

638.16 ALC

TRABAJOS CIENTIFICOS DE LA UNIVERSIDAD DE CORDOBA

Universidad de Córdoba

Instituto de Ciencias de la Educación

BIBLIOTECA

17-10-77

REFERENCIA

Actividad del agua de la miel y crecimiento de microorganismos osmotolerantes

M. Alcalá Aguilera



UNIVERSIDAD DE CORDOBA
CAMPUS BARRAL DE BIBLIOTECA

R 2808
K 3378 12
D 228088

Servicio de Publicaciones
Universidad de Córdoba (España).

Trab. Cient. Univ. Córdoba No. 20 (1977)

ACTIVIDAD DEL AGUA DE LA MIEL Y CRECIMIENTO DE MICROORGANISMOS OSMOTOLERANTES*

M. Alcalá Aguilera**

RESUMEN

El contenido en agua de 55 muestras de miel comercial osciló entre el 14,8 % y el 25,0 % siendo la media de $18,1 \pm 2,15$ %. El valor a_w varió entre 0,44 y 0,76 siendo la media de $0,60 \pm 0,07$. Ambos factores están en general positivamente correlacionados, pero numerosas muestras individuales se apartan considerablemente de la relación general. Más de tres cuartas partes de las muestras contenían microorganismos osmófilos viables (el 50 % de ellas levaduras, el 30 % levaduras y hongos filamentosos y el 20 % sólo hongos). Se han observado diferencias tanto en la a_w limitante del crecimiento, como en la velocidad de crecimiento a diferentes valores a_w . Las levaduras, más osmotolerantes, crecieron a una $a_w = 0,68$ mientras la a_w mínima de crecimiento de los hongos en ocho meses es $> 0,70$.

PALABRAS CLAVES GENERICAS

Miel, actividad del agua, microorganismos osmotolerantes, a_w y crecimiento microbiano, estabilidad antimicrobiana y a_w .

* Resumen de la Tesina de Licenciatura realizada bajo la dirección del Prof. Dr. A. Marcos Barrado, leída el 24-4-1976 y calificada de Sobresaliente.

** Cátedra de Tecnología y Bioquímica de los Alimentos, Facultad de Veterinaria, Universidad de Córdoba (España).

INTRODUCCION

Todas las mieles naturales que no han sido sometidas a calentamiento contienen levaduras viables capaces de crecer anaeróbicamente si las condiciones son adecuadas y de fermentar el producto (Martin, 1958). En la miel pueden desarrollarse también, además de las levaduras, hongos filamentosos (Tysset *et al.*, 1970).

Las principales levaduras osmotolerantes presentes en la miel pertenecen al género *Saccharomyces*, dentro del cual destacan por su mayor osmotolerancia especies tales como *S. rouxii*, *S. mellis* y *S. rosei*.

En ausencia de oxígeno las levaduras fermentan los azúcares produciendo alcohol y dióxido de carbono (Ingram, 1955):



La presencia de aire interfiere con el citado proceso de fermentación no produciendo alcohol y ocurriendo un crecimiento masivo de levaduras:



Martin (1958) demostró que cuando el contenido en agua de la superficie de la miel es elevado (21,5 %) las levaduras pueden reproducirse aeróbicamente alcanzando números extraordinariamente elevados en la superficie del producto, mientras que las levaduras que se encuentran en las condiciones anaeróbicas del interior del mismo apenas se multiplican. También señaló la importancia práctica del crecimiento aeróbico de las levaduras en relación con el problema del control de la fermentación de la miel.

La mayor frecuencia observada en la fermentación de las mieles de alto contenido acuoso ha inducido a los investigadores interesados en el problema a la búsqueda de datos cuantitativos sobre el mínimo contenido acuoso que permite el crecimiento de los microorganismos contaminantes de la miel.

Como señala Scott (1957) la información obtenida sobre los contenidos acuosos "límite" o "de alarma", sobrepasados los cuales ocurre el crecimiento microbiano, es de dudosa utilidad ya que tales valores pueden constituir falsos índices de seguridad. Para expresar la susceptibilidad relativa de los alimentos al ataque microbiano es preferible obtener información sobre la actividad del agua (a_w), índice usado actualmente con tal fin por los tecnólogos de los alimentos y otros investigadores.

