

Mel: Características e Propriedades



Embrapa

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Meio-Norte
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

ISSN 0104-866X

Dezembro, 2006

Embrapa

AI/SEDE

Documentos 150

Mel: Características e Propriedades

Ricardo Costa Rodrigues de Camargo
Fábia de Mello Pereira
Maria Teresa do Rêgo Lopes
Luiz Fernando Wolff

Teresina, PI
2006

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Meio-Norte

Av. Duque de Caxias, 5.650, Bairro Buenos Aires,

Caixa Postal: 01

CEP 64006-220 Teresina, PI.

Fone: (86) 3225-1141

Fax: (86) 3225-1142

Home page: www.cpamn.embrapa.br

E-mail: ma@cpamn.embrapa.br

Comitê de Publicações

Presidente: Milton José Cardoso

Secretária-Executiva: Ursula Maria Barros de Araújo

Membros: Alitiene Moura Lemos Pereira, Angela Pucknik Legat,

Humberto Umbelino de Sousa, Cláudia Sponholz Belmino, José

Almeida Pereira, Rosa Maria Cardoso Mota Alcântara, Eugênio Celso

Emérito Araújo e Aderson Soares de Andrade Júnior

Supervisor editorial: Lígia Maria Rolim Bandeira

Revisor de texto: Lígia Maria Rolim Bandeira

Normalização bibliográfica: Orlane da Silva Maia

Editoração eletrônica: Jorimá Marques Ferreira

1ª edição

1ª impressão (2006): 300 exemplares

Todos os direitos reservados.

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Meio-Norte

Mel : características e propriedades / Ricardo Costa Rodrigues de

Camargo ... [et al.]. - Teresina : Embrapa Meio-Norte, 2006.

28 p. ; 21 cm. - (Documentos / Embrapa Meio-Norte, ISSN 0104-866X ; 150).

1. Mel. 2. Composição de alimento. 3. Propriedade físico-química.

I. Camargo, Ricardo Costa Rodrigues de. II. Embrapa Meio-Norte. III.

Série.

CDD 638.1 (21. ed.)

© Embrapa, 2006

Autores

Ricardo Costa Rodrigues de Camargo

Engenheiro Agrônomo, MSc., Embrapa Meio-Norte,
Av. Duque de Caxias, 5.650, Caixa Postal 01,
CEP 64006-220 Teresina,PI
ricardo@cpamn.embrapa.br

Fábيا de Mello Pereira

Engenheira Agrônoma, Dra., Embrapa Meio-Norte,
Av. Duque de Caxias, 5.650, Caixa Postal 01,
CEP 64006-220 Teresina,PI
fabia@cpamn.embrapa.br

Maria Teresa do Régo Lopes

Engenheira Agrônoma, MSc., Embrapa Meio-Norte,
Av. Duque de Caxias, 5.650, Caixa Postal 01,
CEP 64006-220 Teresina,PI
mariateresa@cpamn.embrapa.br

Luiz Fernando Wolff

Engenheiro Agrônomo, Dr., Embrapa Meio-Norte,
Av. Duque de Caxias, 5.650, Caixa Postal 01,
CEP 64006-220 Teresina,PI
lfernando@cpamn.embrapa.br

Apresentação

O mel é usado pelo homem como alimento e por suas propriedades terapêuticas desde a pré-história. Por vários séculos, foi retirado dos enxames de forma extrativista e predatória, muitas vezes causando danos ao meio ambiente, matando as abelhas. Entretanto, com o tempo, o homem foi aprendendo a proteger seus enxames, instalá-los em colméias racionais e manejá-los de forma que houvesse maior produção de mel sem causar prejuízo para as abelhas. Nascia, assim, a apicultura.

O Brasil, particularmente, apresenta características especiais de flora e clima que, aliados à presença da abelha africanizada, lhe conferem um potencial fabuloso para a atividade apícola, ainda pouco explorada. Assim, a grande diversidade das floradas silvestres confere ao país vantagens em relação aos seus concorrentes, face ao elevado potencial para produzir mel livre de contaminações, com características únicas e para aumentar a sua produção, em função da grande disponibilidade de pasto apícola nativo ainda pouco explorado.

Em função do grande potencial para a produção de mel, principalmente na região Nordeste, com destaque para o Estado do Piauí, maior produtor da região e um dos maiores do país, se faz necessário a condução de pesquisas, que visem a caracterização dos diferentes tipos de méis produzidos na região, para a sua devida agregação de valor.

Sendo assim, essa publicação tem o objetivo de disponibilizar informações aos apicultores e técnicos, a respeito das características específicas do mel, como produto natural único, contribuindo assim, para um melhor conhecimento desse produto tão importante na geração de renda, principalmente para a agricultura familiar, e divisas para o país .

