

TABLA 12. EJEMPLO DEL FORMATO DE UNA ETIQUETA LLENADO CON LA INFORMACION REQUERIDA (CONTINUA).

<b>P I S C I N A</b>	
ALIMENTO BALANCEADO PARA TILAPIA	
DIETA PARA ENGORDA	
EN FORMA DE PELETS 5 PT	
CON NO MAS DE 5 % DE FINOS.	
SUMINISTRESE LIBRE A PARTIR DE 35 g	
Reg. SARH No. xxxxxxxx	
ANALISIS PROXIMAL GARANTIZADO	
PROTEINA CRUDA	MIN. 35 %
GRASA CRUDA	MIN. 6 %
FIBRA CRUDA	MAX. 4 %
E.L.N.	MIN. 30 %
HUMEDAD	MAX. 12 %
CENIZAS	MAX. 8 %
DIGESTIBILIDAD PROTEICA	MIN. 95 %
INGREDIENTES	
Harina de Soya (extr. solv., 44 % prot.), Maiz (amarillo, dent, harina), Maiz (gluten, 41 % prot.), Pescado (harina sardina, 60 % prot.), aceite (vegetal), fosfato dicálcico, cloruro de sodio, premezcla vitamínica PO (0.25 %), premezcla mineral PO (0.05 %)	
LOTE No. 12443a	PESO 45 kg NETOS
FECHA DE FABRICACION: 23-IV-89	
FECHA DE RECEPCION: 1-V-89	RECIBIO: F I R M A
HECHO EN MEXICO POR: ALIMENTOS PISCINA, S.A.	
Av. Tepeyac 326, Col. Modelo, MEXICO, D.F. C.P. 00355	
TEL. 999-99-99 APDO POST. 2345	
-----CORTE AQUÍ-----	
FECHA DE RECEPCION: 1-V-1989	RECIBIO: F I R M A

## B. MANEJO DEL ALIMENTO Y CALIDAD: METODOS ANALITICOS

M.en C. Maria Guadalupe Alanís Guzmán, Facultad de Ciencias Biológicas, UANL.

## Resumen

El control de calidad tanto del alimento terminado como de las materias primas a utilizar en la elaboración del mismo, tienen como objetivo principal, el de conocer el aporte químico y nutricional del mismo, para el desarrollo de la especie que se desea alimentar, así como detectar la presencia de compuestos tóxicos. Si ésto fuera en el alimento sería para decidir su uso de acuerdo a los niveles permitidos y los encontrados, y en el caso de materia prima, puede indicar condiciones de tratamientos especiales o de elaboración que puedan eliminar, inactivar o disminuir el tóxico en el alimento terminado.

Algunas determinaciones también cubren otro aspecto importante, detectando posible manejo, almacenamiento o procesamiento inadecuado.

El análisis de un alimento puede incluir desde técnicas básicas de rutina como es el análisis proximal que incluye determinación de los contenidos de humedad, ceniza, fibra, extracto etéreo, proteína cruda y extracto no nitrogenado.

También se determinan minerales individualmente, vitaminas y de ser necesario la calidad de los componentes del alimento desde el punto de vista nutricional, se cuantificarán los aminoácidos y ácidos grasos esenciales, así mismo se efectuarán ensayos *in vitro* o *in vivo* que indiquen la digestibilidad de nutrientes como proteínas y almidón, la disponibilidad de aminoácidos esenciales como lisina y metionina, el valor químico-nutricional de la proteína por el cómputo químico o inclusive ensayos biológicos que determinen de manera más real la calidad del alimento.

Estas determinaciones finales se emplean sobre todo a nivel de investigación en la selección de nuevas fuentes de nutrientes y desarrollo de productos con nueva tecnología.

Además de conocer la composición química, características físicas, así como color, olor, textura, etc., y valor nutricional del alimento o fuentes del mismo, existen otras técnicas que nos permiten reconocer el mal manejo o procesamiento en el alimento, como son los índices de peróxidos, de ácidos grasos libres, de ácido tiobarbitúrico, de putrefacción, contenido de sales de amonio o nitrógeno amoniacal, micotoxinas y ácido úrico, entre otras.

