

# Les effets du traitement thermique sur la qualité du miel pendant l'entreposage - Mexique

M.A. RAMÍREZ CERVANTES, S.A. GONZÁLEZ NOVELO, E. SAURI DUCH

*Instituto Tecnológico de Mérida, División de Estudios de Posgrado e Investigación.  
Ave. Tecnológico (km.5 carretera Mérida-Progreso), s/n Mérida, C.P. 97118, Yucatán, Mexique  
Tél. et fax: +(99) 44 84 79, e-mail: [essauri@labna.itmerida.mx](mailto:essauri@labna.itmerida.mx)*

Apiacta 2000, 35 (4), 162 - 170

## Résumé

Le miel est l'un des principaux produits d'exportation de la région de Yucatán. Ses activités de commerce international se heurtent à des difficultés toujours plus nombreuses, dues à la concurrence des autres pays producteurs de miel. Le traitement thermique du miel peut accélérer certaines réactions chimiques susceptibles d'altérer sa qualité au cours de l'entreposage. Le but de cette étude a été d'évaluer les effets du chauffage du miel sur les principaux paramètres de qualité du produit et leur variation au cours du stockage. L'étude a été conduite sur des miels de tahonal (*Viguiera dentata* var. *helianthoides*) et de dzidzilché (*Gymnopodium antigonoides* Blake). Les échantillons ont été chauffés à 55°C pendant 3, 6, 9 ou 15 minutes, puis laissés refroidir à la température de la chambre ( $26 \pm 2$  °C). Ils ont été ensuite entreposés en chambre pendant trois mois et demi. Durant cet intervalle on a prélevé périodiquement de petites quantités de miel pour l'analyse et la détermination des modifications survenues dans l'activité de la diastase, la couleur, l'acidité totale et le taux de HMF. Le traitement thermique appliqué aux échantillons de miel examinés n'a pas eu d'effets significatifs sur les paramètres de qualité considérés, à l'exception toutefois de l'activité de la diastase du miel de dzidzilché qui a diminué. La hausse mensuelle moyenne du taux de HMF durant l'entreposage a été plus importante sur le miel de tahonal que sur celui de dzidzilché, sans que cette variation soit imputable au traitement thermique initial. Le chauffage du miel pendant 9 ou 15 minutes n'a eu d'effet significatif que sur l'acidité du miel de tahonal, qui a augmenté durant l'entreposage. De plus, la couleur du miel de tahonal a foncé plus rapidement que celui de dzidzilché, mais la différence ne semble pas être due au chauffage. On a conclu que, d'une manière générale, le traitement thermique appliqué a déterminé certains changements au niveau des paramètres de qualité et que le comportement durant l'entreposage des deux types de miels considérés est différent, probablement à cause de leur composition différente.

## Mots-clés

miel / chauffage / qualité / entreposage / tahonal / dzidzilché / HMF

## Introduction

Le miel est un produit qui entre dans l'alimentation de l'homme depuis les temps les plus reculés. C'est un mélange constitué principalement d'eau et de sucres (glucose, fructose, saccharose, maltose, polysaccharides), contenant aussi de l'acide gluconique, des lactones, des composés azotés, des minéraux et des vitamines.

C'est un produit naturel dont la composition et les caractéristiques présentent d'importantes variations liées à son origine géographique et botanique (MA-TEU, 1993), ses principales caractéristiques étant déterminées directement par l'origine botanique du nectar butiné par les abeilles. Par conséquent, les différents types de miels sont définis par leurs caractéristiques sensorielles: la couleur, l'arôme, la saveur, la viscosité et la tendance plus ou moins marquée à cristalliser au cours du processus de conditionnement et de l'entreposage. Les miels diffèrent également entre eux du point de vue de leur composition chimique: acidité, contenu d'hydrates de carbone, rapport quantitatif entre les différents sucres, teneur en acides organiques, en minéraux et en composés azotés.

Les principaux paramètres de qualité utilisés dans le commerce international du miel, en plus des caractéristiques sensorielles (couleur, arôme et saveur), sont l'humidité, le taux d'hydroxyméthylfurfural

(HMF) et l'indice de diastase, ces deux derniers étant fortement influencés par le traitement thermique et la durée de l'entreposage du produit (Anonyme, 1984). Le paramètre qui - ces dernières années - a compté le plus dans le commerce international est le taux de HMF.

L'hydroxyméthylfurfural est un aldéhyde cyclique (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>O<sub>3</sub>) issu de la dégradation des sucres, en premier lieu par déshydrogénation du fructose et du glucose en milieu acide et à température élevée (BADUI, 1986; ESPINOZA-MANSILLA et coll., 1993). On a constaté que la thermogénèse du HMF dans le miel suit une courbe du premier degré (JUÁREZ-SALOMO et VALLE-VEGA, 1995) et que c'est très probablement un processus autocatalytique (GHOSH DASTIDAR et CHAKRABARTI, 1992).