Valdemício Ferreira de Sousa

Chefe-Geral da Embrapa Meio-Norte

Sumário

Mel: Características e Propriedades	9
Definição e importância	9
Composição	10
Açúcares	11
Água	12
Enzimas	13
Proteínas	14
Ácidos orgânicos	15
Minerais	16
Vitaminas	16
Outros componentes	17
Propriedades	18
Aroma e sabor	18

Cor	19
Cristalização	20
Fermentação	22
Higroscopicidade	24
Terapêuticas	24
Referências	25

Mel: Características e Propriedades

Ricardo Costa Rodrigues de Camargo

Fábia de Mello Pereira

Maria Teresa do Rêgo Lopes

Luiz Fernando Wolff

Definição e Importância

O mel é a substância viscosa, aromática e açucarada obtida a partir do néctar das flores e/ou nectários extraflorais e exsudatos sacarínicos secretados por insetos sugadores de seiva, que as abelhas melíferas produzem. (Fig 1)

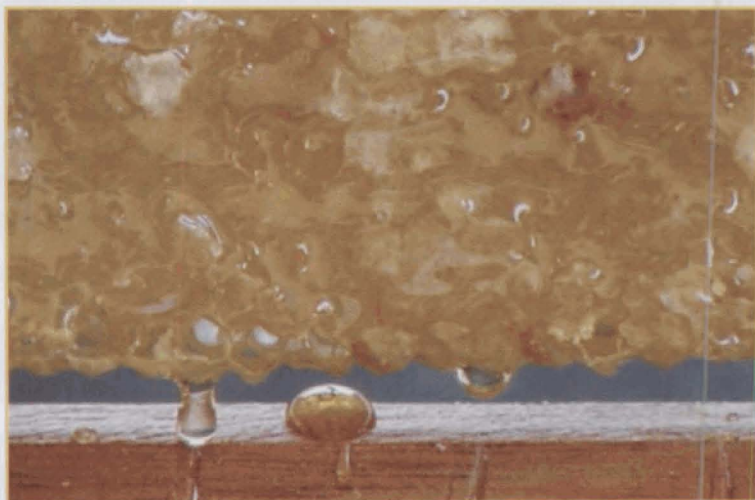


Fig. 1. Mel escorrendo de quadro de madeira utilizado em colméia padrão na produção racional de mel.

O néctar é transportado para a colônia, onde irá sofrer mudanças em sua concentração (perda d'água) e composição química, para só então ser armazenado nos alvéolos. Segundo Crane (1980), o néctar pode variar entre 3 % e 87 % de açúcares, mas na maioria dos casos essa concentração fica entre 30 % e 40 %. Mesmo durante o seu transporte, secreções de várias glândulas, principalmente das glândulas hipofaríngeas são acrescentadas, introduzindo ao material original enzimas como a invertase (α glicosidase), diastase (α e β amilase), glicose oxidase, catalase e fosfatase.

A importância do mel na nutrição humana não se limita apenas a sua característica adoçante, podendo ser usado como excelente substituto do açúcar refinado de cana de açúcar, a base de sacarose. É prontamente absorvido pelo organismo, em virtude de sua composição química, especificamente com os principais tipos de açúcares presentes (frutose e glicose). Deve ser considerado como alimento de alta qualidade, rico em energia e inúmeras outras substâncias benéficas ao equilíbrio dos processos biológicos de nosso organismo. Principalmente, para crianças e idosos, o mel pode ser um carboidrato mais palatável e mais facilmente absorvido, tendo seu valor calórico, usualmente definido como 3,04 kcal/g.

Embora, seja um alimento energético de altíssima qualidade, fator que deveria estar atrelado ao seu consumo, a sua utilização pela população brasileira está principalmente voltada ao aspecto medicinal, sendo utilizado, nos casos de gripes e resfriados, tendo seu consumo aumentado substancialmente nos meses mais frios do ano, época de maior incidência dessas enfermidades. Na medicina popular são inúmeras as receitas e "garrafadas", que juntamente com diversas plantas medicinais, utilizam o mel como um de seus principais componentes.

Composição

Segundo Campos (1987), a composição média do mel pode ser resumida a três componentes principais: açúcares, água e diversos. Por detrás dessa aparente simplicidade, esconde-se um dos produtos biológicos mais complexos.

Apesar de o mel ser basicamente uma solução saturada de açúcares e água, seus outros componentes, aliados às características da fonte floral que o originou, lhe conferem um alto grau de complexidade. Já foram encontrados 181 diferentes substâncias no mel, algumas não encontradas em nenhum outro lugar (CRANE, 1980).

As variações em sua composição têm origem nas características específicas das diferentes fontes florais, que por sua vez irão ser responsáveis também por suas propriedades físico-químicas, sensoriais, terapêuticas, influenciando também no processo de cristalização.

Açúcares

Os principais componentes do mel são os açúcares, sendo os monossacarídeos frutose e glicose responsáveis por 80% da quantidade total (WHITE, 1975), já os dissacarídeos incluindo sacarose e maltose, somam 10% (Tabela 1).

Tabela 1. Composição de carboidratos no mel

Carboidratos no mel	Média	intervalo	Desvio padrão
Frutose %	38.38	30.91 – 44.26	1.770
Glicose %	30.31	22.89 – 40.75	3.040
Açúcares redutores %	76.65	39.83 – 83.72	2.760
Sacarose %	1.31	0.25 – 7.57	0.870
Razão frutose/glicose	1.23	0.76 – 1.86	0.126

Fonte: White et al. (1962).

Entretanto, White e Siciliano (1980) encontraram em alguns tipos de méis açúcares incomuns como a isomaltose, nigerose, leucarose e turanose.

Entre os dois principais açúcares do mel, frutose e glicose, normalmente a frutose predomina levemente, mas existem alguns méis excepcionais com mais glicose que frutose. Em relação à influência na sua docilidade, a frutose é geralmente mais doce que a sacarose, a glicose é menos doce do

que ambos e o outro dissacarídeo mais comum, a maltose é menos doce ainda (CRANE, 1980). Ou seja, quanto maior for a concentração de frutose no mel, mais doce ele será.

A alta concentração de diferentes tipos de açúcares é responsável pelas diversas propriedades físicas do mel, tais como viscosidade, densidade, higroscopicidade, capacidade de granulação (cristalização) e valores calóricos (CAMPOS, 1987).

