

Implementación de un método de determinación de fibra cruda en materias primas y producto terminado en alimentos para animales en CIPA S.A.

Implementation of a method of determination crude fiber raw materials and finished product

Diana Milena Ramírez Cardona; Juan Pablo Arrubla Vélez,
Escuela de Química, Universidad Tecnológica de Pereira, Pereira, Colombia
Correo-e: dimira29@hotmail.com; juanpablo77@utp.edu.co

Resumen— En este documento se describe la implementación de un método de determinación de fibra cruda (Norma Técnica Colombiana. NTC 5122) en materias primas y producto terminado en la empresa CIPA S.A de la ciudad de Cartago/Valle, esta implementación surge de la necesidad de tener un método alternativo que permita respaldar los resultados que obtienen por medio de espectroscopia infrarrojo. En la implementación de este método se encontró un buen rango de concentración de trabajo entre 10 y 28 %, con un coeficiente de varianza (CV) menor al 5 %. Se determinó el promedio del aporte de fibra cruda de las materias primas torta de palmiste y cascarilla de arroz y se creó el instructivo técnico para el laboratorio de control calidad de CIPA S.A. De este modo se garantiza la composición en fibra de los productos elaborados cumpliendo con las exigencias del Instituto Colombiano Agropecuario.

Palabras clave— alimento balanceado, calidad, fibra cruda, ICA.

Abstract— this document describes the implementation of a method of determination of crude fiber (Colombian Technical Standard. NTC 5122) in raw materials and finished products in the company CIPA S.A. in the city of Cartago / Valle. This implementation arises from the need to have an alternative method to support the results that is obtained by means of infrared spectroscopy. In the implementation of this method it was found a good range of concentration of work between 10 and 28% with a coefficient of variance (CV) less than 5%. The average supply of crude fiber in raw materials from palm kernel cake and rice bran was determined, and was created the technical instructions for the quality control of fiber on the CIPA laboratory. Thus the composition of the fiber in the final products is guaranteed, complying with the requirements of the Colombian Agricultural Institute.

Key Word — Balanced meal, quality, crude fiber, ICA.

1. INTRODUCCIÓN

La alimentación representa una parte significativa de gastos en la producción animal. Por lo tanto el empleo eficiente de las materias primas para producir alimentos balanceados, genera una disminución de costos.

CIPA S.A. Es una empresa que se dedica a producir y comercializar alimentos para animales en todas las líneas de explotación animal. Para las empresas de alimentos el aseguramiento de la calidad en sus productos es un punto clave a la hora de la competitividad en el mercado que hoy día se hace más difícil, ya que el cliente es mucho más exigente, es por esta razón que para CIPA S.A. el ofrecer alimentos balanceados y de excelente calidad hace parte su misión y sus prioridades logrando de esta manera crecer en el mercado nacional.

Con base a lo anterior para la compañía la calidad de las materias primas que se utilizan en la producción de los alimentos para animales debe cumplir con diferentes requerimientos establecidos en el registro ICA de cada referencia de producto terminado, certificado de análisis en materias prima y los parámetros nutricionales establecidos por el departamento técnico de la compañía, por lo cual se realizan análisis fisicoquímicos (proteína, grasa, cenizas, humedad, fibra, y calcio) que permiten conocer la

composición bromatológica de estas, determinando si cumple o no los parámetros ya establecidos.

Al igual que para las materias primas que es donde se empieza un trazabilidad del producto terminado, este también debe cumplir ciertos parámetros y se le realizan diferentes análisis fisicoquímicos para verificar que se está cumpliendo los parámetros que el proveedor certifica, con el fin de brindar un alimento balanceado y apto para el consumo de las diferentes líneas de explotación, buscando que el cliente realmente este comprando lo que se informe en la tabla nutricional del empaque. Uno de estos requerimientos nutricionales es el porcentaje de fibra que se determina a materias primas de origen vegetal y al producto terminado.

