

CAMBIOS DE COLOR EN LA PIEL DEL DORADO (MAHI-MAHI, CORYPHAENA HIPPURUS) EN RELACION A LA FORMACION DE HISTAMINA

por C D Wood*, N Camba y M Grijalva

Instituto Nacional de Pesca
Casilla 5918
Guayaquil, Ecuador

Resumen

En el Ecuador se utiliza el cambio de color en la piel del dorado de amarillo a blanco como indicador de la calidad. Se investigó este cambio en relación a la formación de histamina bajo varias condiciones. Luego de este estudio se concluyó que, en combinación a otros parámetros como olor y textura, el color de la piel puede ser útil para distinguir pescado de buena calidad (grado A) y pescado de calidad inferior (grado B).

Sin embargo existen condiciones bajo las cuales es posible tener dorado no apto para consumo humano con piel amarilla, y por eso siempre es recomendable revisar todas las características sensoriales en la evaluación de calidad. Este cambio de color no hace posible la distinción entre dorado con niveles significativos de histamina. Solamente el buen manejo de dorado puede asegurar que la calidad del producto sea buena.

1. Introducción

El dorado (Mahi-mahi, Coryphaena hippurus) es un pescado bastante popular tanto en el mercado interno como de exportación. La mayoría de las capturas corresponde al sector artesanal usando sus buques pequeños de madera o fibra de vidrio.

Tradicionalmente no se usa hielo u otras medidas para enfriar el pescado. Por eso la exportación de este producto tenía una serie de problemas debido a su mala calidad, especialmente por altos niveles de histamina que pueden ser tóxicos (Bostock et al, 1985). Por esta razón la Food and Drugs Administration de los Estados Unidos puso una "alerta a la importación" en el producto congelado para controlar su entrada en ese país.

Los estudios de Bostock et al (1985) han mostrado que la formación de altos niveles de histamina en dorado es debido a su almacenamiento a temperaturas ambientales (25° - 30° C) por más de 9 horas, pero a temperaturas de 20° C o menos se puede evitar este problema. Por eso el uso de hielo para obtener un producto de buena calidad es imprescindible para la pesca artesanal en ambientes tropicales.

En los últimos años la industria pesquera ha mejorado mucho en el manejo de este pescado para la exportación. En la actualidad el uso de hielo en las canoas es normal para esta actividad. Sin embargo, existen problemas en cuanto a la calidad del pescado. Los pescadores no siempre hacen buen uso del hielo, y el pez puede morir en los espineles horas antes de sacarlo del mar. El dorado de mala calidad puede llegar a los intermediarios y por ende a las plantas procesadoras que exportan el producto.

El análisis químico de histamina es un proceso complicado que necesita un laboratorio y ciertos equipos y reactivos químicos. Se ha desarrollado un método rápido químico enzimático apto para el uso sin las facilidades de un laboratorio (Barratt y Camba, 1985). Sin embargo, la industria necesita un método más sencillo y no químico, de inspección para evaluar su producto.

La industria usa el cambio de color en la piel de la superficie ventral del pez de amarillo a blanco como el más importante indicador de calidad. Sin embargo, no se pudo encontrar ninguna información en la literatura científica sobre este cambio en relación a la formación de histamina. Por eso se realizó este estudio para investigar el cambio de color, analizando las muestras para histamina y calificando la calidad del pescado usando a la vez métodos sensoriales convencionales durante el deterioro de dorado a las actuales o simuladas temperaturas ambientales en el Ecuador.

* Overseas Development Natural Resources Institute/Overseas Development Administration, Gran Bretaña.

2 Materiales y métodos

2.1 Fuentes de dorado

Para la prueba de deterioro a temperaturas actuales ambientales se obtuvo pescado fresco durante un viaje de pesca del buque de capacitación 'Sirius' de la Escuela de Pesca de Manta, Ecuador. Se usaron espinel y línea (long lines) para pescar. Normalmente, pero no siempre, se obtienen los peces vivos.

Para las dos pruebas realizadas a temperaturas ambientales simuladas en el laboratorio se obtuvo pescado de la empresa exportadora 'Cepromar', de Guayaquil. El pescado había sido conservado en hielo alrededor de 24 horas desde la captura hasta el comienzo de la prueba, pero sin conocer las condiciones precisas del manipuleo.

2.2 Manejo de pescado

2.2.1 Bajo condiciones ambientales en el "Sirius"

Comenzando temprano en la noche, se dejaron al ambiente (23° - 26° C) tres pescados recién capturados, de los cuales el número 1 estaba muerto y los números 2 y 3 estaban vivos luego de su captura. Cada 1 - 3 horas se evaluó y se clasificó el estado de frescura usando el sistema de Connell (1975), mostrado en la Tabla 1, y el color de la piel fue notado.

Se clasificó el color visualmente usando una escala de 0% a 100% en la que 0% fue para un pescado completamente blanco en la superficie ventral y 100% para un pescado con la totalidad posible de coloración amarilla en esta parte. Se consideró para la clasificación la extensión e intensidad de coloración amarilla en la piel. Luego de las primeras 9 horas, en adición a la inspección, se tomaron muestras del músculo de un lado del pescado comenzando cerca de la cabeza. Las muestras fueron sacadas como trozos paralelos, dejando no menos de 10mm. de espacio entre ellos. Los trozos obtenidos se congelaron inmediatamente después de tomarlos. Estos se analizaron para su contenido de histamina. Se dejaron los pescados hasta que las características organolépticas indicaron que no eran aptos para el consumo humano (malos olores, pobre apariencia y textura).

Adicional al trabajo antes descrito se realizó un estudio comparativo de los cambios de color de la piel entre dorados al ambiente y en hielo.

2.2.2 Bajo condiciones ambientales simuladas en el laboratorio

Se realizó la Prueba No 2 usando un horno eléctrico (marca Afos mini kiln, Inglaterra) para mantener pescados a temperaturas entre 30° y 35° C. En la Prueba No 3 se sumergió el pescado en agua entre 30° y 35° C para controlar su temperatura. Se utilizaron seis pescados para cada prueba que se realizó, usando los mismos métodos de inspección sensorial, clasificación de color, calidad y análisis de histamina que fue usado en la Prueba No 1. Se controló el pescado cada 2 a 4 horas y se empezó a tomar muestras para el análisis de histamina a partir de ocho horas.

2.3 Análisis de histamina

Los análisis se realizaron de acuerdo con el método fluorométrico de Taylor *et al* (1978). Las muestras fueron desmenuzadas y homogenizadas en un molino eléctrico previo a los análisis de histamina. Se realizó la extracción inicial con metanol y se las transfirieron en n-butanol luego a ácido para aislar la histamina de otras sustancias interferentes. La fluorescencia es desarrollada por la reacción química entre la histamina extraída y el o-phthalaldehído (OPT, de BDH Chemicals, Inglaterra). La fluorescencia fue medida en un fluorómetro tipo Turner III (Turner Designs, USA) con filtros de 360nm (primario), 450nm (secundario).