Água

Além dos açúcares, a água presente no mel tem papel importante na sua qualidade e características.

Segundo Seemann e Neira (1988), o conteúdo de água no mel é uma das características mais importantes, influenciando diretamente na sua viscosidade, peso específico, maturidade, cristalização, sabor, conservação e palatabilidade.

A água presente no mel apresenta forte interação com as moléculas dos açúcares, deixando poucas moléculas de água disponíveis para os microorganismos (VERÍSSIMO, 1987). Esta mesma água que se apresenta livre, segundo o mesmo autor, pode ser caracterizada como a atividade de água (aw), correspondendo à maior ou menor intensidade com que a água está retida aos açúcares, sendo expressa em uma escala de 0 a 1.

Muitas espécies de bactérias têm seu crescimento completamente inibido por uma aw baixa, já os fungos têm uma tolerância maior a baixas aw.

É o que ocorre com a bactéria *Staphylococcus aureus* que, apesar de apresentar uma excepcional tolerância à baixa aw, segundo Molan (1992) é uma das espécies mais sensíveis à atividade antibacteriana do mel.

O conteúdo de água do mel pode variar de 15 % a 21%, sendo normalmente encontrados níveis de 17 % (MENDES; COELHO, 1983). Apesar de que a legislação brasileira permita um valor máximo de 21 %, valores acima de 18 % já podem comprometer sua qualidade final.

Entretanto, níveis bem acima desses valores já foram encontrados por diversos pesquisadores em diferentes tipos de méis (AZEREDO, M.A.A.; AZEREDO, L.C., 1999; CORTOPASSI-LAURINO; GELLY, 1991; MARCHINI, 2001; SODRÉ, 2000; STONOGA; FREITAS, 1991).

Enzimas

Segundo Crane (1980), a adição de enzimas pelas abelhas ao néctar irá causar mudanças químicas, que por sua vez irão aumentar a quantidade de açúcar, o que não seria possível sem essa ação enzimática.

A enzima invertase adicionada pelas abelhas transforma 3/4 da sacarose inicial do néctar coletado nos açúcares invertidos glicose e frutose, ao mesmo tempo em que açúcares superiores são sintetizados, não sendo presentes no material vegetal original. Sua ação é contínua até que o "amadurecimento" total do mel ocorra.

Dessa forma, pode-se definir o amadurecimento do mel como a inversão da sacarose do néctar pela enzima invertase e sua simultânea mudança de concentração.

A enzima invertase irá permanecer no mel retendo sua atividade por algum tempo, a menos que seja inativada pelo aquecimento, mesmo assim o conteúdo da sacarose do mel nunca vai à zero. Essa inversão de sacarose em glicose e frutose produz uma solução mais concentrada de açúcares, aumentando a resistência desse material à deterioração por fermentação, promovendo o armazenamento de um alimento altamente energético em um espaço mínimo (alvéolo).

Outras diversas enzimas, como a diastase, catalase, α -glicosidase, peroxidase, lipase, amilase, fosfatase ácida e inulase já foram detectadas no mel por diferentes autores (HUIDOBRO et al., 1995; SCHEPARTZ; SUBERS, 1966; WHITE; KUSHINIR, 1967).

A diastase quebra o amido, sendo sua função na fisiologia da abelha ainda

não claramente compreendida, podendo estar envolvida com a digestão do pólen, mas como ela apresenta alto grau de instabilidade frente às temperaturas elevadas, sua presença ou não se faz importante na tentativa de se detectar possíveis aquecimentos do mel comercialmente vendido, apesar de que também em temperaturas ambientes ela pode vir a se deteriorar, quando o armazenamento for prolongado.

A catalase e a fosfatase são enzimas que facilitam a associação açúcar-álcool, sendo um dos fatores que auxiliam na desintoxicação alcoólica pelo mel (SERRANO; VILLANUEVA; MARQUINA, 1994). Entretanto, segundo Weston, Brocklebank e Lu (2000), a catalase presente no mel se origina do pólen da flor, e sua quantidade no mel depende da fonte floral do pólen e de quanto pólen foi coletado pelas abelhas.

A glicose-oxidase que em soluções diluídas é mais ativa (WHITE, 1975), reage com a glicose formando ácido glucônico (principal composto ácido do mel) e peróxido de hidrogênio, sendo esse último capaz de proteger o mel contra a decomposição bacteriana, até que seu conteúdo de açúcares esteja alto o suficiente para fazê-lo (MENDES; COELHO, 1983; SCHEPARTZ; SUBERS, 1966).

Segundo White, Subers e Shepartz (1963), a principal substância antibacteriana do mel é o peróxido de hidrogênio, sendo sua quantidade presente no mel dependente tanto dos níveis de glicose-oxidase, quanto de catalase, uma vez que a catalase destrói o peróxido de hidrogênio (WESTON; BROCKLEBANK; LU, 2000).

Proteínas

Em concentrações bem menores se encontram as proteínas ocorrendo apenas em traços. As proteínas do mel têm duas origens, vegetal e animal.

Sua origem vegetal advém do néctar e do pólen, sendo sua origem animal proveniente da própria abelha (WHITE; RUDYJ, 1978). No segundo caso,

trata-se de constituintes das secreções das glândulas salivares, conjuntamente com produtos recolhidos no decurso da colheita do néctar, ou da maturação do mel (CAMPOS, 1987).