Lázaro Alvarez (1974) ha señalado que aunque en general existe una relación positiva entre el contenido en agua y la a_w de la miel, muchas muestras individuales se desvían considerablemente de dicha relación general, debido, probablemente, a diferencias composicionales (sobre todo variaciones en las proporciones relativas de los azúcares). Estas frecuentes desviaciones individuales invalidan la utilidad de los contenidos acuosos límite señalados para la miel.

La información obtenida sobre la a_w mínima de crecimiento y sobre la velocidad de crecimiento de los microorganismos osmófilos a diferentes valores a_w es aún muy escasa. Según Pouncy y Summers (1939) la a_w limitante del crecimiento de las levaduras osmófilas oscila entre 0,75 y 0,69, mientras que Mossel e Ingram (1955) señalan que, en general, la a_w mínima de crecimiento de los hongos xerófilos y de las levaduras osmófilas es de 0,65 y 0,60 respectivamente. Von Schelhorn (1950) comprobó que una cepa de *S. rouxii*, especie contaminante de la miel, creció en dos meses en un jarabe de fructosa con un valor a_w de 0,62 y pH de 4,8 mantenido a 30° C, hecho comprobado por Schachinger y Heiss (1951) utilizando el mismo cultivo y sustrato. Se ha señalado también (Onishi, 1957) que la a_w mínima de crecimiento de *S. rouxii* se encuentra a valores comprendidos entre 0,84 y 0,86, mucho más altos que los encontrados anteriormente.

En un número muy limitado de muestras de miel comercial, de diferente procedencia dentro de nuestro país, Lázaro Alvarez (1974) comprobó que el valor a_w oscilaba entre 0,50 y 0,75, amplio margen característico de los alimentos semisecos, en cuya mitad inferior el producto es absolutamente estable al crecimiento de los más osmotolerantes microorganismos, mientras que en el hemimargen superior comienza a ser susceptible al mismo.

La presente investigación tiene una doble vertiente. De una parte se propone ampliar la información sobre la a_w de las mieles comerciales de nuestro país y, de otra, estudiar a diferentes valores a_w el crecimiento aeróbico masivo de los microorganismos osmotolerantes que las contaminan. El último aspecto del plan se prosigue y completa en estudios a largo plazo (Esteban Quílez, 1975; Muñoz Sánchez, 1975) en los que se determina el efecto de la temperatura y del pH sobre la velocidad de crecimiento aeróbico a diferentes valores a_w muy próximos, así como sobre la a_w limitante del crecimiento, de levaduras aisladas de mieles comerciales, de una cepa de *S. rouxii* y de otra de *S. bisporea* var. *mellis*.

El crecimiento aeróbico de las levaduras contaminantes de la miel tiene interés porque es difícil evitar la presencia de aire en los depósitos y bidones de almacenamiento a granel y porque de hecho casi todos los tarros de producto para la venta al por menor poseen una cantidad mayor o menor de aire en el espacio de cabeza. Si se produce un crecimiento masivo de levaduras a consecuencia de la presencia de oxígeno, el elevado número de células puede diseminarse y actuar ulteriormente en condiciones anaeróbicas alterando la miel por fermentación.

MATERIAL Y METODOS

Muestras de miel. En la realización del presente trabajo se han empleado 55 tarros de miel adquiridos en el comercio durante el mes de agosto de 1973 (muestras N.º 18 a 36) y durante los meses de agosto, septiembre y octubre de 1974 (muestras N.º 37 a 72). En la elección de los tarros no se hizo discriminación entre la miel pura de abejas y los productos similares formulados vendidos como "miel"

Para tomar muestras de producto de los diferentes tarros se procedió como indican los métodos de análisis de la A.O.A.C. (1965).

Determinación del contenido en agua. Se aplicó el método refractométrico (AOAC, 1965) midiendo a 20° C, con refractómetro de Abbé, el índice de refracción de la miel y calculando a partir de éste el porcentaje de agua por referencia a una tabla de Chataway (1935) completada por White *et al.* (1962).

Cálculo de la actividad del agua. Para estimar el valor a_w de las muestras de miel se utilizó el método de la velocidad de sorción (Landrock y Proctor, 1951) siguiendo un procedimiento básicamente idéntico al de Lázaro Alvarez (1974).