## CONTROL DE CALIDAD EN ALIMENTOS

El control de calidad de los alimentos y materias primas para la elaboración de los mismos se efectúa por medio de evaluaciones físicas, químicas, microbiológicas y biológicas.

En la evaluación se determinan características del producto tales como color, textura, olor, tamaño de partícula, densidad, e impureza.

## 1. ANALISIS PROXIMAL

Para determinar la composición química de un alimento utilizamos pruebas químicas y microbiológicas, principalmente. Las pruebas más comunes en el control de calidad son las determinaciones del esquema de Weende o análisis proximal:

A) Contenido de humedad obtenida gravimétricamente por diferencia después de secar la muestra a 105°C.

Esta determinación es importante para conocer si es necesario un secado previo al almacenamiento, así como las condiciones del mismo; el precio de compra en el caso de materias primas, o puede indicar inclusive un almacenamiento anterior o bien un acarreo inadecuado.

B) Contenido de proteína cruda el cual es determinado usualmente por el método de Kjeldahl, cuantificando el nitrógeno total de la muestra y convirtiéndolo a proteína cruda multiplicando el valor de éste por un factor que generalmente es de 6.25. Este factor de conversión se obtiene de asumir que las proteínas tienen en promedio 16% de nitrógeno en peso. Sin embargo existe una variación de 12 a 19 de nitrógeno entre proteínas de distintas fuentes; así tenemos los siguientes factores de conversión para materias distintas: para trigo, avena y cebada (granos) 5.83; arroz 5.95; soya (semilla o harina y sus productos) 5.71; cártamo 5.30; carnes y pescados 6.25 (Tacon, 1987).

La principal desventaja del método citado es el hecho de que no establece diferencia entre el nitrógeno proteínico y el no proteínico (NNP), sin embargo en la mayoría de los alimentos el nitrógeno no proteínico se encuentra en pequeñas cantidades, por lo que este método para la estimación de proteínas sigue siendo satisfactorio.

En el caso de algunos ingredientes no convencionales como la proteína proveniente de bacterias, algas y levaduras que contienen de manera importante ácidos nucleicos. O la gallinaza, cuyo contenido de nitrógeno es alto pero del que sólo aproximadamente un tercio es proteínico (aminoácidos y el resto es principalmente ácido úrico), es necesario cuantificar el nitrógeno no proteínico (ac. nucleicos, ac. úrico, urea y aminoazúcares) para hacer la corrección apropiada. Lo anterior debido a la limitada o nula facilidad de utilización del NNP por parte de peces y camarones.

Existen otros métodos para la determinación de proteínas como el de Lowry (8) y el de Biuret, que son específicos para

determinar proteínas pero que es impráctico en la rutina del análisis de alimentos por ser colorimétrico y requerirse entonces de una relativa pureza de la proteína en la muestra pues los pigmentos naturales del alimento, así como otros compuestos que desarrollan color en las condiciones de la determinación interfieren de manera importante. Además, en el caso del método de Biuret no cuantifica aminoácidos libres que pueden ser biológicamente utilizados, ya que el método se basa en la reacción del cobre con los enlaces peptídicos del péptido o proteína, (se puede utilizar satisfactoriamente en algunos cereales como trigo, maíz y en concentrados protéicos).

C) Contenido de lípidos: Se determina por extracción con solvente que puede ser éter, cloroformo, metanol y triclorofluorometano. Todos los lípidos así extraídos se llaman extracto etéreo, son no glicéridos y, ya que éstos tienen un bajo nivel energético, tanto para los peces como para camarones, es importante determinar los gliceros.

Es también importante mencionar que en el caso de bacterias, algas y levaduras, así como en productos tratados con altas temperaturas, los lípidos se encuentran en forma ligada y se requiere entonces de una hidrólisis en ácido clorhídrico 4 N previa a la extracción con éter.