Parfois, au cours du traitement et du conditionnement, le miel est soumis à un traitement thermique contrôlé, dans un dispositif échangeur de chaleur, à des fins diverses: réduction de la viscosité, dissolution des cristaux grossiers, destruction des levures, etc. (DETROY, 1979; SKOWRONEK et coll., 1994; CRANE, 1985). Néanmoins, ce traitement thermique, ainsi que l'exposition du miel à de hautes températures au cours du conditionnement et de l'entreposage dans de mauvaises conditions, peut déterminer une faible hausse du taux de HMF (SINGH et coll., 1948; WHITE, 1980).

Plusieurs études ont été conduites sur la formation de HMF au cours de l'entreposage du miel et sur la modification des principaux paramètres de qualité. Toutefois, la littérature que nous avons pu consulter ne contenait aucune donnée sur l'influence du type du miel sur la dynamique de la formation de HMF.

L'extraction du miel au rucher par des méthodes convenables contribue à la bonne qualité du miel obtenu (ROOT, 1976), mais sa manipulation défectueuse peut entraîner la baisse de la qualité. Toutefois, quelques études ont démontré que la température est le principal élément qui doit être contrôlé pour avoir un miel de bonne qualité (WINKLER, 1955). Il est important de tenir compte du fait que dans les zones tropicales les températures moyennes dépassent facilement le niveau de celles enregistrées couramment dans les zones à climat tempéré. Dans les zones tropicales, il n'est pas rare que les récipients contenant le miel collecté soient laissés en plein soleil, ce qui conduit à la surchauffe du produit (ROOT, 1976).

Dans le Yucatán, au Mexique, on produit principalement deux types de miels, à caractéristiques différentes: le miel de tahonal (*Viguiera dentata* var. *heliantoides*) et le miel de dzidzilché (*Gymnopodium antigonoides* Blake), très demandés sur le marché international.

Selon de nombreux apiculteurs de la région du Yucatán, le chauffage du miel peut accélérer certaines réactions chimiques susceptibles d'entraîner la baisse de la qualité du produit durant l'entreposage. D'après CRANE (1985), ce phénomène pourrait être la conséquence d'une action catalytique des acides présents dans le miel sur les sucres, déterminant la hausse du taux de certaines composantes, dont le HMF, et l'apparition, dans le même temps, de pigments de couleur foncée qui altèrent la couleur initiale.

Le but de cette étude a été d'évaluer les effets du chauffage de courte durée des miels de tahonal et de dzidzilché sur les principaux paramètres de qualité, utilisés dans le commerce de ce produit et les variations de ces paramètres au cours de l'entreposage.

## **Matériel et méthodes**

### ***Méthodes générales***

Nous avons utilisé des échantillons de miel de tahonal et de dzidzilché pré-levés de rayons operculés, au moment de la récolte, dans des ruchers de l'État de Yucatán, Mexique. Les échantillons de chaque type ont été réunis, puis filtrés à froid pour éliminer les impuretés en suspension. Chacun de ces deux lots a été ensuite divisé en quatre parts destinées à être soumises aux quatre traitements évalués: chauffage à 55°C (ce niveau de température n'entraîne aucune modification sensible des caractéristiques des miels) pendant 3, 6, 9 ou 15 minutes. Le traitement thermique a été appliqué par immersion des échantillons dans un bain-marie à température contrôlée, avec mesure de la température du miel. Les échantillons traités ont été laissés ensuite refroidir à la température de la

chambre ( $26 \pm 20\text{C}$ ), puis entreposés à cette même température. Pendant les 23 semaines de suivi, des prélèvements ont été faits périodiquement (environ tous les quinze jours) en vue de l'analyse. Nous avons déterminé les effets du chauffage sur les principaux paramètres de qualité pendant la durée de l'entreposage: l'indice de diastase, la couleur, l'acidité totale et le taux de HMF. L'étude a été réalisée en deux répétitions.

### **Méthodes d'analyse**

Nous avons utilisé les méthodes d'analyse recommandées par les Normes mexicaines de qualité et le Codex Alimentarius. Le taux d'humidité a été déterminé à l'aide d'un réfractomètre de laboratoire du type Abbé, en appliquant la correction nécessaire aux résultats des lectures à  $20\text{oC}$ .

L'indice de diastase a été quantifié par la méthode de la spectrophotométrie de SCHADE et coll. (1961), modifiée par HADORN (1962), basée sur la mesure du temps nécessaire pour que la diastase présente naturellement dans le miel hydrolyse une quantité connue d'amidon ajouté au miel dilué. Le pH du mélange est ajusté à 5,1 à l'aide d'une solution tampon. La réaction est réalisée en présence d'iode (MILLO, 1976).

La couleur a été évaluée visuellement à l'aide d'un colorimètre de Pfund.