Por lo tanto se implementó un método de determinación de fibra en la empresa, esta estandarización es importante ya que brinda información acerca del aporte nutricional del producto terminado en este caso el porcentaje de fibra, que es importante y diferente para la dieta alimenticia de cada línea de explotación animal.

Para garantizar la calidad de los productos el ente de control que es el ICA registra y controla las plantas productoras, además registra y hace el seguimiento a los laboratorios de control de calidad de los alimentos.

Los alimentos balanceados son preparados con base en los requerimientos nutricionales de cada especie y aún cuando la dieta se formula para satisfacerlos, no siempre contiene los niveles de nutrientes calculados una vez preparado, debido a que el proceso usado en su elaboración puede alterar significativamente su valor nutricional; por ejemplo, el calor puede dañar algunos nutrientes y/o puede hacerlos más disponibles eliminando los tóxicos termolábiles, mientras que por otro lado la molienda puede afectar la digestibilidad de proteínas y carbohidratos. La calidad del alimento también se modifica después de pasar cierto tiempo en el almacén, donde además de sufrir cambios en el valor nutricional, se pueden presentar alteraciones en otras características como son el color, la textura, el sabor y el olor.²

Teniendo en consideración todos estos factores, resalta la importancia de tener un control de calidad de los ingredientes alimenticios y del producto terminado, con el fin de asegurar que la dieta posea los niveles nutricionales mínimos requeridos, ya que proporciona la composición exacta del material y el nivel de sustancias tóxicas normalmente presentes. Este control de calidad se inicia con el análisis de los ingredientes con que se elaborará el alimento y finaliza con la certificación de los niveles de nutrientes en el alimento

preparado, así como su adecuado almacenaje. Adicionalmente, es claro que solo es posible formular una dieta completa, si se conoce con precisión al menos la composición proximal de los ingredientes con que se elaborará, sin embargo, recomienda que el valor nutricional de un material usado en la formulación de alimentos, debe evaluarse con base en³:

- a. Su contenido de nitrógeno proteico y no proteico.
- b. La composición de aceites y ácidos grasos.
- c. El contenido de fibra cruda y carbohidratos solubles.
- d. Su contenido de minerales y vitaminas.
- e. La presencia de microbios.
- f. La presencia de compuestos orgánicos tóxicos.
- g. La variabilidad de la composición química.

CIPA S.A. por ser una empresa registrada como productora de alimentos para animales y sales mineralizadas debe estar sujeta a la resolución 1056 de 1996 del INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO (ICA) en la cual se dictan disposiciones sobre el control técnico de los insumos pecuarios.

Para poder estar certificada por el ICA la empresa debe contar con un laboratorio de control de calidad donde una de las labores que se debe hacer es el seguimiento a los parámetros nutricionales que la marca ofrece a sus clientes, por lo tanto cada aporte nutricional debe tener un método de análisis, que será verificado y auditado por el ente de control anualmente.

En este trabajo de grado se buscó implementar un método para la determinación de fibra cruda que le permita al laboratorio de control de calidad de la empresa CIPA S.A sede Cartago/Valle para hacer un seguimiento oportuno de las condiciones de las materias primas y producto terminado en este parámetro específico si es manera urgente y el tener un método alternativo que permita comparar los resultados que se obtienen por medio del equipo de espectroscopia en infrarrojo cercano o NIR (Near Infrared Spectroscopy) el cual fue adquirido por la empresa para la sede principal en la ciudad de Bello/Antioquia. Para tal fin se deja una guía de trabajo al laboratorio de control calidad donde se describe paso a paso de la metodología a realizar.