3. Resultados

En las Figuras 1 a 6 se muestran los cambios de color de la piel, calidad y contenido de histamina de pescado versus tiempo de almacenamiento bajo las tres condiciones diferentes. En las Figuras 1, 3, 5 se muestra el

color y calidad y en las Figuras 2, 4, 6 la histamina y calidad. Debido a la existencia de datos coincidentes, para la elaboración de los gráficos no se presentan líneas para todas las pruebas. Se escogieron líneas que muestran las tendencias de los datos y que indican las diferencias entre los pescados.

Las líneas horizontales arriba de los gráficos representan el grado de calidad del pescado, y las líneas cortas verticales indican las horas de inspección. Las líneas en la parte que coinciden significa que hubo pescado de los dos grados.

En la Prueba No 1 (Figuras 1 y 2) bajo las condiciones ambientales (temperatura 23° a 26° C) la pérdida de color amarillo era más rápido que la acumulación de histamina. Solamente en la muestra 1, que llegó muerto cuando era transportado al buque en la línea de pesca, acumuló niveles significativos de histamina en 24 horas de almacenamiento. Sin embargo este pescado había perdido mucho de su color antes de llegar a bordo luego de su captura.

Las muestras (pescados) 2 y 3 entre 4 a 6 horas después de morir estaban en la etapa de rigor mortis. La muestra número 1 había pasado esta etapa antes de traerlo a bordo. Una cuarta muestra (pescado) capturado al día siguiente estuvo en rigor mortis entre 1 - 3 horas después de haber muerto, perdiendo el color amarillo de su piel en un lapso de 7 a 8 horas como en las pruebas anteriores. En comparación el dorado almacenado en hielo pasó la etapa de rigor mortis después de 40 horas y presentaba una pérdida de coloración ligera durante este período.

El dorado con piel amarilla era de grado A, sin histamina. El cambio de amarillo a blanco coincidió más o menos con el cambio de grado A a B que sucedió después de 8 horas. No hubo formación de niveles significativos de histamina hasta que estuvo el pescado en el grado C (no aceptable debido a sus características sensoriales). El cambio de color de la piel no fue útil para distinguir entre pescados de grado B y C.

Las dos pruebas en el laboratorio indicaron que bajo otras condiciones el cambio en el color de la piel puede ser mucho más lento. En la Prueba No 2 en el horno, la piel del pescado se secó y como indica la Figura 3 bajo estas condiciones hubo poca pérdida del amarillo. Sin embargo, el deterioro y formación de la histamina continúa en la forma normal (Figura 4) y fue posible obtener pescado con piel bien amarilla de grado C y con niveles muy altos de histamina (más de 100 mg%).

La Figura 5 indica que en las muestras en agua a temperaturas entre 30° y 35° C (Prueba 3) la pérdida de amarillo de la piel fue más lento que en la primera prueba (bajo condiciones ambientales). Después de 12 horas hubo pescado (especialmente la muestra No 5) que retuvo algo de la coloración amarilla de la piel pero que tuvo niveles muy altos de histamina.

En las pruebas vale notar que en ninguna muestra hubo niveles significativos de histamina en el pescado de grado A. Sin embargo ciertas muestras clasificadas como grado B (normalmente considerado como apto para el consumo humano) contenían altos niveles de histamina y en varios casos en la Prueba 3 tenían más de 100mg%, que es un nivel considerado como tóxico.

En las muestras tomadas en varios tiempos y provenientes del mismo pescado, hubieron ciertas variaciones en los niveles de histamina, especialmente en la Prueba 3 (Figura 6). También se revelaron diferencias entre pescados en cuanto a la velocidad de acumulación de histamina.

4. Discusión y conclusiones

4.1 Relación entre el color amarillo y la calidad de dorado

El dorado recién capturado tiene una superficie ventral amarilla. Sin embargo, hay bastante diferencias entre la intensidad y extensión del color entre peces diferentes. Durante el deterioro del pescado hay una pérdida del color. Las tres pruebas han mostrado que la velocidad de la pérdida del color depende no solamente de que la velocidad de deterioro de pescado sino de las condiciones del manejo luego de su captura. Es notorio que si la piel puede secarse durante el manipuleo, la pérdida del color amarillo es mucho menos rápido que bajo condiciones de humedad, mientras que no afecte el deterioro general.

Por eso, se puede concluir que no hay una relación fija entre la calidad o frescura del pescado y la intensidad e extensión del color amarillo de la piel. Sin embargo la primera prueba (abordo de un buque pesquero) indicó que bajo estas condiciones "normales" el pescado con una fuerte coloración amarilla estaba de buena calidad y el pescado "blanco" estaba de calidad inferior. Por eso, este cambio de color es útil como indicador de calidad pero solamente de confianza en combinación con los otros indicadores de calidad como olor, apariencia de los ojos, etcétera.

4.2 La coloración amarilla y el contenido de histamina

Como en la calidad en general, no hay una relación fija entre el color de la piel y contenido de histamina. Los datos indican que los pescados clasificados con grado A debido a sus características sensoriales no contenían histamina y normalmente tenían la piel color amarillo. Sin embargo, lo contrario no es verdad; pescado con piel amarilla, puede ser de grado B o C y puede contener histamina bajo ciertas condiciones.

El cambio de color no es útil para distinguir entre pescados de calidad inferior (grado B) y pescados no aptos para el consumo humano (grado C) porque los dos grados tenían el mismo color bajo las condiciones usadas. El olor y la textura del pescado son los indicadores más importantes para distinguir los dos grados pero ni el color de la piel, olor y textura sirvieron para distinguir el pescado de calidad inferior, pero aparentemente apto para el consumo humano que en realidad contenía niveles excesivamente altos de histamina. Esto está en concordancia con Bostock *et al* (1985) que concluyeron que el análisis organoléptico no puede identificar pescado con estas características.

4.3 Anomalías en los sistemas experimentales usados

Las variaciones en los niveles de histamina observados en las Pruebas 2 y 3, probablemente son debido a la formación no uniforme de histamina en las diferentes partes del pescado y diferencias entre un pescado y otro. Bostock *et al* (1985) también encontraron variaciones grandes entre pescados.

No se sabe por que la pérdida del color en la piel fue más rápido en la Prueba No 1 que en la Prueba No 3, bajo condiciones húmedas y más calientes. El uso de pescado enhielado con anterioridad para la Prueba No 3 podría ser un factor, también la protección del oxígeno del aire dado por la inmersión en el agua en la misma prueba. Acumulación de histamina en el dorado enhielado con anterioridad fue similar a la del dorado no enhielado investigado por Bostock *et al* (1985).

4.4 Deficiencias en las prácticas de inspección de dorado

Sin duda se ha mejorado el manejo de dorado para exportación, especialmente en el uso de hielo en las canoas artesanales. Sin embargo, en la actualidad algunos lotes de dorado del Ecuador han sido rechazados por contener alto índice de histamina. No se sabe si el problema radica en el hecho de que el exportador solo basa la calidad en el color de la piel. Entonces si realmente solo el "dorado amarillo" es exportado sin inspección más completa, existe la posibilidad de que se exporte dorado con altos niveles de histamina si la piel del pescado puede secarse durante el manejo. No se sabe si esto es un problema en la práctica en operaciones comerciales. Quizás sea más probable que se esté exportando dorado aparentemente de grado B que puede contener histamina.