L'acidité totale a été quantifiée par volumétrie en utilisant pour le titrage une solution d'hydroxyde de sodium à 0,1 N. La lecture a été faite à pH 8,3 et l'acidité totale exprimée en milliéquivalents d'acide pour 100 g de miel.

Le taux d'hydroxyméthylfurfural (HMF) a été déterminé par spectrophotométrie, selon la méthode de WINKLER (1955), en utilisant comme réactifs l'acide tiobarbiturique et la p-toluidine.

### **Analyse des données**

Pour quantifier la variation globale du taux de HMF au cours de l'entreposage, nous avons calculé la valeur de deux facteurs (PAREDES, 1983), à savoir: le coefficient de croissance mensuelle apparente (CC) et le facteur de croissance (FC). La valeur moyenne calculée a été rapportée à la variation mensuelle du taux de HMF et le second a servi à l'évaluation du taux à différents moments de l'entreposage, en prenant comme point de départ sa valeur initiale.

Ces facteurs ont été calculés à l'aide des formules suivantes :

$$CC = \frac{\text{HMF}}{t} \quad \text{et} \quad FC = \frac{\text{HMF final}}{\text{HMF initial}}$$

où: :

- HMF = la différence entre le taux final et le taux initial, après une durée t d'entreposage; HMF final = le taux de HMF après une durée t d'entreposage;
- HMT initial = le taux de HMF au début de l'entreposage.

Les résultats ont été soumis à l'analyse statistique en utilisant à cette fin le paquet statistique Statgraphics®.

### **Résultats et discussion**

Caractéristiques du miel avant l'entreposage

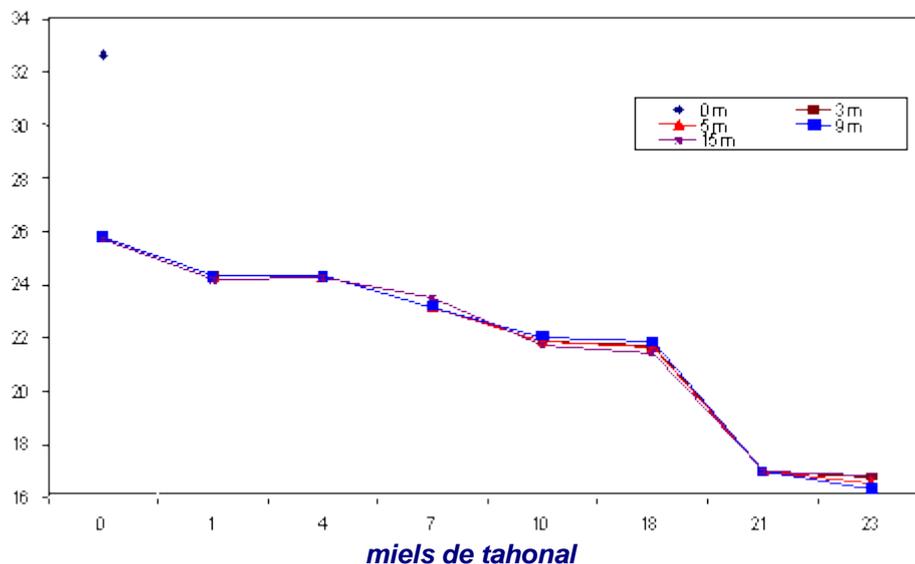
Les caractéristiques des deux types de miels considérés (Tableau I) ont eu des valeurs assez proches et qui correspondaient aux normes de qualité. Il convient de noter que le taux de HMF était bas, ce qui indique qu'il s'agissait de miels fraîchement récoltés et n'ayant pas été chauffés.

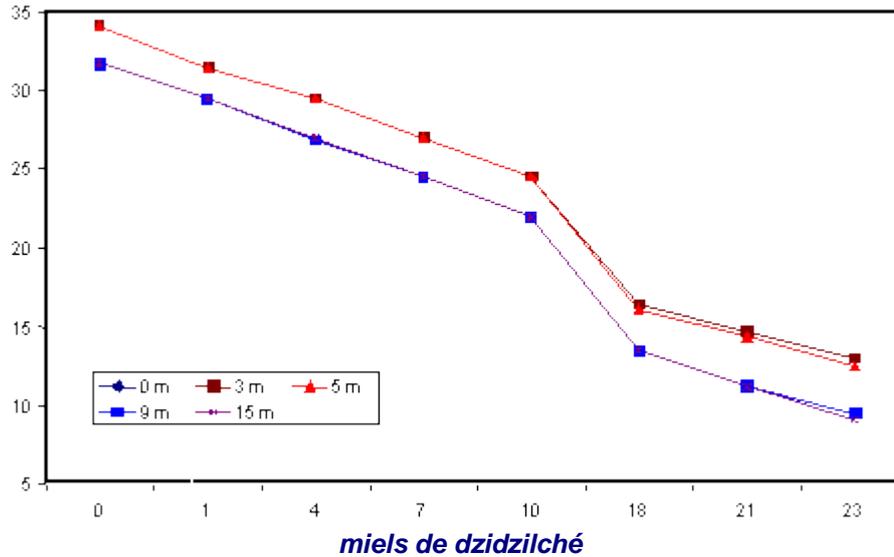
**Tableau I - Caractéristiques sensorielles, physiques et chimiques des miels de tahonal et de dzidzilché**