D) Contenido de fibra cruda: Se determina en una muestra desgrasada, la cual es digerida con ácido diluido y posteriormente, con un álcali, siendo entonces el residuo orgánico que resiste este tratamiento lo que se reporta como fibra cruda. Esta fracción está compuesta de celulosa, hemicelulosa, lignina y pectina en el caso de productos de origen vegetal y por glucanos, mananos y aminoazúcares en los productos de origen animal (Badui, 1986).

Existen sin embargo otros métodos como el de Van-Soest que cuantifica las fracciones de la fibra: lignina, hemicelulosa, celulosa y sílice, (van Soest, 1963) y algunos métodos enzimáticos que en ocasiones además de caros pueden sobreestimar los resultados de fibra dietética (Olds, 1985).

Analíticamente sigue siendo insatisfactoria la metodología para conocer el contenido exacto de la fibra en alimentos y materias primas para la elaboración de los mismos; sin embargo, ya que los peces no pueden utilizar prácticamente nada de los componentes de la fibra (Smith, 1978), con excepción de algunos mariscos, puede considerarse satisfactorio el primer método descrito.

Es necesario conocer el contenido de fibra en los alimentos destinados a la alimentación en éste caso de peces ya que ellos no utilizan la fibra debido principalmente a su relativamente corto tracto gastrointestinal, que no posee bacterias productoras de celulasa en su flora; además un exceso en el contenido de fibra cruda causaría un efecto indeseable en el crecimiento y eficiencia alimenticia del pez (Tacon, 1987).

E) Los carbohidratos solubles o digeribles se determinan de ma-

nera indirecta, como extracto libre de nitrógeno, restando a 100 los porcentajes de humedad, proteína cruda, extracto etéreo, fibra cruda y ceniza. Actualmente existe metodología para cuantificar los carbohidratos de manera individual, azúcares, almidón y otros azúcares digeribles en los alimentos (A.O.-A.C., 1980), lo cual es importante en este caso ya que la utilización de los carbohidratos dietéticos en los peces depende grandemente de la complejidad o estructura química de la fuente de carbohidrato utilizada; ya que los disacáridos y polisacáridos digeribles tienen un efecto más benéfico en el crecimiento, que los monosacáridos (Tacon, 1987). También es importante el estado físico del carbohidrato usado (cocinado o gelatinizado por ej. el almidón).

En este caso del análisis de materias primas se puede utilizar bien el método del esquema de Weende por diferencia complementando el dato de extracto libre de nitrógeno con información sobre la composición de carbohidratos específicos de la materia prima en cuestión. Así, se conoce que la soya contiene 5 % de estaquiosa y 2 % de rafinosa, que la glucosa como la encontramos en papas, la levadura contiene glucógeno, los cereales principalmente almidón, así como las papas. En el caso del maíz y sorgos cereos su carbohidrato principal es amilopectina.

- F) Contenido de cenizas en el residuo inorgánico que permanece después de destruir por combustión en una mufla la materia presente en la muestra.

La composición mineral de la ceniza se puede determinar solubilizando las cenizas de ácido y analizándolas por absorción (A.O.A.C., 1980).

Si se desea conocer la composición mineral de las cenizas es importante considerar que para la calcinación no se debe utilizar temperaturas superiores a los 450 °C, ya que algunos elementos pueden volatizarse, por ej. el mercurio, el arsénico, el selenio, el fósforo, el cromo y el cadmio.

En algunas muestras el contenido de ceniza puede verse aumentando por la presencia de sílice que se encuentra asociado con la fibra, por ejemplo en cascarillas.

De cualquier forma el contenido total de cenizas da una estimación gruesa del contenido mineral en la materia prima o alimento.

## 2. OTROS ANALISIS

Además del análisis proximal las determinaciones siguientes son importantes:

- A) Composición de vitaminas, que pueden ser cuantificadas de manera individual por una variedad de métodos, que pueden ser microbiológicos (A.O.A.C., 1980).

En este caso lo práctico es cuantificar las vitaminas en muestras representativas del alimento ya elaborado, pues debido a la inestabilidad de la mayoría de las vitaminas ante fac-

tores tales como luz, calor, exposición al aire y medios ácidos, difícilmente podemos contar con las materias primas como aporte de vitaminas a la formulación ya que éstas se perderían de manera importante durante el procesado del alimento.