4.5 Necesidad para más investigación

Existe la necesidad de una investigación de las características sensoriales del dorado exportado en relación a su contenido de histamina para mejorar la inspección de pescado en las plantas de procesamiento. También existe la necesidad de continuar con el mejoramiento del manejo del dorado, especialmente a bordo en canoas, razón por la cual el proyecto de la Misión Británica conjuntamente con el INP sobre el uso de cajones con aislamiento térmico está ya en desarrollo.

Agradecimientos

Los autores quieren dejar constancia de su agradecimiento a la Escuela de Pesca de Manta y a la empresa 'Cepremar' por su valiosa colaboración durante estos trabajos. También a Marlená Hernández por su asistencia técnica durante los análisis de histamina y a Marjorie Cevallos por la elaboración de las Figuras.

Bibliografía

Barratt A y Camba N (1985) Modificación del método rápido enzimático colorimétrico para detectar la presencia de histamina en productos pesqueros. INP Boletín Científico y Técnico 8(2) 29-36.

Bostock T, Barratt A y Camba N (1985) Un estudio de histamina en dorado (Mahi-mahi, *Coryphaena hippurus*) y su relación con la calidad de producto de la pesca Ecuatoriana. INP Boletín Científico y Técnico 8(2) 1-24.

Connell J J (1975) Control of fish quality Fishing News (Books) Limited, Inglaterra 179pp.

Taylor S L, Lieber E R y Leatherwood M (1978) A simplified method for histamine analysis of foods. J. Food Sci. 43 247-250.

Tabla 1.-

Inspección y características del pescado fresco/húmedo

Grado de Calidad	Fresco	Menos fresco			Malo
	Extra	A	B	C (no apto)	
Piel	luminoso brillante	como cera	apagado, gris	gris, pérdida de colores y reducción	
Limo de piel	transparente	como leche	amarillo-gris, un poco coagulada	amarillo, marrón muy coagulada	
Ojos	convexos, retina negra, cornea transparente y brillante.	plano, retina un poco opaca, cornea un poco blanca como leche.	un poco cóncavo, retina gris cornea opaca	completamente hundidos, retina gris, cornea opaca y descolorida.	
Agallas	Rojas, brillantes limo transparente y brillante	Rosadas, limo como leche.	Gris, limo gris y un poco coagulado.	marrón, limo amarillo-gris, coagulado.	
Abdomen	luminoso, difícil romper	un poco apagado, difícil romper.	gravillado, un poco fácil de romper.	gravillado, fácil romper.	
Olores de agallas	fresco, de mariscos	sin olor, olor neutral	un poco mohoso	acético, de fruta, amino, azufre, malo.	

Fuente: *Connell (1975)*

FIG. 1 PERDIDA DE COLOR EN LA PIEL DEL DORADO A 23-26°C (Prueba 1)

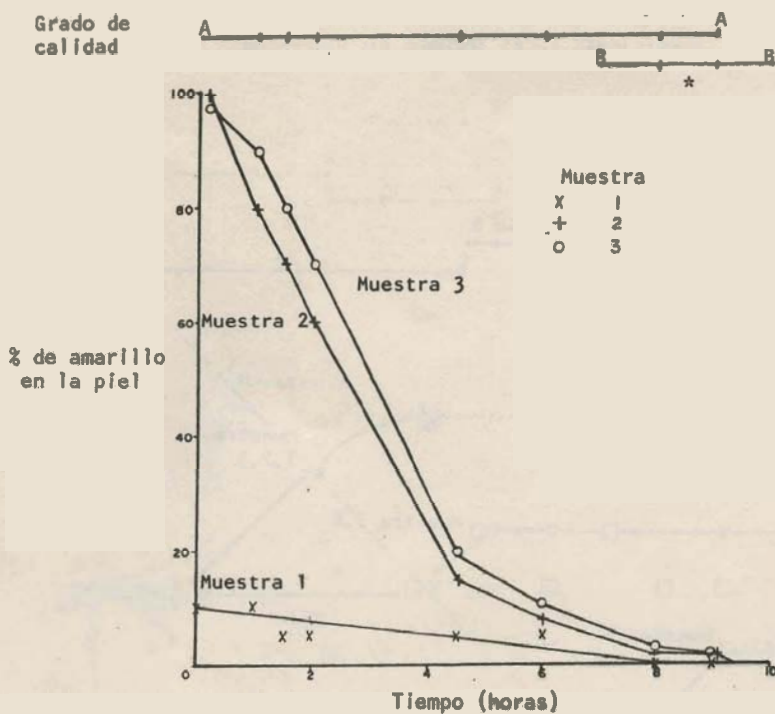
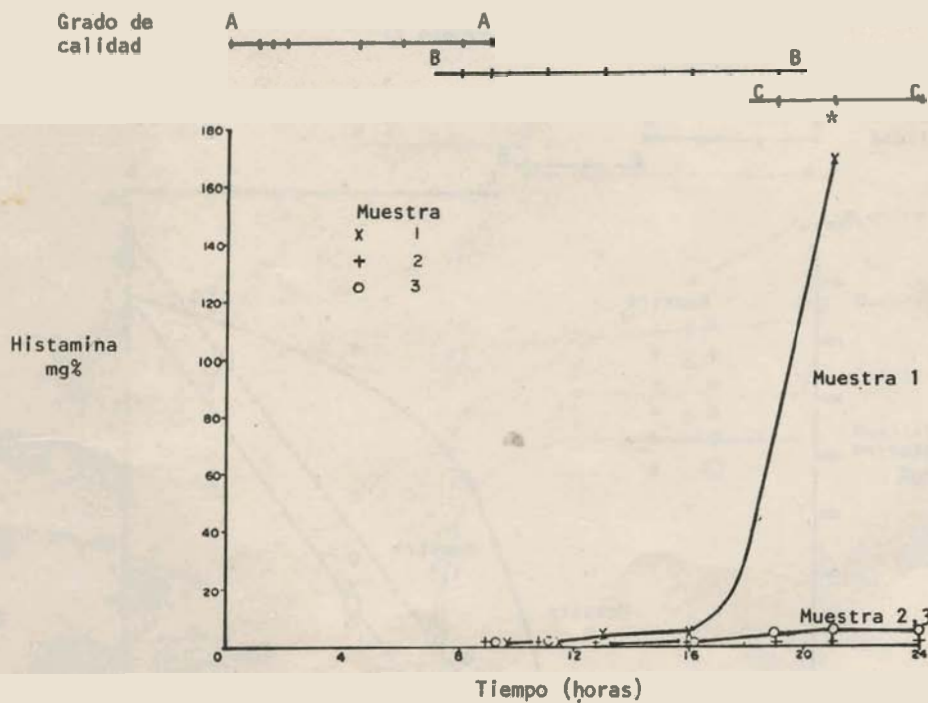


FIG. 2 ACUMULACION DE HISTAMINA EN EL DORADO A 23-26°C (Prueba 1)



NOTA: Se cambió el grado de calidad de la muestra 1 aproximadamente 2 horas antes de las muestras 2 y 3.