Caractéristique	Tahonal	Dzidzilché
Arôme et saveur	typiques	typiques
Humidité (%)	20,0	18,48
Indice de diastase (° Schade)	32,5	34,17
HMF (mg/kg)	2,85	2,63
Couleur (mm sur l'échelle de Pfund)	42,0	45,0
Acidité totale (meq/kg)	38,3	39,9
pH	3,55	3,70

#### Variation de l'indice de diastase (ID)

Pour les deux types de miel la valeur initiale de l'indice de diastase a été presque la même (Fig. 1), mais le chauffage a eu des effets différents. Pour le miel de tahonal, la baisse a été importante et pratiquement la même après les quatre traitements, soit depuis 32,6 jusqu'à 25,8° Schade, tandis que pour celui de dzidzilché seuls les traitements appliqués pendant 9 ou 15 minutes ont déterminé une baisse significative de la valeur de ce paramètre, soit depuis 34,2 jusqu'à 31,7° Schade. L'indice de diastase n'a pas diminué sur les miels de dzidzilché chauffés pendant 3 ou 5 minutes. L'écart s'est maintenu pendant toute la durée de l'entreposage (Fig. 1).



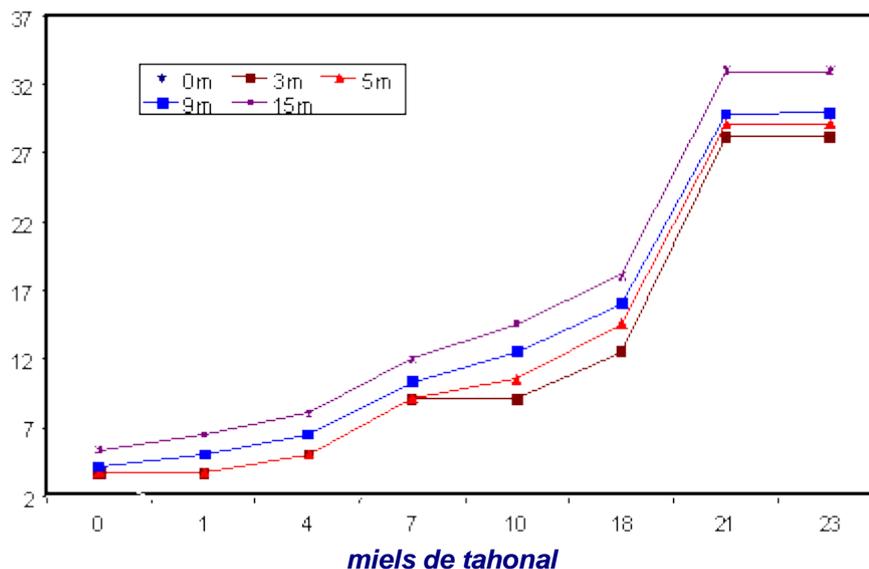


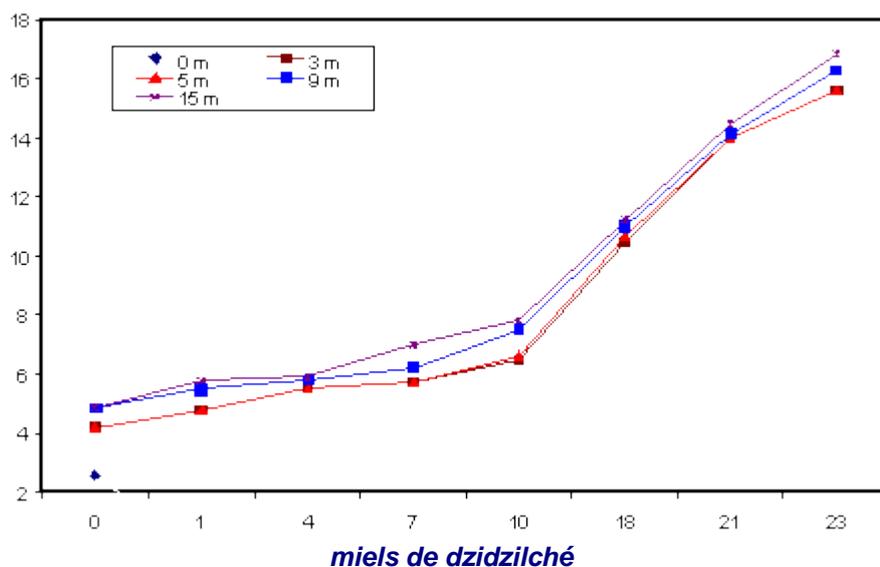
**Fig. 1 - Variation de l'indice de diastase. En abscisse: période d'entreposage (semaines); en ordonnée: o Schade.**