Wootton, Edwards e Faraji-Haremi (1976) constataram na composição de seis amostras de méis australianos, os seguintes aminoácidos livres em suas composições: leucina, isoleucina, histidina, metionina, alanina, fenilalanina, glicina, ácido aspártico, treonina, serina, ácido glutâmico, prolina, valina, cisteína, tirosina, lisina e arginina.

Dentre esses aminoácidos, a prolina proveniente das secreções salivares das abelhas, é o que apresenta os maiores valores, variando entre 0,2 % e 2,8 %, sendo, juntamente com o conteúdo de água, usada como um parâmetro de identificação da "maturidade" do mel (COSTA et al., 1999). Segundo Ohe, W., Dustmann e Ohe, K. (1991) é necessário pelo menos 200 mg de prolina/kg de mel.

Ácidos Orgânicos

Os ácidos orgânicos do mel representam menos que 0,5% dos sólidos, tendo um pronunciado efeito no sabor, podendo ser responsáveis, em parte, pela excelente estabilidade do mel frente a microorganismos, ou seja, pela dificuldade de proliferação de alguns microorganismos no mel.

Na literatura, pelo menos 18 ácidos orgânicos já foram citados. Sabe-se que o ácido glucônico está presente em maior quantidade (sendo sua presença relacionada com as reações enzimáticas que ocorrem durante o processo de amadurecimento), já em menor quantidade podem-se encontrar outros ácidos como: acético, butírico, láctico, oxálico, fórmico, málico, succínico, pirúvico, glicólico, cítrico, butíricoláctico, tartárico, maléico, piroglutâmico, α -cetoglutárico, 2- ou 3-fosfoglicérico, α - ou β -glicerofosfato e vínico (MENDES; COELHO, 1983; STINSON et al., 1960; WHITE, 1975).

Minerais

Os minerais, por sua vez, estão presentes numa concentração que varia de 0,02 % a valores próximos de 1 %. White (1975) constatou valores de 0,15 % a 0,25 % do peso total do mel.

Entre os elementos químicos inorgânicos encontrados no mel, podemos citar: cálcio, cloro, cobre, ferro, manganês, magnésio, fósforo, boro, potássio, silício, sódio, enxofre, zinco, nitrogênio, iodo, rádio, estanho, ósmio, alumínio, titânio e chumbo (PAMPLONA, 1989; WHITE, 1975).

Méis mais escuros tendem a conter mais minerais do que méis mais claros.

Vitaminas

O mel não pode ser considerado como um produto "vitaminado", apesar de que muitos rótulos e propagandas vinculam essa informação equivocada, uma vez, que as vitaminas presentes no mel só aparecem em quantidades muito pequenas (traços) para que haja alguma importância nutricional.

Embora, em concentrações ínfimas, vitaminas, tais como: B1 (tiamina), complexo B2 (riboflavina, niacina), B6 (pyridoxina), ácido pantotênico e C (ácido ascórbico) e D são encontradas no mel (CRANE, 1980), sendo facilmente assimiláveis pela associação a outras substâncias como o hidrato de carbono, sais minerais, oligoelementos, ácidos orgânicos e outros. A filtração comercial do mel pode reduzir seu conteúdo de vitaminas, exceto a de vitamina K (HAYDAK et al., 1943). Segundo Kitzes, Schuette e Elvehjem (1943) tal filtração retira do mel o pólen, que seria o responsável pela presença de vitaminas no mel.

Outros componentes

Os componentes menores do mel, como os materiais "flavorizantes" (aldeídos e álcoois), pigmentos, ácidos e minerais influenciam consideravelmente nas diferenças entre tipos de méis. Sabatier et al. (1992), detectaram alguns flavonóides presentes no mel de girassol (conhecidamente rico em flavonóides). Em maiores concentrações foram encontrados os seguintes flavonóides: pinocembrina (5,7-dihydroxiflavona), pinobanksina (3,5,7-trihydroxiflavonona), crisina (5,7-dihydroxiflavona), galangina (3,5,7-trihydroxiflavona) e quercetina (3,5,7,3',4'-pentahydroxiflavona) e em menores concentrações: tectocrisina (5-hidroxi-7-metoxiflavona) e quenferol (3,5,7,4'-tetrahydroxiflavona).

Dentre os componentes menores no mel, talvez o mais conhecido e avaliado seja o Hidroximetilfurfural, mais conhecido como HMF. Formado a partir da hidrólise de açúcares (frutose e glicose) na presença de ácidos, ocorre naturalmente no mel. Entretanto, sua concentração pode aumentar de modo exponencial, quando o mel for exposto a altas temperaturas, pelo aquecimento direto ou pelo tempo de armazenamento. Por isso, a avaliação de sua concentração tem sido usada como indicativo da qualidade do mel.

A concentração máxima permitida na legislação brasileira indicada no regulamento técnico de identidade e qualidade do mel (BRASIL, 2000) é de 60 mg/kg. Embora, esse valor seja relativamente alto, pois, na maioria dos casos os méis frescos apresentam índices bem menores, entretanto, a falta de cuidado por parte do apicultor, principalmente, dos países tropicais, expondo o produto às altas temperaturas ocorridas nos trópicos, pode elevar essa concentração, desqualificando o produto para sua comercialização no mercado formal.

Algumas práticas podem contribuir para a elevação de sua concentração, como por exemplo, instalar colméias em áreas não sombreadas, manter as melgueiras cheias de mel coletadas no sol, transportá-las nos períodos mais quentes do dia e armazenar o mel extraído em ambientes com temperatura elevada.