Basándose en los datos de Rockland (1960) se prepararon soluciones salinas saturadas para obtener humedades relativas constantes que cubrían el margen entre el 44 % H. R. y el 86 % H. R.

En la determinación de la a_w de las muestras N.º 37 a 72 el mencionado margen de humedad relativa fue cubierto a intervalos menores utilizando, además de las anteriores soluciones salinas, soluciones de ácido sulfúrico de densidad apropiada (Weast, ed., *Handbook of Chemistry and Physics*, 48 ed., C.R.C., 1967-1968), que se comprobó con densímetro antes de iniciarse el proceso de difusión y con picnómetro una vez finalizado el mismo.

Las soluciones se depositaron en la base de desecadores mantenidos en un local termostatzado a $20 \pm 1^\circ$ C.

Muestras de miel, de aproximadamente 1 g, se pusieron en una serie de pesasustancias, de 2,5 cm de diámetro y 1,5 cm de altura, previamente tarados en balanza analítica. Después de pesar con exactitud la tara con la muestra, los pesasustancias se introdujeron en la atmósfera gaseosa de los desecadores donde permanecieron durante una semana (en tales condiciones, como indican los resultados, no se producen alteraciones microbianas).

Completada la semana de difusión los pesasustancias se pesaron en balanza analítica (Mettler H 10 Tw) y a partir de las variaciones del peso de las muestras a las diferentes humedades relativas se calculó por interpolación gráfica la a_w de las muestras.

Todo lo hasta aquí expuesto en Material y Métodos se hizo en colaboración con Mora Ventura (1975).

Estudio del crecimiento microbiano masivo en muestras de miel expuestas a diferentes humedades relativas constantes. Se efectuó sobre las primeras 19 muestras de miel (N.º 18 a 36) mantenidas a diferentes humedades relativas constantes y 20° C de temperatura, tal como se ha descrito anteriormente en el cálculo de la actividad del agua.

A partir de la sexta semana de exposición y hasta que transcurrieron tres meses, las muestras de miel fueron examinadas periódicamente a intervalos semanales con un microscopio Nikon mod. L-Ke a 100 X y 200 X para detectar la formación de velos superficiales compuestos por levaduras o la presencia de hongos filamentosos. A los cuatro y ocho meses de exposición se repitieron las observaciones microscópicas.

RESULTADOS Y DISCUSION

En las condiciones experimentales del presente trabajo, al término de la primera semana de difusión, la variación media del peso experimentada por las muestras de miel expuestas a diferentes humedades relativas alcanzó un valor claramente superior al 50 % de la variación máxima (véase Figura 1). Dada la magnitud de la variación ponderal y al objeto de evitar interferencias microbianas, las ganancias y pérdidas de peso de las muestras en dicho momento se utilizaron para calcular los valores a_w .

En la citada figura puede comprobarse también que la variación máxima del peso medio se habría alcanzado ya al mes de difusión. A partir de tal momento el peso medio se estabiliza, por interrupción del proceso de difusión de agua al alcanzarse prácticamente las condiciones de equilibrio en la superficie del producto al menos, salvo en el caso de las muestras mantenidas a la humedad relativa más alta (86 %), en que se observa un marcado descenso de peso debido indudablemente al crecimiento y actividad metabólica de microorganismos contaminantes.

Contenido en agua y actividad del agua de las muestras de miel. El contenido en humedad de las 55 muestras de miel analizadas (Tabla 1) osciló entre el 14,8 % y el 25,0 % siendo el valor medio del 18,1 % y la desviación típica de $\pm 2,15$. De las 17 muestras de miel estudiadas por Lázaro Alvarez (1974), todas procedentes de distintas partes del país, tres tuvieron más del 21,0 % de agua y la de mínimo contenido acuoso el 15,4 % de agua. Romero Fabre (1972) halló en 50 muestras de miel de la Cooperativa Apícola de Castellón que el contenido en humedad varió entre el 16,6 % y 20,6 % (media \pm desviación típica = $18,8 \pm 1,06$ %) y en 30 muestras procedentes del Puerto de Castellón y de los comerciantes el porcentaje de agua osciló entre el 17,1 % y el 20,6 % (media \pm desviación típica = $18,8 \pm 1,09$ %) con la excepción de una muestra que excedió del 21,0 % de agua. El contenido en humedad de las mieles levantinas es por tanto ligeramente superior al encontrado por nosotros y tiene un menor rango de oscilación.