Au cours de l'entreposage, la baisse de l'indice de diastase a suivi une courbe régulière descendante, et ce pour les deux types de miel considérés et les quatre traitements thermiques appliqués. À la fin des 23 semaines d'entreposage le miel de tahonal avait perdu environ 35% de l'activité de la diastase et celui de dzidzilché entre 61 et 71%, en fonction de la durée du chauffage. Ces observations concordent avec celles d'autres auteurs (WHITE, 1964; IMÁN, 1990). Par ailleurs, la durée du chauffage n'a eu, chez aucun des deux types de miel, d'effet significatif sur la dynamique de la baisse de l'activité enzymatique au cours de l'entreposage. On peut conclure de ces observations que le type du miel a fortement influencé la baisse de l'ID au cours de l'entreposage, ce qui peut être interprété comme étant la conséquence des différences de composition chimique qui existent entre les deux miels.

### Variation du taux de HMF

Le taux initial de HMF a été bas sur les deux types de miel, soit environ 3 mg/kg (Fig. 2). Le chauffage n'a déterminé, dans les deux cas, qu'une faible hausse, apparemment sans rapport avec la durée du traitement thermique appliqué, le niveau maximum atteint étant de 5 mg/kg environ.





**Fig. 2 -Variation du taux de HMF. En abscisse: période d'entreposage (semaines); en ordonnée: taux de HMF (mg/kg).**

Au cours de cette étude, nous n'avons pas trouvé de différence significative entre les quatre traitements appliqués aux deux types de miels, ce qui indique l'absence d'un effet catalytique du chauffage sur la hausse du taux de HMF durant l'entreposage.

Les courbes du taux de HMF pour les deux types de miel, tahonal et dzidzilché, et les quatre traitements appliqués ont eu dans l'ensemble des trajets parallèles et ascendants (Fig. 2), car le HMF a eu une croissance constante durant l'entreposage, bien qu'en proportion légèrement différente. La croissance n'a été linéaire dans aucun des deux cas. Au bout des 23 semaines d'entreposage, le taux de HMF a augmenté jusqu'à 30 mg/kg environ, soit de 900%, sur le miel de tahonal, et jusqu'à 16 mg/kg environ (433%) sur celui de dzidzilché. Ce comportement (croissance significative du HMF) a été rapporté également par d'autres auteurs (WHITE, 1964; SKOWRONEK et coll., 1994; GHOSHDASTIDAR, 1992; IMÁN, 1990; HADORN, 1962).

Il convient toutefois de remarquer que, d'un point de vue quantitatif, la hausse du taux de HMF durant l'entreposage a été considérablement plus importante sur le miel de tahonal que sur celui de dzidzilché, comme l'indiquent les valeurs trouvées pour ce paramètre au bout des 23 semaines d'entreposage, soit 32 mg/kg pour le tahonal et 16 mg/kg pour le dzidzilché, et celles du coefficient de croissance mensuelle apparente moyenne (CC) et le facteur de croissance (FC): 4,4 et 7,3 pour le CC et 2 et 3,5 pour le FC, pour le tahonal et, respectivement, le dzidzilché. Les valeurs du CC que nous avons trouvées sont sensiblement plus grandes que celles rapportées par GONNET (1979) dans son ouvrage concernant des miels d'origine diverse (régions à climat chaud et à climat froid), dont il n'indique d'ailleurs pas le type, à savoir 1,1 et, respectivement, 2,1.

L'analyse de la dynamique de la hausse du taux de HMF au cours de l'entreposage a permis d'établir qu'il s'agissait d'une dynamique de premier degré, pouvant être exprimée par une formule du type :

$$\ln C/Co = Kt,$$

où: C = le taux de HMF (en mg/kg) après un temps t d'entreposage exprimé en semaines;  
 Co = le taux initial de HMF, au début des observations;  
 K = la constante de l'équation de premier degré.

Les valeurs obtenues pour la constante K (Tableau II) sur les deux types de miels étudiés confirment la validité du modèle pour une évaluation correcte, compte tenu du haut niveau des coefficients de corrélation obtenus et de la vitesse différente de formation du HMF sur les deux miels.

