: entre 4 a 5 dias.
  - A umidade final das amêndoas não deve ultrapassar 8%
    - Umidade mais elevada = contaminação por fungos e insetos
    - Umidade mais baixa = amêndoa quebradiça.

## REFERÊNCIAS

- LEVANON, Y.; ROSSETINI, S. M. O. Cacau. In: AQUARONE et al. **Biotecnologia Industrial:** biotecnologia na produção de alimentos. São Paulo: Edgard Blücher, 2001. p. 387-420. (Volume 4). Cap.12.
- MORORÓ, R. C. Industrialização de cacau e seus derivados. Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira (CEPLAC), Centro de Pesquisa do Cacau (CEPEC). Palestra proferida, 2008.
- **FOTOS CRÉDITOS:** JAF INOX, Raimundo Camelo Mororó, Grupo de pesquisa FZEA/USP, Marta Mitsui Kushida, Vivian Lara dos Santos Silva