White y Underwood (1974) señalan que el contenido en agua de la miel puede oscilar entre el 13 % y el 25 %, valores límite similares a los de las mieles comerciales objeto de este estudio. En un estudio analítico sobre la composición media y la variabilidad de 490 muestras de miel floral recogidas de 47 estados de U.S.A., White *et al.* (1962) hallaron que el contenido en agua varió entre el 13,4 % y el 22,9 %, siendo el valor medio de 17,2 % y la desviación estándar de $\pm 1,46$. Las mieles más concentradas fueron las procedentes de los estados del Oeste.

Se admite que la miel cuyo contenido en humedad excede del 17 % fermenta si contiene suficiente número de esporas de levaduras (White y Underwood, 1974). Más de dos tercios de las mieles comerciales analizadas por nosotros supera el mencionado porcentaje.

Según los *U.S. Standards for Grades of Extracted Honey* (U.S.D.A., 1951) el contenido acuoso de la miel *U.S. grade A (U.S. Fancy)* y de la *U.S. grade B (U. S. Choice)* no debe exceder del 18,6 %. La miel de grado C (*U.S. Standard*) puede contener hasta

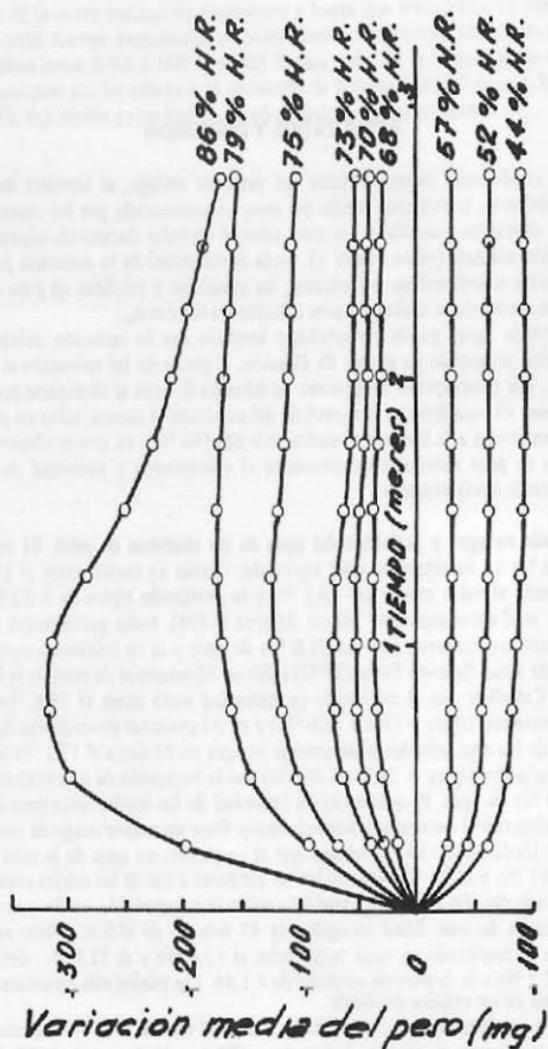


FIGURA 1. Variación media del peso de muestras de miel mantenidas a diferentes humedades relativas constantes (superficie de difusión media = 5 cm²).