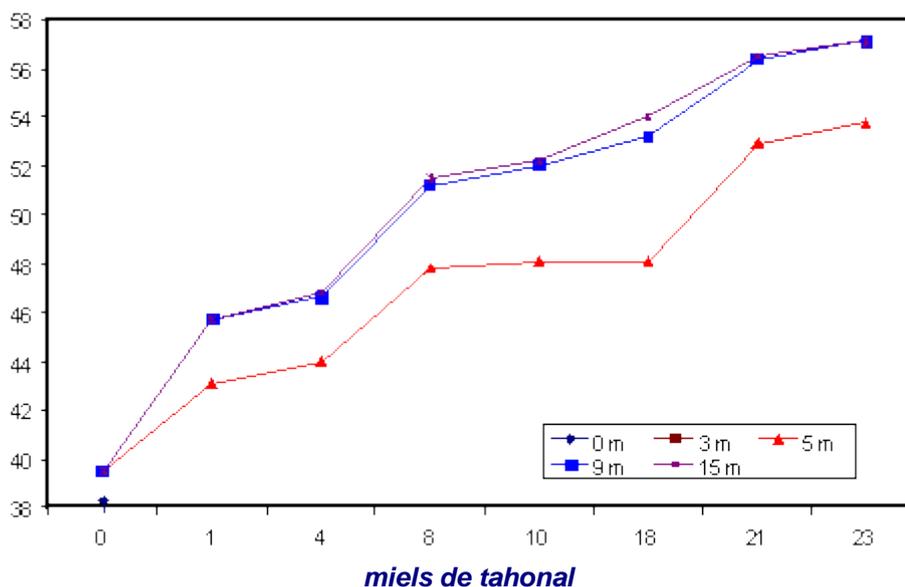
**Tableau II - Coefficients de corrélation et constantes (de premier degré) de formation du HMF au cours de l'entreposage des miels**

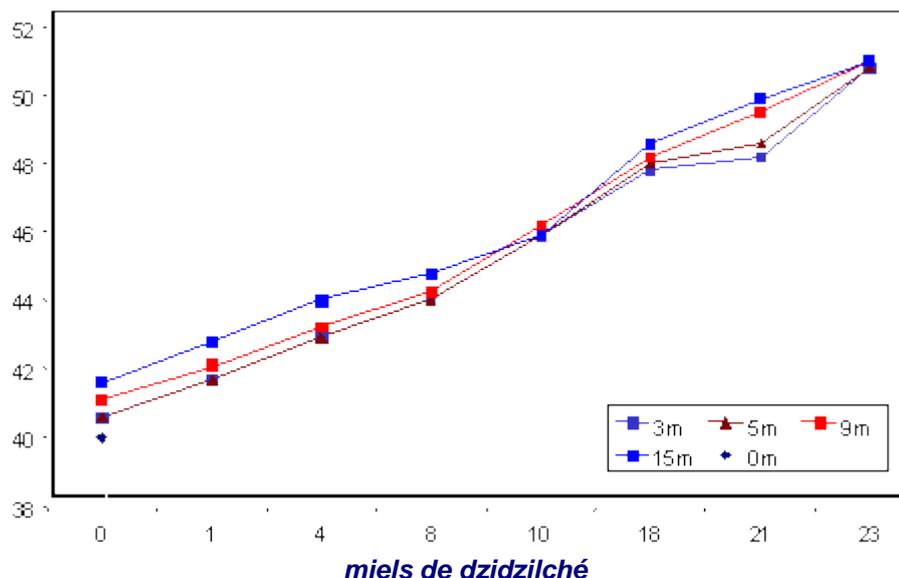
Durée du chauffage (min)	Tahonal		Dzidzilché	
	Coefficient de corrélation	K - Constante dynamique	Coefficient de corrélation	K - Constante dynamique
3	0,973	0,0380	0,983	0,0248
5	0,980	0,0393	0,986	0,0247
9	0,979	0,0355	0,989	0,0226
15	0,979	0,0324	0,994	0,0225

Les différences de comportement entre les deux miels considérés en ce qui concerne l'évolution de ce paramètre sont probablement la conséquence des différences de composition chimique qui existent entre eux, issues de leur origine botanique et résidant principalement dans les sucres réducteurs présents dans le nectar. La hausse du taux de HMF a été mise en rapport avec la baisse de la teneur en fructose (HADORN, 1962). Ces résultats nous ont mené à la conclusion que la dynamique de la croissance du taux de HMF durant l'entreposage devrait être déterminée pour chaque type de miel séparément.

#### Variation de l'acidité

Au départ des observations l'acidité a été légèrement plus forte sur le miel de dzidzilché (40 meq/kg) que sur celui de tahonal (38,3 meq/kg). Le traitement thermique n'a pas eu d'influence significative sur ce paramètre. Néanmoins, la croissance a été significative durant l'entreposage et proportionnelle à sa durée (Fig. 3), ce qui concorde avec les résultats rapportés par HADORN (1962) et IMÁN (1990).