Embora os valores determinados pelas legislações no mundo sejam consideravelmente confortáveis, sendo, inclusive, consideradas as características climáticas dos países das zonas tropicais, alguns países importadores têm exigido valores bem menores do que aqueles determinados nas legislações, como forma de controle da qualidade.

Propriedades

Aroma e sabor

A despeito da sua docilidade, o sabor do mel está fortemente atrelado com seu aroma e ambas dessas características dependem de quantidades diminutas de substâncias complexas derivadas das fontes florais, como álcoois, aldeídos, ácidos e estéreis (CRANE, 1980). Sendo assim, diferentes méis com sabores e aromas específicos podem ser caracterizados e identificados pelas diferentes fontes florais, dando pistas sobre quais plantas forneceram o néctar para a sua composição. Alguns sabores e aromas são tão fortes e dominantes que se sobrepõem a outros aromas e sabores de determinadas fontes florais. Isso talvez fique mais evidente nos méis multiflorais, méis elaborados a partir de várias fontes florais, que apresentam características mais marcantes de uma fonte floral em relação às demais. Apicultores experientes e especialistas na degustação de méis são capazes de identificar as fontes florais que os originaram, apenas pela análise do aroma e sabor. O aroma e sabor do mel podem ser mantidos por muito tempo, caso o mel não seja aquecido e esteja acondicionado em embalagens apropriadas e em condições climáticas adequadas. Entretanto, seu melhor aroma e sabor estarão presentes no mel contido nos alvéolos, pois o processo de retirada do mel dos quadros, pela centrifugação, pode alterar levemente seu sabor e aroma por aumentar a superfície de contato e expondo-o a atmosfera.

Cor

A cor no mel pode variar numa classificação de branco água até quase negro, com variações de tonalidades verdes ou vermelha, ou até mesmo azul (CRANE, 1980) e é uma de suas principais características sensoriais, sendo talvez aquela que tenha o maior poder de atratividade perante o consumidor. (Fig 2).



Fig. 2. Alguns exemplos de cor em méis oriundos de diferentes floradas

No mercado em geral existe uma tendência da valorização dos méis mais claros em relação aos mais escuros, mesmo que em relação aos alimentos, o sabor e aroma sejam mais importantes. Existe uma forte relação entre o sabor e a cor, sendo que, geralmente os méis mais claros são mais suaves e os méis mais escuros apresentam sabores mais fortes, mas exceções existem, onde alguns méis claros apresentam sabores fortes (CRANE, 1980).

Os méis se tornam mais escuros durante sua estocagem e o seu escurecimento é fortemente acelerado pela ação das altas temperaturas, em aquecimento direto ou pelas condições de estocagem, em virtude do aumento da concentração de HMF (hidroximetilfurfural). Contaminação por metais também pode escurecer o mel (CRANE, 1980).

O padrão comercial de classificação da cor do mel é a escala de Pfund, elaborada pela Companhia Manufatora Koehler nos E.U.A. (Tabela 2).

Tabela 2. Tabela de classificação comercial da cor do mel.

Coloração	Escala de Pfund	Faixa de Coloração
Branco d'água	1 a 8 mm	Até 0,030
Extra branco	Mais de 8 a 17 mm	mais de 0,030 inclusive 0,060
Branco	Mais de 17 a 34 mm	mais de 0,060 inclusive 0,120
Extra âmbar claro	Mais de 34 a 50 mm	mais de 0,120 inclusive 0,188
Âmbar claro	Mais de 50 a 85 mm	mais de 0,188 inclusive 0,440
Âmbar	Mais de 85 a 114 mm	mais de 0,440 inclusive 0,945
Âmbar escuro	Mais de 114 mm	mais de 0,945

Cristalização

A cristalização é um processo natural que ocorre em todo mel puro, de maneira mais rápida ou mais lenta, sendo que essa velocidade irá variar conforme sua composição química, principalmente em relação aos açúcares frutose e glicose e sua relação entre si e a quantidade de água disponível e as condições ambientais (determinadas temperaturas). A glicose cristaliza mais rápido que a frutose, por ser mais solúvel, assim, a razão glicose/água (G/A) fornece a melhor indicação da tendência de cristalização. (Fig. 3)



Fig. 3. Mesmo mel em estados distintos, líquido e cristalizado.

A quantidade de pequenas partículas suspensas no mel, como grãos de pólen, sujidades, bolhas de ar, partículas de cera, também irá influenciar no processo de cristalização, atuando como bases para a formação dos cristais, sendo chamados de núcleos de cristalização. (Fig. 4)



Fig. 4. Variações em processo de cristalização, sendo a primeira (da esquerda para direita) com faixas de cristalização, a segunda com granulações maiores e a terceira como exemplo de uma cristalização ideal, homogênea e com grãos finos.

Razões frutose/glicose abaixo de dois mantém o mel líquido por mais tempo, claro que a concentração de água disponível, onde esses açúcares estão dissolvidos, tem grande influência na velocidade de cristalização (CRANE, 1980). Méis com umidade inferior a 17 % tendem a cristalizar mais rápido do que méis com 18%. Méis com menos do que 30% de glicose raramente cristalizam.

Méis com razão glicose/água baixa permanecem líquidos por mais tempo sem nenhum tratamento especial, entretanto, a situação oposta leva a uma cristalização rápida.