TABLA 1.— Contenido en agua y actividad del agua de las muestras de miel

N.º			N.º			N.º		
Muestra	% H ₂ O	a _w	Muestra	% H ₂ O	a _w	Muestra	% H ₂ O	a _w
18	20,4	0,585	37	16,6	0,540	55	16,9	0,550
19	22,3	0,760	38	16,4	0,530	56	17,3	0,565
20	22,7	0,755	39	17,4	0,550	57	17,0	0,550
21	25,0	0,755	40	15,6	0,585	58	18,1	0,590
22	17,5	0,555	41	17,1	0,550	59	22,2	0,725
23	20,2	0,625	42	15,0	0,505	60	18,4	0,585
24	18,4	0,660	43	17,4	0,545	61	17,0	0,550
25	18,6	0,595	44	17,4	0,585	62	18,0	0,565
26	18,0	0,600	45	17,8	0,560	63	15,4	0,605
27	14,9	0,490	46	17,8	0,570	64	17,5	0,745
28	16,8	0,535	47	16,8	0,555	65	17,9	0,585
29	17,7	0,565	48	15,9	0,520	66	20,6	0,660
30	16,6	0,560	49	17,4	0,560	67	19,0	0,645
31	14,8	0,440	50	20,4	0,725	68	18,1	0,580
32	21,5	0,735	51	18,3	0,695	69	20,6	0,610
33	15,9	0,500	52	20,8	0,740	70	17,4	0,540
34	15,8	0,490	53	18,4	0,625	71	17,6	0,575
35	21,2	0,725	54	18,2	0,595	72	19,0	0,685
36	14,8	0,505						

el 20,0 % de agua y la que sobrepase tal porcentaje se clasifica como U.S. grado C (*Substandard*). Más de la quinta parte de las mieles comerciales analizadas excede del 20,0 % de agua y más de la cuarta parte supera el 18,6 %.

En lo que respecta a la actividad del agua de las muestras de miel comercial (véase también la Tabla 1) los valores a_w variaron entre 0,44 y 0,76 —rango de oscilación más amplio que el encontrado por Lázaro Alvarez (1974) de 0,50 a 0,75— siendo el valor medio de 0,597 y la desviación típica de $\pm 0,071$. Los correspondientes valores hallados por Lázaro Alvarez (1974) fueron $0,610 \pm 0,080$. Más del 95,5 % del total de las muestras tenían una a_w comprendida entre 0,45 y 0,74 y aproximadamente el 90 % del total estaban comprendidas entre los límites 0,50 y 0,75.

En el diagrama de dispersión (Figura 2) construido representando el contenido acuoso de las muestras de miel frente a sus correspondientes valores a_w , se confirma la existencia de una correlación general entre ambas variables, ya señalada por Lázaro Alvarez (1974), y también la considerable desviación de dicha correlación de numerosas muestras individuales, hasta el extremo de que a muestras con $a_w = 0,60$ corresponden porcentajes de agua tan dispares como el 15,5 % y el 20,5 % y a muestras con $a_w = 0,75$ porcentajes del 17,5 % y del 25,0 %. Igualmente, a muestras con el mismo contenido acuoso del 17,5 % corresponden valores a_w tan distantes como 0,55 y 0,75.

Es claramente evidente por tanto que si la estabilidad de los alimentos está mucho más estrechamente relacionada con la actividad del agua que con el contenido acuoso, los valores "límite" o "de alarma" de la miel deben expresarse en función de la a_w .

Crecimiento microbiano masivo en muestras de miel expuestas a diferentes humedades relativas. Puesto que, según Martin (1958), en condiciones aeróbicas las levaduras de la miel se multiplican rápidamente en la superficie del producto alcanzando números muy elevados, mientras las que viven anaeróbicamente en el seno del mismo apenas se reproducen y su número casi se mantiene estacionario, se consideró que la observación microscópica directa de la superficie de la miel a pequeños aumentos era la técnica más idónea y conveniente por su rapidez, simplicidad, economía y carácter no destructivo, para estudiar el crecimiento aeróbico de las levaduras.

En pruebas preliminares se observó que al crecer aeróbicamente las levaduras de la miel, éstas forman una capa monocelular o velo de levaduras en la superficie del producto, ya que las células aparecen críticamente enfocadas a la distancia de trabajo del sistema microscópico observándose con nitidez debido a que la profundidad del foco es de $10\ \mu$ a $100\ \mu$ y de $4\ \mu$ a $200\ \mu$.