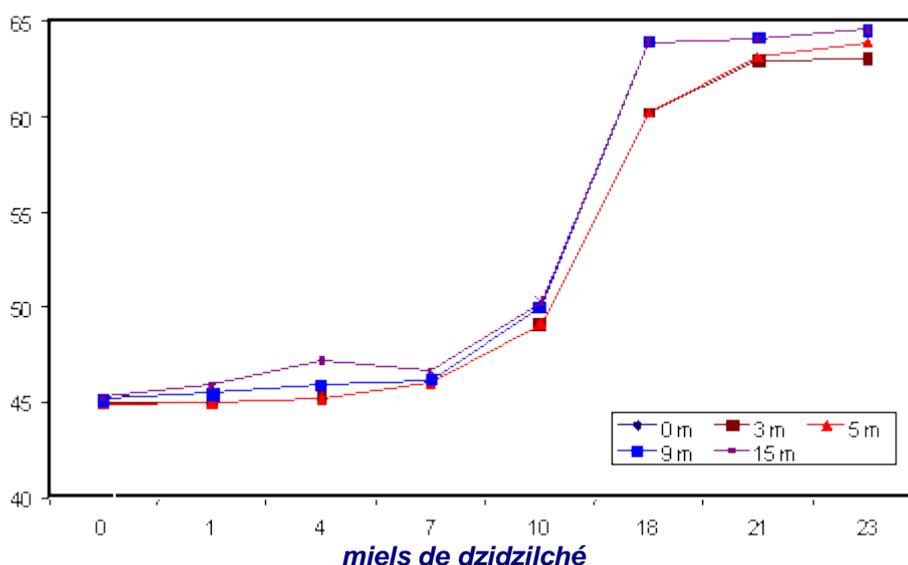
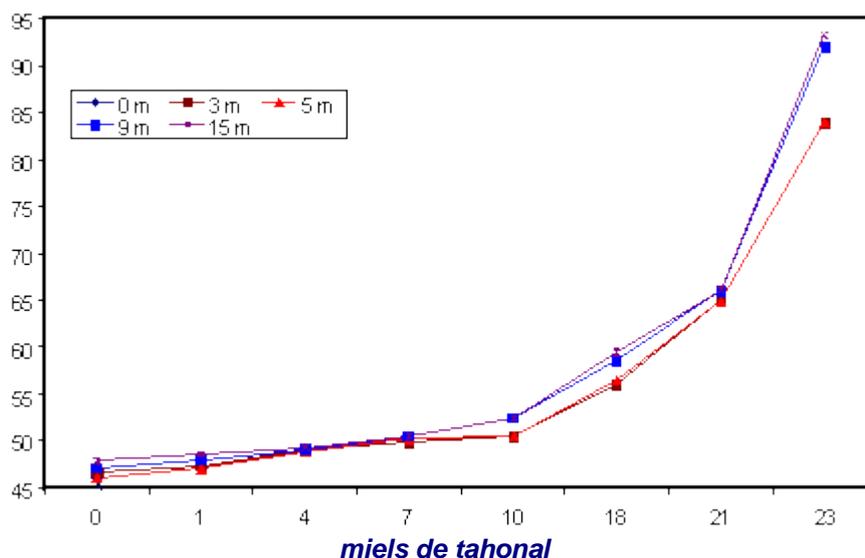


**Fig.3 - Variation de l'acidité. En abscisse: période d'entreposage (semaines); en ordonnée: niveau de l'acidité (en meq/kg).**

Pour le miel de dzidzilché, il n'y a pas eu de différences significatives entre les quatre traitements appliqués, alors que pour le tahonal l'acidité a été significativement plus forte sur les échantillons chauffés pendant 9 ou 15 min que sur ceux chauffés pendant 3 ou 5 min. Donc la dynamique de la croissance de l'acidité du miel de tahonal a été influencée par la durée du chauffage. Il ressort de ces résultats que le type de miel n'a pas influencé de manière significative la dynamique de la hausse de l'acidité au cours de l'entreposage.

#### **Variation de la couleur**

Le traitement thermique n'a pas affecté de manière sensible la couleur des échantillons de miels, ce qui concorde avec les observations de ROOT (1976). Pour les deux types de miels, la couleur est devenue plus foncée, et ce dans une mesure significative, pendant l'entreposage. Néanmoins, le changement de couleur n'a pas eu la même intensité sur les deux miels. Au cours de la période d'entreposage (Fig. 4), le changement de couleur du miel de tahonal s'est fait selon une courbe exponentielle et est devenu beaucoup plus rapide à partir de la dixième semaine. La dynamique du changement a été comparable sur le miel de dzidzilché, mais le processus a démarré plus tôt, plus précisément à partir de la septième semaine.