O mel cristalizado, ou como é popularmente chamado de "açucarado", está em perfeitas condições e é erroneamente correlacionado com a adulteração do mel. Esse processo natural pode ser revertido aquecendo-se o mel, que irá voltar ao seu estado líquido, entretanto, esse processo irá afetar outras características, como seu sabor e aroma, pela perda de substâncias voláteis e enzimas. O mel cristalizado que voltou ao seu estado líquido irá cristalizar novamente com maior velocidade. Nesse sentido, recomenda-se que para fazer com que o mel volte ao seu estado líquido, aqueça-o em banho-maria, com a embalagem fechada (para que o mel não absorva o vapor d'água desprendido) e não deixando que a temperatura ultrapasse os 40 °C. Comercialmente o mel cristalizado é aquecido rapidamente em temperaturas entre 60 °C e 71 °C, dissolvendo todos os cristais.

A influência da temperatura no processo de cristalização é claramente verificada. Temperaturas entre 10 °C e 18 °C favorecem a cristalização, sendo 14 °C a temperatura ótima e abaixo do 10 °C o processo é retardado pelo aumento da viscosidade, reduzindo a mobilidade dos núcleos de cristalização.

Fermentação

A fermentação é um processo que pode ocorrer com o mel, prejudicando sua qualidade, alterando seu sabor e aroma, deixando-o impróprio para o consumo.

O conteúdo de água no mel juntamente com a quantidade de microorganismos presentes determinam se e quando o mel irá fermentar a uma dada temperatura (CRANE, 1980). Todo mel apresenta leveduras tolerantes a açúcares (osmofílicas), que ocorrem naturalmente no meio ambiente (solo, plantas, colméia), mas que são mantidas biologicamente inativas pela alta concentração de açúcares. Entretanto, em condições favoráveis (grande quantidade de água), irão se desenvolver, consumindo os açúcares e liberando álcool etílico e CO_2 , por isso, que, ao abrir um recipiente contendo mel em processo de fermentação, ocorre aquele barulho característico da abertura de uma garrafa de refrigerante.

Nesse sentido, a alta concentração de açúcares com baixo conteúdo de água, aliada a um processo higiênico de colheita, extração e processamento do mel e condições de temperatura e umidade ideais de estocagem são a garantia de segurança contra a fermentação. As temperaturas ideais de armazenamento do mel que irão inibir o processo de fermentação são aquelas abaixo de 10 °C. Dados de susceptibilidade do mel são descritos na Tabela 3.

Tabela 3. Relação de susceptibilidade de fermentação do mel em relação ao teor de umidade e a quantidade de leveduras.

Conteúdo de água (%)	Possibilidade de fermentação em relação à quantidade de leveduras
< 17,0	Não fermentável, independente do n°. de leveduras.
17,1 – 18,0	Não fermentável, se o n°. de leveduras for < 1000/g
18,1 – 19,0	Não fermentável, se o n°. de leveduras for < 10/g
19,1 – 20,0	Não fermentável, se o n°. de leveduras for < 1,01/g
> 20,0	Sempre fermentável

Fonte: White (1992).



Higroscopicidade

Em virtude de ser uma solução altamente concentrada de açúcares, o mel apresenta uma alta higroscopicidade para um produto natural. Ou seja, o mel tem grande capacidade de perder ou de absorver água do meio ambiente em certas condições, o que pode ser uma grande desvantagem se levarmos em conta o processo de fermentação. A absorção da água do meio ambiente pelo mel dependerá do seu conteúdo de água inicial e da quantidade de vapor d'água presente no ar. Se a umidade relativa do ar for de 60 %, méis com menos do que 18,3 % de água irão absorver água e aqueles com mais do que 18,3 % irão perder (CRANE, 1980). Por isso, não é recomendado coletar as melgueiras com mel no apiário em dias chuvosos, com garoa, ou nas primeiras horas do dia, quando a umidade relativa do ar é maior, assim, ocorre também para os cuidados com o local e equipamentos de extração, que não devem apresentar excesso de umidade.

Terapêuticas

De maneira geral, se destinam ao mel inúmeros efeitos benéficos em várias condições patológicas. Dentre algumas de suas características terapêuticas, sua propriedade antibacteriana já foi amplamente confirmada em diversos trabalhos científicos (ADCOCK, 1962; ALLEN; MOLAN; REID 1991a, 1991b; CORTOPASSI-LAURINO; GELLY, 1991; MOLAN; RUSSEL, 1988; WHITE; SUBERS, 1963; WHITE; SUBERS; SCHEPARTZ, 1963), como também sua ação fungicida (EFEM; UDOH; IWARA, 1992), cicatrizante (BERGMAN et al., 1983; EFEM, 1988; GREEN, 1988; GUPTA et al., 1993) e promotora da epitelização das extremidades de feridas (EFEM, 1988).

Dentre essas propriedades, sua atividade antimicrobiana, talvez seja seu efeito medicinal mais ativo, sendo que, não apenas um fator, mas uma gama de fatores e suas interações serão as responsáveis por tal atividade.

Segundo Adcock (1962) e Molan (1992), os responsáveis por essa habilidade antimicrobiana são os fatores físicos, como sua alta osmolaridade e acidez, e os fatores químicos relacionados com a presença de substâncias inibidoras, como o peróxido de hidrogênio e substâncias voláteis, como os flavonóides e ácidos fenólicos.

Entretanto, em sua revisão sobre o papel da catalase e de outros produtos naturais na atividade antibacteriana do mel, Weston, Brocklebank e Lu (2000) comenta que esses componentes voláteis encontrados no mel têm origem no néctar e contribuem para o aroma das flores, e embora a variedade de componentes seja grande, sua quantidade no mel é muito pequena, parecendo não apresentar propriedades antibacterianas, nos níveis de ocorrência no mel.