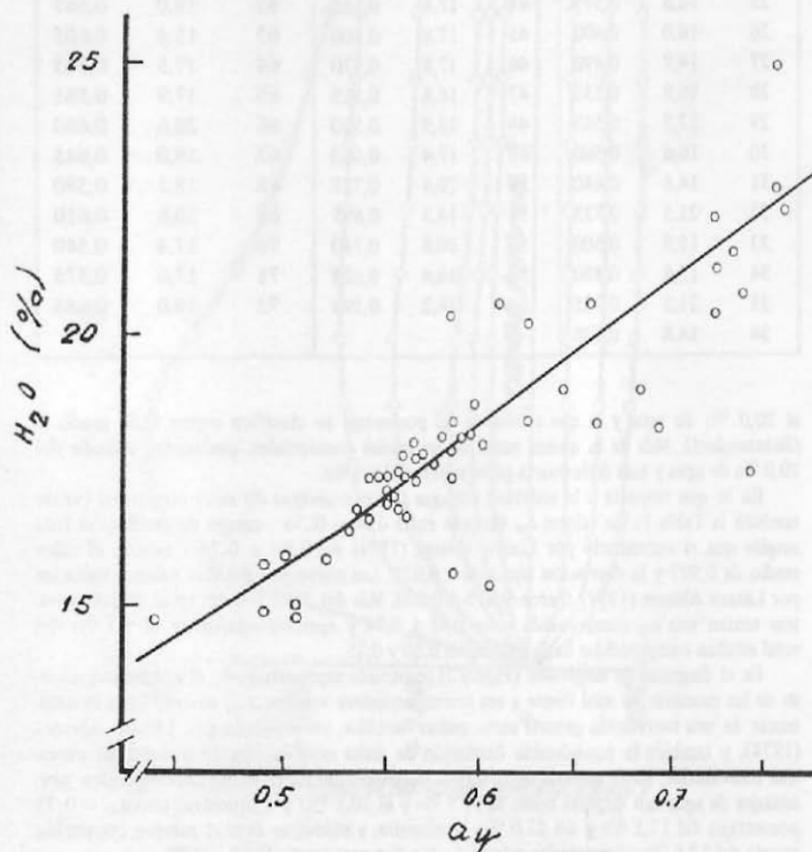


FIGURA 2. Diagrama de dispersión obtenido representando el contenido en agua frente a la actividad del agua de 55 muestras de miel.

Que la capa de levaduras tiene una célula de espesor y que se encuentra sobre, en o inmediatamente debajo de la interfase líquido-gas se comprueba porque al elevar la platina para explorar verticalmente el seno del producto no se observan nuevas células (el dial del mando de enfoque fino permite leer correcciones lineales mínimas de 2μ entre posiciones críticas de enfoque).

Las observaciones microscópicas comenzaron a efectuarse a los 15 días de registrarse la máxima variación del peso medio de las muestras de miel (véase Figura 1), al comprobarse el descenso de la curva de sorción de humedad de las mieles expuestas a una H.R. del 86 %. Aunque en tal momento había cesado prácticamente el proceso de difusión de agua de las muestras de miel no alteradas, es de esperar que las condiciones de equilibrio en la interfase líquido-gas y en la delgada capa superficial donde tiene lugar el crecimiento aeróbico de las levaduras se hubiesen alcanzado con bastante anterioridad (Mora Ventura, 1975). Durante el período experimental la temperatura se mantuvo a 20°C excepto en los tres últimos meses, aproximadamente, en que la temperatura ambiental sobrepasaba a veces a la temperatura de incubación, ascendiendo incluso en algunas ocasiones hasta los 36°C .

En diez de las 19 muestras de miel objeto de estudio se observó crecimiento microbiano. Seis de las 9 muestras en que no se detectó crecimiento masivo de levaduras y/o mohos habían sido pasteurizadas ($65^{\circ} \text{C}/30 \text{ min.}$) en el laboratorio por hallarse inicialmente en estado granulado. Las muestras tratadas térmicamente en el laboratorio sirvieron de testigo de que, en las condiciones experimentales del presente trabajo y debido probablemente a la elevada viscosidad del producto, no se produjeron contaminaciones cruzadas por microorganismos osmotolerantes. Las tres restantes muestras no alteradas eran productos sucedáneos elaborados con azúcar que probablemente habían sido comercialmente pasteurizadas.

De las diez muestras alteradas 5 lo fueron por crecimiento exclusivo de levaduras, 3 por desarrollo de levaduras y hongos y 2 por proliferación de hongos filamentosos solamente.