FIG. 3 PERDIDA DEL COLOR EN LA PIEL DEL DORADO A 30-35°C BAJO CONDICIONES SECAS (Prueba 2)

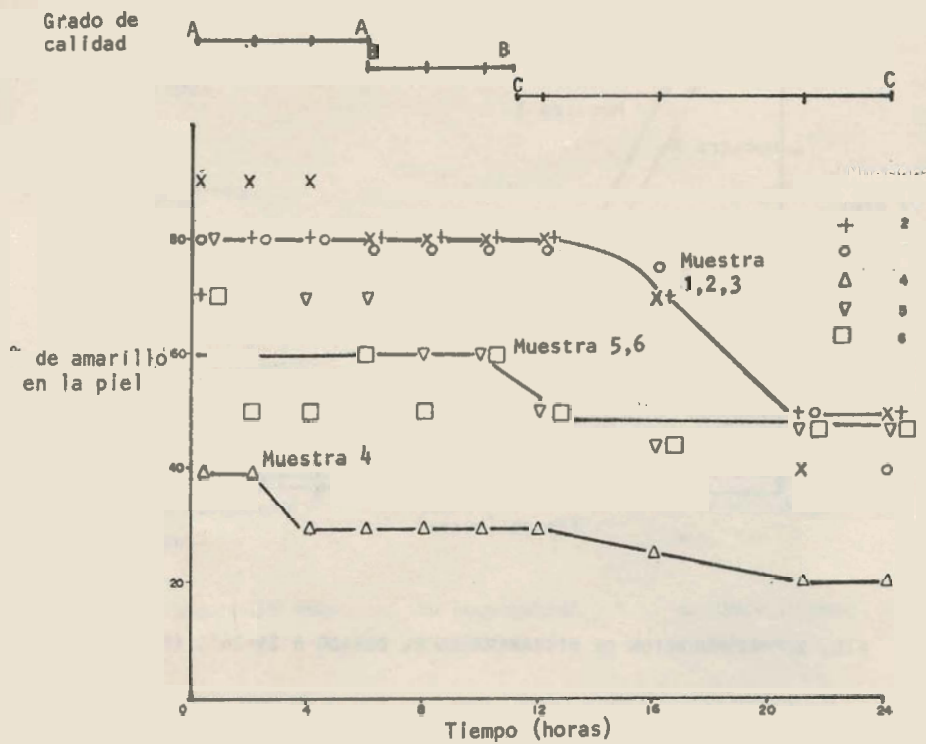


FIG. 4 ACUMULACION DE HISTAMINA EN EL DORADO A 30-35°C BAJO CONDICIONES SECAS (Prueba 2)

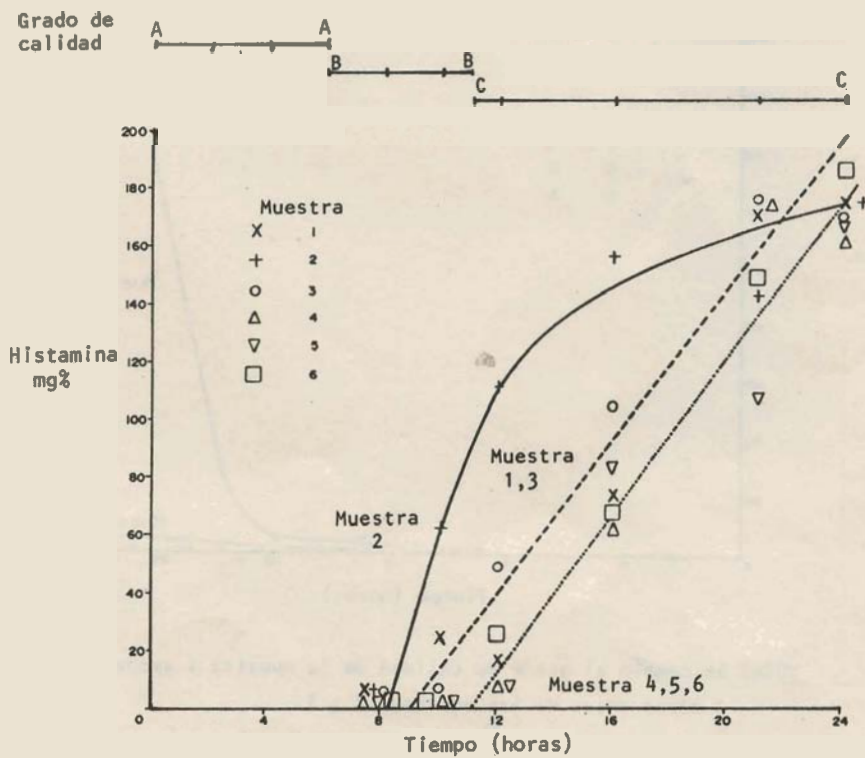


FIG. 5 PERDIDA DE COLOR EN LA PIEL DEL DORADO A 30-35°C BAJO CONDICIONES DE HUMEDAD. (Prueba 3).