**Fig. 4 - Variation de la couleur des miels. En abscisse: période d'entreposage (semaines); en ordonnée: intensité de la couleur (en mm sur l'échelle de Pfund).**

Si l'on compare les valeurs atteintes sur les deux types de miels à la fin de la période d'entreposage (23 semaines), on constate que le miel de dzidzilché est devenu beaucoup plus foncé (90 mm) que celui de tahonal (65 mm). La variation de la couleur a été donc fortement influencée par la composition chimique des deux types de miel. Ce processus est essentiellement le résultat de réactions chimiques dans lesquelles les sucres jouent un rôle de premier ordre.

Il n'y a pas eu de différence significative entre les traitements appliqués du point de vue de l'intensification de la couleur, donc le chauffage semble ne pas avoir d'effet sur le changement de couleur des miels. Par contre, l'origine botanique du miel a fortement influencé ce paramètre.

## Conclusions

- Le traitement thermique à 55°C de durée différente (3, 5, 9 ou 15 min), appliqué aux miels de tahonal et de dzidzilché, n'a pas influencé de manière significative les principaux paramètres de qualité chez aucun des deux miels, à l'exception de l'indice de diastase pour le miel de dzidzilché chauffé pendant 9 ou 15 min.

- b. Le chauffage à 55°C pendant 9 ou 15 min n'a eu d'influence significative que sur l'acidité qui a été plus forte au cours de l'entreposage pour le miel de tahonal.
- c. Pour les deux types de miels considérés, la hausse du taux de HMF au cours de la période d'entreposage a suivi une courbe de premier degré.
- d. Le comportement des deux miels - tahonal et dzidzilché - durant l'entreposage après chauffage a été différent.

## BIBLIOGRAPHIE

1. Anonyme, Commission du Codex Alimentarius/Norme Régionale Européenne Recommandée pour le miel. FAO/OMS, 1984
2. Badui D.S., Química de los alimentos. Ed. Alhambra, 1986
3. Crane Eva, "El libro de la miel". Marilus Coso. Ed. Breviarios del Fondo de Cultura Económica, 1985
4. Detroy, B.F., Elaboración, envase y distribución de la miel. En La Apicultura en los Estados Unidos, S.E. Mc Gregor, editor, 1979  
Espinoza Mansilla A., Muñoz de la Peña, Salinas F., Semiautomatic determination of furanic aldehydes in food and pharmaceutical samples by a stopped-flow injection analysis method. J. of the AOAC International, 1993
5. Ghoshdastidar N., Chakrabarti J., Studies on hydroxymethylfurfural formation during storage of honey. J. of Food Science and Technology, 29 (6) (1992), 399
6. Gonnet M., Conservation du miel et principales modifications physiques, chimiques et biologiques subies par le produit pendant son stockage. Bull. Tech. Apic., 6 (4) (1979), 13
7. Hadorn, H., "Über Wärme und Lagerschädigungen von Bienenhonig". Trac. Chim. Alim. Hyg. (Berne). 53 (3) (1962), 191-192
8. Imán Morales C., "Evaluación de las principales características del envase ideal para la miel y la influencia del material de éste sobre sus propiedades durante su conservación". Tesis. UADY, 1990
9. Juárez-Salomo A., Valle-Vega P., Termogeneración de hidroximetilfurfural (HMF) en miel de abeja como parámetro de calidad. Tecnología de Alimentos, 30 (6) (1995), 13
10. Mateu Andres I., Burgaz Moreno M.E., Rosello Caselles J., La apicultura valenciana. Tradición y aprovechamiento. Generalitat Valenciana. Conselleria D'Agricultura i Pesca. España, 1993
11. Millo L., Legislación Alimentaria Española. Ed. Revista de Derecho Privado, 1976, Madrid
12. Paredes O., Efectos de la temperatura y tiempos en la calidad de la miel de abeja. Rev. Tecnología de Alimentos, 2 (89) 1983
13. Schade B., Diastase activity and hydroxymethylfurfural in honey and their usefulness in detecting heat alteration. Food Res., 23 1958, 446. Academic Press Inc. Publishers, New York
14. Root, A.I., ABC y XYZ de la Apicultura. Librería Hachette S.A., Buenos Aires, 1976
15. Singh B., Dean G.R., Cantor S.M., The role of 5-(hydroxymethyl)furfural in the discoloration of sugar solutions. J. Am. Chem. Soc., (1948), 70:507
16. Skowronek W., Rybak Chmielewska H., Szczesna T., Pidek A., et al., Study of optimum conditions for slowing down the crystallization of honey. Pszczelnicze Zeszyty Naukowe, 38 (1994), 75
17. White Jr., "Effect of storage and processing temperatures on honey quality", Food Technology 18 (1964), (40)
18. White J.W., Hydroxymethylfurfural content of honey as an indicator of its adulteration with inverted sugars. Bee World, 61 (1980) 29
19. Winkler, "Beitrag zum Nachweis und zur Bestimmung von Hydroxymethylfurfural in Honig und Kunsthonig". Lebensm. Unters. und Forsch. 102 (1955) (3)