Al comienzo de las observaciones se había producido ya crecimiento masivo de levaduras y/o mohos a valores a_w interfaciales de 0,86 y 0,79 en las diez muestras contaminadas por microorganismos osmotolerantes viables. A dicho crecimiento se debe que las mieles expuestas a la humedad relativa más alta (86 %) experimentasen a partir del primer mes de exposición una acusada pérdida media de peso a consecuencia principalmente de la producción microbiana de dióxido de carbono. Por fortuna en condiciones naturales la miel no alcanza nunca valores a_w tan elevados, propicios al rápido crecimiento microbiano.

Más interesantes y útiles a efectos prácticos son los resultados relativos al crecimiento a valores a_w más bajos, comprendidos ya dentro del rango de oscilación normal de la actividad del agua hallado en las mieles comerciales de nuestro país.

A un valor $a_w = 0,75$, próximo al límite superior de oscilación hallado en las mieles comerciales (el 5 % de las mismas tenían una $a_w \geq 0,75$), se observó también crecimiento masivo de levaduras en menos de 2 meses en todas las muestras contaminadas menos en una que permaneció inalterada durante todo el período experimental. La ausencia de crecimiento en la última se explica probablemente, aunque sin excluir la influencia de otros posibles factores, por la menor osmotolerancia de las especies o cepas contaminantes, que tendrían una a_w mínima de crecimiento superior a 0,75. En las tres muestras contaminadas por hongos y levaduras los primeros aparecieron también a los 2 meses o antes, mientras que en las dos muestras contaminadas solamente por hongos éstos se desarrollaron más tarde (ca. 3-4 meses). Las diferencias observadas en la velocidad de crecimiento pueden explicarse en todos los casos porque la a_w del sustrato se aproxime

más o menos a la a_w mínima de crecimiento de las diversas especies o cepas contaminantes y/o a la posible influencia de factores inherentes al producto.

A valores a_w interfaciales de 0,73 (aproximadamente el 10 % de las muestras comerciales poseían un valor $a_w \geq 0,73$) el crecimiento aeróbico de levaduras en las diferentes muestras se detectó entre la 6.^a y la 10.^a semanas, produciéndose crecimiento de hongos sólo en una de las muestras. A valores a_w inferiores (inmediato inferior = 0,70) ya no se detectó crecimiento de hongos.

En relación con el crecimiento de los hongos es preciso señalar que el talo vegetativo no aparecía en la superficie del producto sino debajo de la misma, donde el valor a_w puede diferir del interfacial.

El crecimiento aeróbico masivo de levaduras a valores $a_w = 0,70$ (el 16 % de las muestras de miel tenían una $a_w \geq 0,70$) sólo fue detectable a los 8 meses de incubación excepto en el caso de dos muestras en que ocurrió ya a las 10 semanas. A valores $a_w = 0,68$ ($a_w \geq 0,68$ en la quinta parte de las muestras analizadas) y con la sola excepción de una muestra, en la que el crecimiento era masivo a las 11 semanas, también tuvo lugar tras 8 meses de incubación. Según Pouncy y Summers (1939) la a_w mínima de crecimiento de las levaduras osmófilas en los productos azucarados es de aproximadamente 0,69.

A los valores a_w inferiores objeto de estudio (0,57, 0,52 y 0,44) no se detectó crecimiento microbiano alguno, hecho esperado ya que para la levadura más osmotolerante presente en la miel, una cepa de *S. rouxii*, la a_w mínima de crecimiento más baja que se ha señalado es de 0,62 (Von Schelhorn, 1950; Schachinger y Heiss, 1951) y la del microorganismo más osmotolerante que se conoce, el hongo *Xeromyces bisporus*, es de aproximadamente 0,60 (Scott, 1957; Pitt y Christian, 1968).

Es lamentable no haber podido utilizar en el presente trabajo soluciones salinas que produjesen humididades relativas constantes intermedias que cubriesen el relativamente amplio e interesante margen del 68 al 57 %.

WATER ACTIVITY OF THE MOUTH AND PHARYNX OF THE COMMON FRUIT
FLY, *DROSOPHILA MELANOGASTER*

RESUMEN

The water activity of the mouth and pharynx of the common fruit fly, *Drosophila melanogaster*, was determined by the method of Wilmore and Butler (1955). The water activity of the mouth and pharynx was found to be 0.98 and 0.97, respectively, at 25°C. The water activity of the mouth and pharynx was found to be 0.98 and 0.97, respectively, at 25°C.