De acordo com Amiot et al. (1989), Tomás-Barberán et al. (1993) e Andrade, Ferreres e Amaral (1997), a composição fenólica do mel é essencialmente similar a encontrada na própolis, sendo que os flavonóides encontrados no mel são derivados da própolis, mas em uma proporção 1.000 vezes menor (Ferreres et al., 1992). Segundo os mesmos autores, a contribuição desses compostos fenólicos na atividade antibacteriana do mel é pequena, se comparada com o papel, por exemplo, do peróxido de hidrogênio.

Referências

- ADCOCK, D. The effect of catalase on the inhibin and peroxide values of various honeys. *Journal of Apicultural Research*, London, v. 1, p. 38-40, 1962.
- ALLEN, K. L.; MOLAN, P. C.; REID, G. M. A survey of the antibacterial activity of some New Zealand honeys. *Journal of Pharmacy and Pharmacology*, London, v. 43, n. 12, p. 817-822, 1991b.
- ALLEN, K. L.; MOLAN, P. C.; REID, G. M. The variability of the antibacterial activity of honey. *Apiacta*, Bucarest, v. 26, p. 114-121, 1991a.
- AMIOT, M. J.; AUBERT, S.; GONNET, M.; TACCHINI, M. Phenolic composition of honeys: preliminary study on identification and group quantification. *Apidologie*, Versailles, v. 20, n. 2, p. 115-125, 1989.
- ANDRADE, P.; FERRERES, F.; AMARAL, M. T. Analysis of honey phenolic acids by botanical characterization. *Journal of Liquid Chromatography & Related Technologies*, Stacks, v. 20, n. 14, p. 2281-2288, 1997.
- AZEREDO, M. A. A.; AZEREDO, L. C. Características físico-químicas dos méis do município de São Fidélis-RJ. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 19, n. 1, p. 3-7, 1999.
- BERGMAN, A.; YANAI, J.; WEISS, J.; BELL, D.; DAVID, M. P. Acceleration of wound healing by topical application of honey. *American Journal of Surgery*, New York, v. 145, n. 3, p. 374-376, 1983.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Gabinete do Ministro. Instrução Normativa nº 11, de 20 de outubro de 2000. Aprova o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Mel. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 23 out. 2000. Seção 1, p. 23.
- CAMPOS, R. G. M. Contribuição para o estudo do mel, pólen, geléia real e própolis. *Boletim da Faculdade de Farmácia de Coimbra*, Coimbra, v. 11, n. 2, p. 17-47, 1987.
- CORTOPASSI-LAURINO, M.; GELLY, D. S. Analyse pollinique, propriétés physico-chimiques et action antibactérienne des mieis d'abellies africanisées Apis mellifera et de Méliponinés du Brésil. *Apidologie*, Versailles, v. 22, n. , p. 61-73, 1991.
- COSTA, L. S. M.; ALBUQUERQUE, M. L. S.; TURGO, L. C.; QUINTEIRO, L.; BARTH, O. M.; RIBEIRO, M.; MARIA, C. A. B. Determination of non-volatile compounds of different botanical origin brazilian honeys. *Food Chemistry*, Barking, v. 65, p. 347-352, 1999.

- CRANE, E. **A book of honey**. Oxford: Oxford University Press, 1980. 193 p.
- EFEM, S. E. E. Clinical observations on the wound healing properties of honey. **British Journal Surgery**, Guildford, v. 75, p. 679-81, 1988.
- EFEM, S. E. E.; UDOH, K. T.; IWARA, C. I. The antimicrobial spectrum of honey and its clinical significance. **Infection**, Munchen, v. 20, n. 4, p. 227-9, 1992.
- FERRERES, F.; ORTIZ, A.; SILVA, C.; GARCIA-VIGUERA, C.; TOMÁS-BARBERAN, F. A.; TOMÁS-LORENTE, F. Flavonoids of "La Alcarria" honey. A study of their botanical origin. **Zeitschrift für Lebensmittel - Untersuchung und Forschung**, Berlin, v. 194, p. 139-143, 1992.
- GREEN, A. E. Wound healing properties of honey. **British Journal Surgery**, Guildford, v. 75, n. 12, p. 1278, 1988.
- GUPTA, S. K.; SINCH, H.; VARSHNEY, A. C.; PRAKASH, P.; SINGH, S. P. Biochemical alterations during wound healing under influence of natural honey and ampicillin in buffaloes. **Indian Veterinary Journal**, Madras, v. 70, p. 45-47, 1993.
- HAYDAK, M. H.; PALMER, L. S.; TANQUARY, M. C.; VIVINO, A. E. The effect of comercial clarification on the vitamin content of honey. **Journal of Nutrition**, Bethesda, v. 26, n. 3, p. 319-321, 1943.
- HUIDOBRO, J. F.; SANTANA, F. J.; SANCHES, M. P.; SANCHO, M. T.; MUNIATEGUI, S.; SIMAL-LOZANO, J. Diastase, invertase and β -glucosidase activities in fresh honey from north-west Spain. **Journal of Apicultural Research**, London, v. 34, n. 1, p. 39-44, 1995.
- KITZES, G.; SCHUETTE, H. A.; ELVEHJEM, C. A. The B vitamin in honey. **Journal of Nutrition**, Bethesda, v. 26, n. 3, p. 241-250, 1943.
- MARCHINI, L. C. **Caracterização de amostras de méis de *Apis mellifera* L. 1758 (HYMENOPTERA-APIDAE) do Estado de São Paulo, baseada em aspectos físico-químicos e biológicos**. 2001. 111 f. Tese (Livro Docência) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- MENDES, B. A.; COELHO, E. M. Considerações sobre características de mel de abelhas - análises e critérios de inspeção. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 9, n. 106, p. 56-67, 1983.
- MOLAN, P. C. The antibacterial activity of honey. The nature of the antibacterial activity. **Bee World**, Bucks, v. 73, n. 1, p. 5-28, 1992.
- MOLAN, P. C.; RUSSELL, K. M. Non-peroxide antibacterial activity in some New Zealand honeys. **Journal of Apicultural Research**, London, v. 27, n. 1, p. 62-67, 1988.