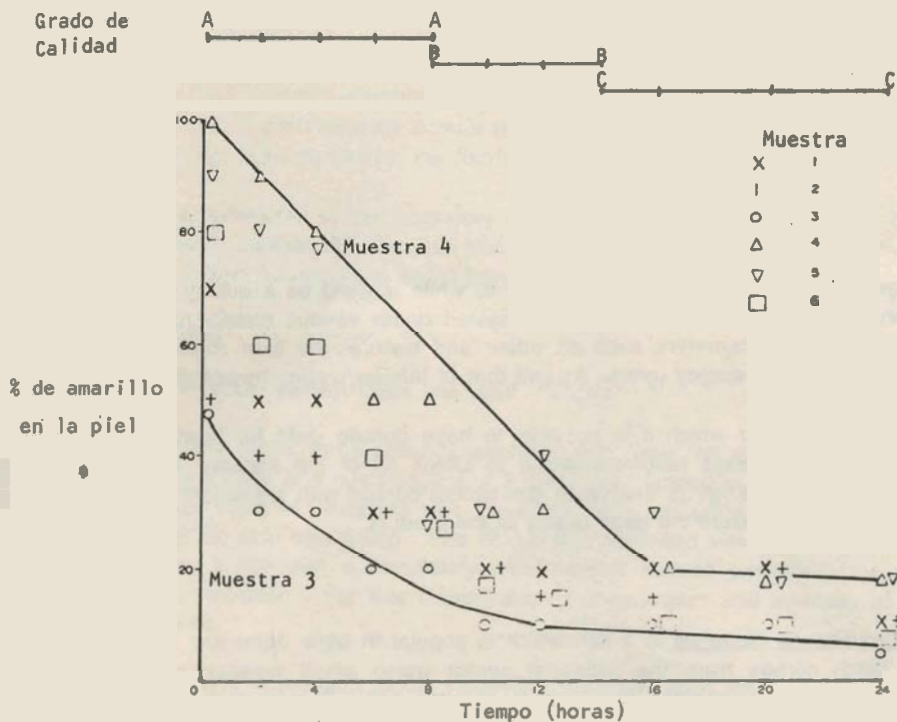
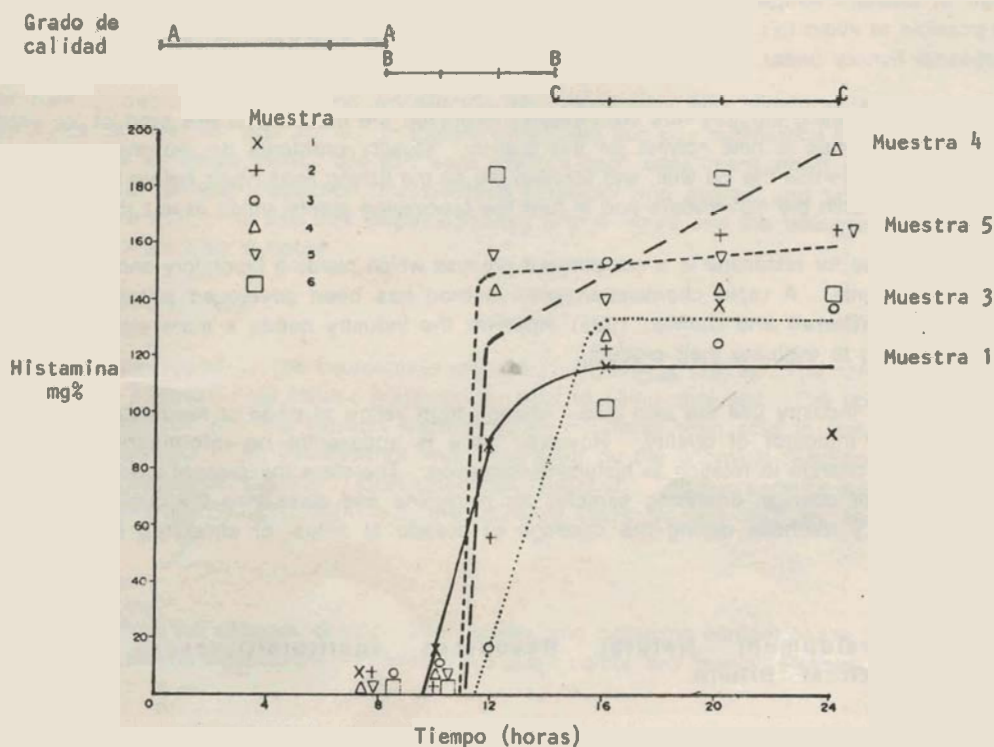


FIG. 6 ACUMULACION DE HISTAMINA EN EL DORADO A 30-35°C BAJO CONDICIONES DE HUMEDAD (Prueba 3).



COLOUR CHANGES IN THE SKIN IN RELATION TO THE FORMATION OF HISTAMINE IN DORADO (MAHI-MAHI, CORYPHAENA HIPPURUS)

by C.D.Wood*, N, Camba and M Grijalva

Instituto Nacional de Pesca
Casilla (PO Box) 5918
Guayaquil, Ecuador

Abstract

In Ecuador the change in colour of the skin from yellow to white is used as a quality indicator for dorado. This change in relation to histamine formation was investigated under various conditions. It was concluded that in combination with other parameters such as odour and texture, the skin colour could be useful in distinguishing between fish of high quality (grade A) and that of inferior quality (grade B).

However, conditions do exist under which it is possible to have dorado unfit for human consumption with yellow skin and therefore it is always recommendable to check all of the sensory characteristics when evaluating quality. This colour change is unable to distinguish dorado with significant levels of histamine. Only good handling practices can ensure the good quality of the product.

1. Introduction

Dorado (Mahi-mahi, Coryphaena hippurus) is a fish which is popular in both domestic and export markets. The majority of the catch comes from the artisanal sector using small wooden or fibre-glass boats. Traditionally neither ice nor other measures are used to chill the fish. Therefore the export of this product has a series of problems due to poor quality, especially high levels of histamine which can be toxic (Bostock et al, 1985). Because of this the United States Food and Drugs Administration put an "import alert" on the frozen product in order to control its entry into that country.

The studies of Bostock et al (1985) have shown that the formation of high histamine levels in dorado is due to its storage at ambient temperatures (25° -30° C) for more than 9 hours, but at temperatures of 20° C or less it is possible to avoid this problem. Therefore the use of ice to obtain a good quality product is essential for an artisanal fishery under tropical conditions.

In recent years the fishing industry has considerably improved the handling of this product for export. The use of ice in the canoes is now normal for this activity. Quality problems do, however, still exist. The fishermen do not always use the ice well, and fish can die on the fishing lines hours before being landed. Poor quality dorado can reach the fish-traders and in turn the processing plants which export the product.

The chemical analysis for histamine is a complicated process which needs a laboratory and certain equipment and chemical reagents. A rapid chemical/enzymic method has been developed suitable for use without laboratory facilities (Barratt and Camba, 1985), however the industry needs a more simple, non-chemical method of inspection to evaluate their product.

Many sectors of the industry use the skin colour change from yellow to white of the fish's ventral surface as the most important indicator of quality. However there is apparently no information in the scientific literature about this change in relation to histamine formation. Therefore the present study was conducted to investigate the colour change, analysing samples for histamine and classifying the quality of the fish using conventional sensory methods during the spoilage of dorado at actual or simulated Ecuadorian ambient temperatures.

* Overseas Development Natural Resources Institute/Overseas Development Administration, Great Britain.

2. Materials and methods

2.1 Sources of dorado

For the spoilage trial at actual ambient temperatures fresh fish was obtained during a fishing voyage of the training ship "Sirius" of the Fisheries School (Escuela de Pesca), Manta, Ecuador. Long lines were used for fishing and normally, but not always, the fish was brought aboard alive.

For the two trials conducted in the laboratory at simulated ambient temperatures, fish was obtained from the exporter "Cepromar", Guayaquil. The fish had been kept on ice for about 24 hours from capture to the start of the trial, but without knowing the exact handling conditions.

2.2 Fish handling

2.2.1 Under ambient conditions on the "Sirius"

Starting early in the night, three recently captured fish were left at ambient temperatures (23° - 26° C), fish number 1 being dead and numbers 2 and 3 alive when landed on the boat. Every 1 - 3 hours they were inspected and their state of freshness was classified using the system of Connell (1975), shown in Table 1, and the colour of the skin was noted. The colour was classified visually using a scale from 0% to 100% in which 0% was for a fish with a completely white ventral surface and 100% for a fish with the maximum possible yellow colouration. For this classification the extension and intensity of yellow colouration of the skin was considered.