AGRADECIMIENTO

A la Dra. María de la Asunción Esteban Quílez, por la ayuda que me ha prestado.

INTRODUCTION

There is little information available regarding the water activity of the mouth and pharynx of the common fruit fly, *Drosophila melanogaster*.

WATER ACTIVITY OF THE HONEY AND GROWTH OF OSMOTOLERANT MICROORGANISMS

SUMMARY

The water content of 55 samples of commercial honey ranged between 14,8 and 25,0 % (the average moisture content was 18,1 % and the standard deviation 2,15). Water activity ranged between 0,44 and 0,76, the mean (\pm standard deviation) being $0,60 \pm 0,07$. There are a linear relationship between both variables, but many individual samples deviate considerably of the general relationship. More than 75 % of the samples were contaminated with viable, osmotolerant organisms (50 % yeasts, 30 % yeasts and molds and 20 % molds). It has been detected differences both in the minimum a_w for growth and in the rate of growth at different a_w values, the yeasts being more osmotolerant (can growth at $a_w = 0,68$) than the molds (minimum $a_w > 0,70$).

KEY WORDS

Honey, water activity, osmotolerant organisms, a_w and microbial growth, microbial stability and a_w .

BIBLIOGRAFIA

- A.O.A.C. (1965) "Official Methods of Analysis of the Association of Official Agricultural Chemists", 10 th ed., Washington, D.C.
- CHATAWAY, H. D. (1935) *Canad. Bee J.*, 43, 215.
- ESTEBAN QUILEZ, M.^a Asunción (1975) Comunicación personal.
- INGRAM, M. (1955) "An introduction to the biology of yeasts", Bath: Pitman Press.
- LANDROCK, A. H. and PROCTOR, B. E. (1951) *Food Technol.*, 5, 332.
- LAZARO ALVAREZ, F. (1974) Tesina de Licenciatura, Facultad de Veterinaria, Universidad de Córdoba, España.
- MARTIN, E. C. (1958) *Bee World*, 39, 165.
- MORA VENTURA, M.^a Teresa (1975) Tesina de Licenciatura, Facultad de Veterinaria, Universidad de Córdoba, España.
- MOSSEL, D. A. A. and SUMMERS, B. C. L. (1939) *J. Appl. Bact.*, 18, 232.
- MUÑOZ SANCHEZ, M.^a Teresa (1975) Comunicación personal.
- ONISHI, H. (1957) *Bull. agric. Chem. Soc. Japan*, 21, 137.
- PITT, J. I. and CHRISTIAN, J. H. B. (1968) *Appl. Microbiol.*, 16, 1853.
- POUNCY, A. E. and SUMMERS, B. C. L. (1939) *J. Soc. Chem. Ind.*, 58, 162.
- ROCKLAND, L. B. (1960) *Anal. Chem.*, 32, 1375.
- ROMERO FABRE, Piedad (1972) Tesis Doctoral, Universidad Complutense de Madrid.
- SCHACHINGER, L. and HEISS, R. (1951) *Z. Lebensm-Untersuch. u. Forsch.*, 91, 117.
- SCHELHORN, M. von (1950) *Arch. Mikrobiol.*, 16, 347.
- SCOTT, W. J. (1957) *Adv. Food Res.*, 7, 83.
- TYSSSET, C., DURAUD, C. et TALERCIO, Y. P. (1970) *Rev. Med. Vet.*, 146.
- U.S.D.A. (1951) United States standards for grades of extracted honey, Washington, D.C.
- WEAST (1967-1968) "Handbook of Chemistry and Physics", 48 ed., Chemical Rubber Co.
- WHITE, J. W. Jr., RIETHOF, M. L., SUBERS, M. H. and KUSHNIR, I. (1962) *U. S. Dept. Agr. Tech. Bull.* 1261, Washington, D.C. 1-124.
- WHITE, J. W. and UNDERWOOD, J. C. (1974) In "Symposium: Sweeteners", ed. Inglett, G. E., Avi.