- B) El análisis de un alimento o de materias primas puede extenderse en algunas ocasiones hasta determinar componentes específicos nutricionalmente importantes como son los aminoácidos y los ácidos grasos. Generalmente en los primeros se cuantifican los aminoácidos esenciales para las especies de interés, y las determinaciones se pueden realizar por métodos químicos: espectrofotométricos como en la determinación de triptófano hidrolizando la proteína con papaina y en una muestra del hidrolizado se desarrolla un color violeta con ac. glioxílico que se utiliza para efectuar la cuantificación. La cromatografía en columna también es ampliamente usada con este fin.

Es recomendable considerar la disponibilidad de algunos aminoácidos esenciales para lo que existen métodos que cuantifican lisina el método se basa en la reacción de Sanger, en la cual el grupo E-amino de la lisina reacciona con 2-4, dinitrofluorobenceno formando un complejo de color amarillo cuya intensidad se lee a 360 nm (Carpenter, 1960; Conkerton y Frampton, 1959).

Se emplea también, y de manera muy efectiva las cuantificaciones de aminoácidos utilizando microorganismos como Leocostoc mesenteroides, Leocostoc citrovorum, Streptococcus faecalis, etc., creciendo en un medio completo pero cuyo único aporte del aminoácido investigado sea el alimento a analizar (Bressani, 1971; INCAP, 1980).

En cuanto a la composición de ácidos de los lípidos generalmente se determinan por cromatografía de gas, después de hacer la extracción y esterificación. Tanto la determinación de los aminoácidos de los ac. grasos son un indicador valioso de la calidad del alimento o de la materia prima.

- C) Factores antinutricionales endógenos se encuentran principalmente en ingredientes de origen vegetal y son factores que pueden limitar de manera importante la utilización del alimento por el organismo, por lo que en algunos casos es conveniente cuantificar algunos de ellos. Así se determinará gossipol si se utiliza torta de algodón, glucosinolatos si es torta de mostaza o colza, inhibidores de amilasa, si es de harina de papa, cianogénicos en sorgo etc. (Aguirre, 1979; Egan et al, 1987; INCAP, 1980; Conkerton y Frampton, 1959).

- D) Todas las determinaciones anteriores nos proporcionan un perfil del alimento "per-se", sin embargo el control de calidad debe incluir el estudio de la calidad de los nutrientes que han sido cuantificados; para esto además de los análisis de aminoácidos y de los ac. grasos que nos hablan de la calidad de las proteínas y grasa presentes en el alimento. Es necesario efectuar otras determinaciones como el índice de ácidos grasos libres, que indica el grado en el que se han descom-

puesto los glicéridos por acción de la lipasa o de alguna otra causa. La descomposición es acelerada por el calor y la luz, y ya que la rancidez es acompañada frecuentemente por la formación de ácidos libres, la determinación puede ser usada como una indicación de la calidad de los aceites y de un mal manejo del alimento. Analíticamente el índice de ácidos libres es el número de miligramos de hidróxido de potasio requeridos para neutralizar la acidez de 1 g de muestra.

El índice de peróxidos es un indicador del grado de rancidez oxidativa presente en el alimento, esta rancidez es acelerada por el calor, luz, humedad y presencia de metales de transición como el cobre, níquel y hierro. Esta determinación es generalmente volumétrica y se basa en la reacción del yoduro de potasio en solución ácida con el oxígeno combinado, seguida de titulación del yodo con tiosulfato de sodio.

Otros métodos utilizados para medir el grado de rancidez o descomposición de los componentes grasos de un alimento son el índice de Kreis, el de ac. tiobarbitúrico y el de ansidina. Estos últimos se basan en reaccionar aldehídos que se han formado de la oxidación de los peróxidos por los que nos hablan de un deterioro avanzado en la muestra.