After the first 9 hours, in addition to the inspection, samples were taken of the muscle from one side of the fish, starting near the head. The samples were taken as parallel portions, leaving at least 10 mm between each. The samples obtained were frozen immediately after being taken. These were analysed for their histamine content. The fish were left until their organoleptic characteristics indicated that they were unfit for human consumption (bad odours, poor appearance and texture).

Additional to the experiment described above a comparative study of the colour changes of the skin of dorado at ambient temperatures and on ice was conducted.

2.2.2 Under simulated ambient conditions in the laboratory

Experiment 2 was conducted using an electric kiln (Afos mini kiln, England) to maintain the fish at temperatures between 30° and 35° C. In Experiments 3 the fish was submerged in water between 30° and 35° C to control its temperature. Six fish were used in each experiment which were conducted using the same methods of sensory inspection, classification of colour and quality, and histamine analysis that was used in Experiment 1. The fish was inspected every 2 to 4 hours and the taking of samples for histamine analysis was started after 8 hours.

2.3 Histamine analyses

Analyses were performed by the fluorometric method of Taylor *et al* (1978). The samples were minced and homogenised in a Hobart type electric homogenizer prior to being analysed. The homogenised sample was extracted in methanol and the extracts transferred to n-butanol then acid to isolate the histamine from interfering substances. The fluorescence was developed by the chemical reaction between the extracted histamine and o-phthalaldehyde (OPT, BDH Chemicals, England). The fluorescence was measured in a Turner III Fluorometer (Turner Designs, USA) with the following filters; primary 360 nm, secondary 450 nm.

3. Results

Figures 1 to 6 show the changes of skin colour, quality and histamine content of the fish versus storage time under 3 sets of different conditions. Figures 1,3,5 show colour and quality, Figures 2,4,6 histamine content

and quality. Due to the presence of coincident data, for the preparation of the figures lines were not drawn for each sample. Lines were selected which show the tendencies of the data and which indicate the differences between the fish.

The horizontal lines above the graphs represent the quality grade of the fish, the short vertical lines indicating the time of inspection. Overlapping lines mean that there was fish of both grades.

In Experiment 1 (Figures 1 and 2), under ambient conditions (temperatures of 23° to 26° C) the loss of the yellow colour was more rapid than the accumulation of histamine. Only the first fish, which was landed dead on the fishing line, had accumulated significant levels of histamine in 24 hours of storage. However it had lost much of its colour before being landed.

The second and third fish were in rigor mortis between 4.5 and 6 hours after dying. The first fish had passed this stage before it was landed. A fourth fish captured the following day was in rigor mortis between 1.5 and 3 hours after being killed losing the yellow colour of its skin in 7 to 8 hours as had the second and third fish (as shown in Figure 1). In comparison, dorado stored in ice passed through rigor mortis after 40 hours and lost very little of its colouration during this period.

Dorado with yellow skin was of grade A, without significant histamine levels. The change from yellow to white coincided more or less with the change from grade A to B, which took place after 8 hours. There was no formation of significant levels of histamine until the fish was of grade C (not acceptable due to its sensory characteristics). The colour change of the skin was not useful in distinguishing between fish of grade B and grade C.

The two experiments conducted in the laboratory indicated that under other conditions the change in the colour of the skin can be much slower. In Experiment 2, in the kiln, the fish skin dried out and as Figure 3 indicates under these conditions there was little loss of the yellow colouration. Deterioration and histamine formation, however, continued in the normal way (Figure 4) and it was possible to obtain fish with strongly coloured yellow skin which was of grade C quality and with a very high histamine content (over 100 mg%).

Figure 5 indicates that in the fish in water at temperatures between 30° and 35° C (Experiment 3) the loss of yellow colour from the skin was slower than in the first experiment (under ambient conditions). After 5 hours there was fish (especially number 5) which retained something of the yellow colouration of the skin but had very high levels of histamine.

In the Experiments 2 and 3 it is worth noting that none of the samples taken from fish classified as grade A contained significant levels of histamine. However certain fish classified as grade B (normally considered as apt for human consumption) contained high levels of histamine and in various cases in Experiment 3 they contained more than 100 mg%, a level considered to be toxic.

In the samples taken at different times from the same fish there were some variations in histamine levels, especially in Experiment 3 (Figure 6). Also differences between fish in relation to the velocity of histamine accumulation were observed.

4 Discussion and conclusions

4.1 Relationship between the yellow colouration and quality of dorado

Recently captured dorado has a yellow ventral surface. However there are significant differences in the intensity and extension of colouration between fish. During the deterioration of the fish there is a loss of colour. The three experiments have shown that the speed of colour loss depends not simply on the rate of deterioration of the fish but on the handling conditions used after capture. It is notable that if the skin can dry out during handling the loss of yellow colouration is much slower than under moist conditions while general deterioration is not significantly affected.

It can be concluded, therefore, that there is no fixed relationship between the quality or freshness of the fish and the intensity or extent of the yellow colouration of the skin. However, the first experiment (on board

the fishing boat) indicated that under those "normal" conditions fish with an intense yellow colour was of good quality and "white" fish was of inferior quality. Therefore this change in colour is useful as a quality indicator but reliable only in combination with other quality indicators such as smell, appearance of the eyes etc.

4.2 Yellow colouration and histamine content

As with general quality, there is no fixed relationship between skin colour and histamine content. The data indicate that the fish classified as grade A due to their sensory characteristics did not contain histamine and usually had yellow coloured skin. However the reverse is not true; under certain conditions yellow skinned fish may be of grade B or C and could contain histamine.

The change of colour is not useful in distinguishing between fish of inferior quality (grade B) and fish not fit for human consumption (grade C) because the two grades had the same skin colour under the conditions used. Smell and texture of the fish are the most important indicators for distinguishing the two grades, but neither the colour of the skin nor the smell and texture can distinguish between inferior quality fish which is apparently fit for human consumption but which in reality contains excessively high levels of histamine. This finding is in agreement with Bostock *et al* (1985) who concluded that organoleptic analysis cannot identify fish with these characteristics.

4.3 Anomalies in the experimental systems used

The variations in the levels of histamine observed in Experiments 2 and 3 are probably due to the non-uniform formation of histamine in the different parts of the fish and differences between one fish and another. Bostock *et al* (1985) also found large variations between fish.

It is not clear why the loss of skin colour in Experiment 1 was faster than in Experiment 3, under wet, warmer conditions. The use of fish which had been previously iced for Experiment 3 could have been a factor, also the protection from atmospheric oxygen given by the submerging of fish in water in the same trial. The accumulation of histamine in dorado which had been iced previously was similar to that for the uniced fish studied by Bostock *et al* (1985).

4.4 Deficiencies in dorado inspection practices

Without doubt the handling of dorado for export has been improved, especially in the use of ice in the artisanal boats. However some batches of dorado from Ecuador are still being rejected for having high levels of histamine. It is not known if the problem is that the exporters base their quality grading only on skin colour. If, in practice, only yellow coloured dorado is exported but without a more complete inspection, the possibility exists that products with high levels of histamine can be exported if, during handling, the skin of the fish dries out. It is not known if this is a problem in practice during commercial operations. Perhaps more probably it is the exportation of fish apparently of grade B which actually contains histamine which leads to rejections.