- OHE, W. von der; DUSTMANN, J. H.; OHE, K. von der. Prolin als Kriterium der Reife des Honigs. **Deutsche Lebensmittel-Rundschau**, Berlin, v. 87, n. 12, p. 383-386, 1991.
- PAMPLONA, B. Determinação dos elementos químicos inorgânicos do mel de *Apis mellifera*. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 41, n. 7, p. 618, jul. 1989. Suplemento. Edição dos Resumos da 41 Reunião Anual da SBPC, Fortaleza, jul. 1989.
- SABATIER, S.; AMIOT, M. J.; TACCHINI, M.; AUBERT, S. Identification of Flavonoids in Sunflower Honey. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 57, n. 3, p. 773-777, 1992.
- SCHEPARTZ, A. I.; SUBERS, M. H. Catalase in honey. **Journal of Apicultural Research**, London, v. 5, n. 1, p. 37-43, 1966.
- SEEMANN, P.; NEIRA, M. **Tecnología de la producción apícola**. Valdivia: Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrárias Empaste, 1988. 202 p.
- SERRANO, R. B.; VILLANUEVA, M. T. O.; MARQUINA, A. D. La miel: edulcorante natural por excelência. **Alimentaria**, Madrid, v. 31, n. 253, p. 25-35, 1994.
- SODRÉ, G. S. **Características físico-químicas e análises polínicas de amostras de méis de *Apis mellifera* L., 1758 (HYMENOPTERA:APIDAE) da região do litoral norte do Estado da Bahia**. 2000. 83 f. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- STINSON, E. E.; SUBES, M. H.; PETTY, J.; WHITE JUNIOR., J. W. The composition of honey. V. Separation and identification of the organic acids. **Archives Biochemistry Biophysics**, New York, v. 89, p. 6-12, 1960.
- STONOGA, V. I.; FREITAS, R. J. S. D. Conteúdo de água e açúcares em mel de abelhas. **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos**, Curitiba, v. 9, n. 1, p. 9-16, 1991.
- TOMÁS-BARBERÁN, F. A.; FERRERES, F.; GARCIA-VIGUERA, C.; TOMÁS-LORENTE, F. Flavonoids in honey of different geographical origin. **Zeitschrift für Lebensmittel - Untersuchung und Forshung**, Berlin, v. 196, p. 38-44, 1993.
- VERISSIMO, M. T. L. Porque o mel cristaliza. **Apicultura no Brasil**, São Paulo, v. 3, n. 18, p. 14, 1987.
- WESTON, R. J.; BROCKLEBANK, L. K.; LU, Y. Identification and quantitative levels of antibacterial components of some New Zealand honeys. **Food Chemistry**, Barking, v. 70, n. 4, p. 427-435, Sept. 2000.
- WHITE, J. W. Honey. In: GRAHAM, J. M. **The hive and the honeybee**. Hamilton, Illinois: Dadant & Sons, 1992. p. 869-925.

WHITE, J. W. Physical characteristics of honey. In: CRANE, E. **Honey a comprehensive survey**. London: Heinemann, 1975. Cap. 6, p. 207-239.

WHITE, J. W.; KUSHNIR, I. The enzymes of honey: examination by ion-exchange chromatography, gel filtration, and starch-gel electrophoresis. **Journal of Apicultural Research**, London, v. 6, n. 2, p. 69-89, 1967.

WHITE, J. W.; RIETHOF, M. L.; SUBERS, M. H.; KUSHNIR, I. **Composition of american honeys**. Washington: USDA, 1962. (Agricultural Research Service. Technical Bulletin, 1261).

WHITE, J. W.; RUDYJ, O. N. The protein content in honey. **Journal of Apicultural Research**, London, v. 17, n. 4, p. 234-238, 1978.

WHITE, J. W.; SICILIANO, J. Hydroximetilfurfural and honey adulteration. **Journal of the Association of Official Analytical Chemists**, Washington, v. 63, n. 1, p. 7-10, 1980.

WHITE, J. W.; SUBERS, M. H. Studies on honey inhibine. 3. Effect of heat. **Journal of Apicultural Research**, London, v. 2, n. 2, p. 93-100, 1963.

WHITE, J. W.; SUBERS, M. H.; SHEPARTZ, A. I. The identification of inhibine, the antibacterial factor in honey, as hydrogen peroxide and its origin in a honey glucose oxidase system. **Biochimica et Biophysica Acta**, v. 73, p. 57-70, 1963.

WOOTON, M.; EDWARDS, R. A.; FARAJI-HAREMI, R. Effect of accelerated storage conditions on the chemical composition and properties of australian honeys. 2. Changes in sugar and free amino acid contents. **Journal of Apicultural Research**, London, v. 15, n. 1, p. 29-34, 1976.



Ministério da Agricultura,
Pecuária e Abastecimento