E) Otro análisis que podemos utilizar para detectar deterioro en alimento son los siguientes:

- 1) Índice de putrefacción que es una prueba cualitativa con acetato de plomo que reaccionando con el ac. sulfhídrico, proveniente de la descomposición de la proteína, forma sulfuro de plomo de color negro dando en este caso positiva la prueba no debiéndose entonces utilizar el alimento.
- 2) Determinación de nitrógeno amoniacal o de sales de amonio. Es una prueba importante para determinar si parte del nitrógeno cuantificador en la determinación de proteína provenía de una adulteración con sales de amonio o inclusive de la descomposición de la proteína por putrefacción por lo que la función de esta prueba es doble, detectando adulteraciones o descomposición del alimento, y esto se confirma con la prueba de putrefacción.
- 3) Determinación de ácido úrico, el cual nos indica infestación por gorgojo u otros insectos en el alimento o algunos ingredientes por si hay el producto de excreción de nitrógeno en los alimentos (Alanis, 1984).

### 3. ASPECTOS NUTRICIONALES

Para determinar la calidad nutricional de un alimento además de cuantificar sus componentes es necesario determinar su utilización potencial por parte de organismos y así utilizan métodos *in vitro* de digestibilidad de proteína, de almidón y de materia orgánica, en cuyo caso se emplean enzimas y se reproducen condiciones similares a las presentadas por el organismo en la digestión de los nutrientes. Estos métodos, en ocasiones se discuten en cuanto a la validez de resultados pero son bastante efectivos

correlacionando en buena medida con métodos de digestibilidad *in vivo*.

Puede también utilizarse el "score" cómputo químico como buen indicador de la calidad de la proteína, comparando la composición aminoacídica de la proteína problema con la composición de una proteína patrón ideal o el requerimiento para la especie que recibirá el alimento, determinando si algún aminoácido es deficiente, así como el grado de utilización que tendrá la proteína en el organismo. Este método tiene un valor de correlación de 0.9 con el NPU (utilización proteínica neta) que es un método biológicamente válido.

Sin embargo siguen siendo los ensayos biológicos los más confiables para evaluar la calidad de un alimento, sobre todo en cuanto a la utilización o fijación de la proteína en los tejidos. En estos ensayos generalmente se toma como parámetros el crecimiento en tamaño o talla, la ganancia de peso y el balance de nitrógeno (Bressani, 1971).

En el primer caso se debe considerar que el aumento de talla o tamaño se ve afectado no sólo por la calidad de proteína sino por las condiciones genéticas climáticas, etc., que deben ser estandarizadas lo mejor posible.

En el segundo de los casos si se evalúa la calidad de la proteína el problema es que se supone que la ganancia de peso es ganancia de proteína, no siendo así, no se considera tampoco que puede haber cambios en la composición corporal en las distintas edades y que no siempre se reflejan en cambios de peso. Sin embargo, estos métodos son bastante prácticos y nos permiten comparar diferentes dietas indicando las mejores, y en algunas especies correlaciona bien con métodos más finos.

Y por último, los métodos que consideran el nitrógeno ingerido y retenido como el NPU son más finos en cuanto a que se consideran el nitrógeno ingerido, que absorbió y utilizó, fijándose en los tejidos. En este caso, el método es laborioso y se recomienda no con fines rutinarios, sino de investigación y evaluación inicial de alguna fuente de proteína.

Existen algunos métodos que evalúan la digestibilidad biológica de la proteína, mas no la utilización de la proteína absorbida por el organismo, siendo en el caso de peces difícil de efectuar la colecta válida de las heces, para su análisis.

### 5. CONTAMINANTES

Finalmente, dependiendo de su origen y procesamiento, los alimentos pueden contener distintos compuestos como toxinas de bacterias, algas, hongos y protozoarios, residuos de solventes, residuos de antibióticos, de pesticidas y de metales pesados entre otros. Así como presentar contaminación por microorganismos (2).

Un problema que puede presentarse con el uso de ciertos ingredientes de origen animal y vegetal es la variabilidad en su composición química en cortos periodos de tiempo, dependiendo en gran parte de la localidad de producción, condiciones climáticas