4.5 Need for further investigation

There is a need to investigate the sensory characteristics of exported dorado in relation to their histamine content in order to improve fish inspection in the processing plants. Also there is a need to continue with the improvement of dorado handling, especially on the fishing boats and for this reason the British Mission and the INP are investigating the use of thermally insulated boxes.

Acknowledgements

The author's would like to thank the Fisheries School (Escuela de Pesca, Manta) and the exporters "Cepromar" for their collaboration during this work. Also we thank Marlina Hernandez for technical assistance during the analysis of histamine and Marjorie Cevallos for the preparation of the Figures.

References

Barratt A and Camba N (1985) Modificación del método rápido enzimático colorimétrico para detectar la presencia de histamina en productos pesqueros. INP Boletín Científico y Técnico 8(2) 29-36.

Bostock T, Barratt A and Camba N (1985) A study of histamine in dorado (Mahi-mahi, Coryphaena hippurus) and its relationship with the quality of the product from the Ecuadorian fishery. INP Boletín Científico y Técnico 8(2) 1 -24.

Connell J J (1975) Control of fish quality. Fishing News (Books) Limited, England 179pp.

Taylor S L, Lieber E R and Leatherwood M (1978) A simplified method for histamine analysis of foods. J Food Sci 43 247-250.

Table 1.-

Inspection and characteristics of fresh/wet fish

Quality Grade	Fresh	Less fresh		Bad
	Extra	A	B	C (unfit)
Skin	bright, shining, iridescent (not redfish) or opalescent, no bleaching	waxy, slight loss of bloom, very slight bleaching	dull, some bleaching	dull, gritty, marked bleaching and shrinkage
Outer slime	transparent or water white	milky	yellowish-grey some clotting	yellow-brown, very clotted and thick
Eyes	convex black pupil, translucent cornea	plane, slightly opaque pupil, slightly opalescent cornea	slightly concave, grey pupil, opaque cornea	completely sunken, grey pupil, opaque discoloured cornea
Gills	bright red mucus, translucent	pink, mucus slightly opaque	grey, bleached, mucus opaque and thick	brown, bleached mucus yellowish grey and clotted
Peritoneum	glossy, brilliant, difficult to tear from flesh	slightly dull, difficult to tear from flesh	gritty, fairly easy to tear from flesh	gritty, easily torn from flesh
Gill and internal odours	fresh, strong seaweedy, shellfishy	no odour, neutral odour, trace of musty, mousy, etc.	definite musty mousy etc, bready, malty etc.	acetic, fruity amines, sulphide, faecal

Source: Connell (1975)

FIG. 1 LOSS OF SKIN COLOUR OF DORADO AT 23-26°C (Experiment 1)

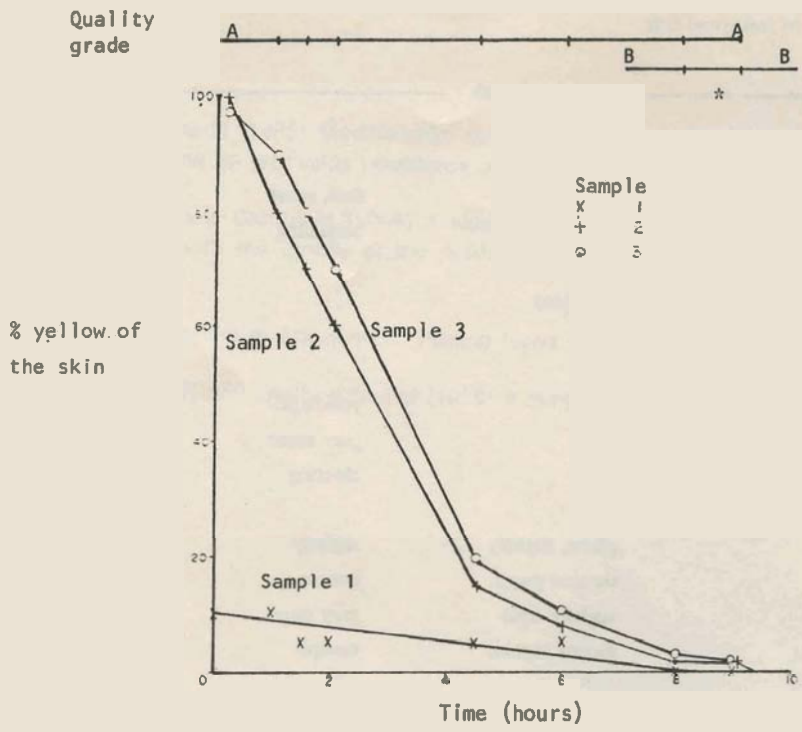
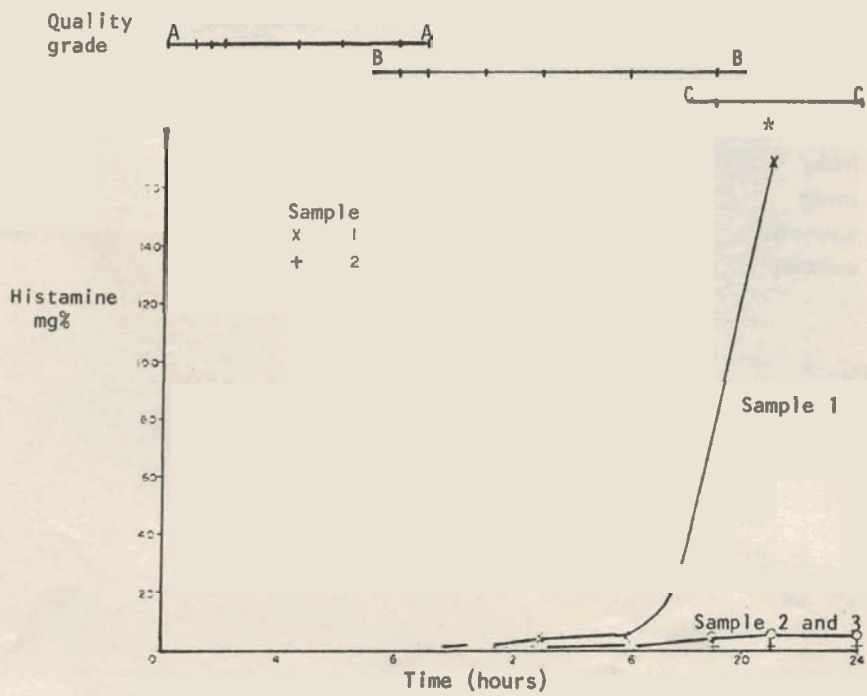


FIG. 2 ACCUMULATION OF HISTAMINE IN DORADO AT 23-26°C (Experiment 1)



Note*: The quality grade of sample 1 changed approximately 2 hours before samples 2 and 3.

FIG. 3. LOSS OF COLOUR OF DORADO AT 30-35°C UNDER DRY CONDITIONS (Experiment 2)

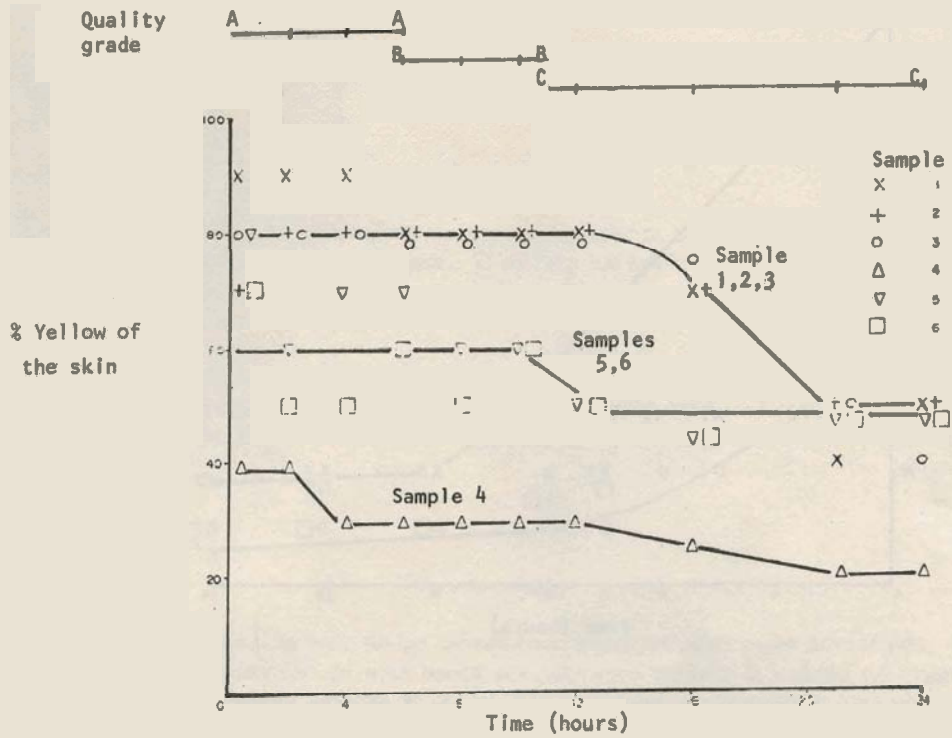


FIG. 4. ACCUMULATION OF HISTAMINE IN DORADO AT 30-35°C UNDER DRY CONDITIONS (Experiment 2)

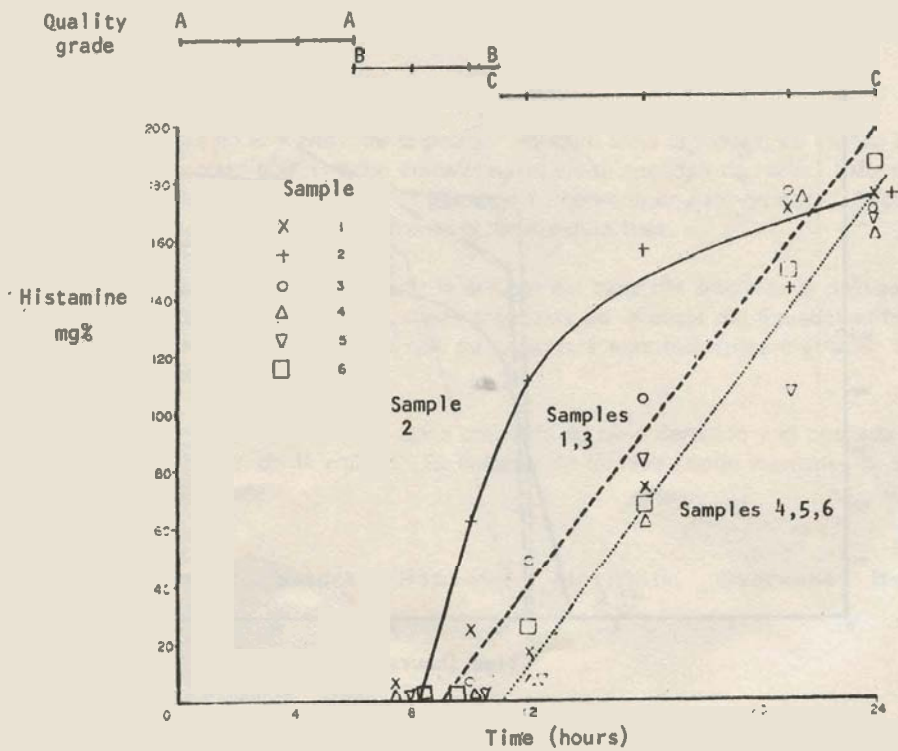


FIG. 5 LOSS OF SKIN COLOUR OF DORADO AT 30-35°C UNDER WET CONDITIONS (Experiment 3)

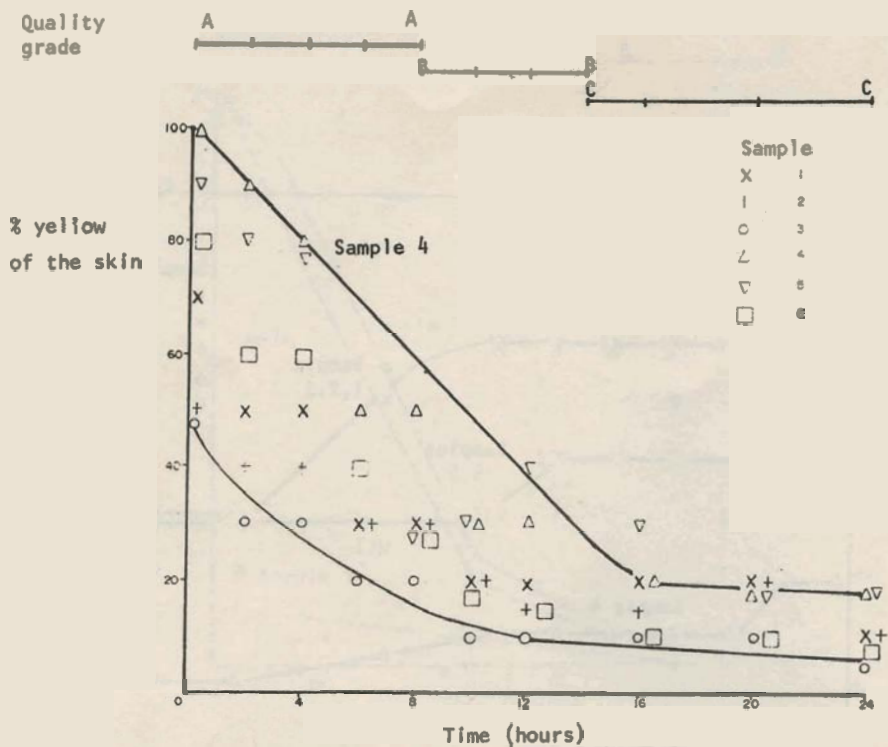


FIG. 6 ACCUMULATION OF HISTAMINE IN DORADO AT 30-35°C UNDER WET CONDITIONS (Experiment 3)