2. MARCO TEÓRICO

La fibra es una entidad heterogénea formada por varios componentes químicos de composición conocida, la fibra se

compone de celulosa, hemicelulosa y lignina. Para efectos prácticos, se ha definido en términos de fibra bruta o cruda (FB), fibra detergente neutra (FDN) y fibra detergente ácida (FDA), y se utiliza para la predicción de la calidad de los forrajes, la ingestión de la materia seca, la digestibilidad y el valor energético de los alimentos:

2.1 FIBRA CRUDA

Es el residuo orgánico combustible e insoluble que queda después de que la muestra se ha tratado en condiciones determinadas. Las condiciones más comunes son tratamientos sucesivos con éter de petróleo, ácido sulfúrico diluido, hidróxido de sodio. Este tratamiento proporciona la lignina, celulosa y hemicelulosa contenidas en la muestra.

La importancia de la fibra cruda es un tema significativo, desde la década de los 1970 se acepta que al formular dietas para especies monogástricas se debe considerar un nivel máximo de fibra cruda; lo contrario sucede en caso de formulación de dietas para poligástricos donde se debe considerar un nivel mínimo de fibra cruda. Lógicamente, la diferencia se debe a la fisiología digestiva propia de cada especie.

En el caso de los monogástricos, la digestión de los alimentos se realiza principalmente por acción enzimática. Sin embargo, en el caso de monogástricos herbívoros, el proceso de aprovechamiento de los alimentos se complementa con un proceso de fermentación. En ello, podemos citar como ejemplos al conejo, al caballo o al cuy. Estos animales si pueden utilizar la fibra cruda a través del proceso de fermentación en el ciego y cuyos productos son los ácidos grasos volátiles.

En cerdos y aves, el aprovechamiento de los nutrientes de los alimentos depende mayormente de la actividad enzimática que ocurre dentro del tracto digestivo del animal, con muy poca actividad fermentativa. Si se toma en cuenta una fórmula alimenticia para cerdos, se puede observar que aproximadamente el 8 % de la dieta está conformado por dos ingredientes de origen vegetal (maíz y torta de soya), ambos con características particulares (el maíz como fuente energía y la torta de soya como fuente de proteína).

Para efectos de la presente discusión es conveniente tener en cuenta mayormente los componentes de las paredes celulares. La fracción (FDN) está conformada por la hemicelulosa, celulosa y lignina. Dentro de estos tres, los monogástricos, en alguna medida pueden utilizar la hemicelulosa. Por otro lado, la fracción (FDA) está conformado por la celulosa y la

lignina, y estos son los dos componentes que los monogástricos no pueden utilizarlos dado que no cuentan con las enzimas específicas para su digestión.

Las determinaciones de las fracciones FDN y FDA de los alimentos no son procesos de rutina en algunos laboratorios de análisis químicos y a esto se puede agregar que los nutricionistas de monogástricos muy raras veces los consideran en la formulación de las dietas.

Otro concepto que se utiliza hoy en día en gran medida es el de polisacáridos no almidonados y dentro de esta fracción están considerados los β -glucanos, pectinas, gomas, incluyendo a la hemicelulosa y celulosa. Los tres primeros compuestos más el almidón resistente constituyen lo que se conoce como la fibra dietaria soluble.

Desde el punto analítico, la fibra dietaria total del alimento (o ingrediente) está conformada por todos los componentes de la pared celular más la fracción almidón resistente. Tal como se indicó anteriormente, esta fracción no es fácil, ni barata, de ser determinada con exactitud en el laboratorio. En la actualidad existe un kit comercial para su determinación.

La fibra cruda es una de las seis fracciones que reporta el análisis proximal del alimento y representa a la fracción insoluble después de ebulliciones sucesivas con ácido débil (H_2SO_4 , 1.25%) y álcali débil (NaOH, 1.25%); el protocolo de determinación de fibra cruda representa lo que le sucede al alimento en el estómago (ambiente ácido) y a nivel del intestino (ambiente alcalino).

En el proceso de la determinación de la fibra cruda se trata de simular el proceso de digestión que ocurre normalmente dentro del aparato digestivo de los animales; esta simulación se efectúa sometiendo la muestra a una digestión ácida, como ocurre en el estómago de los animales, y posteriormente se realiza una digestión en medio alcalino, como sucedería en el intestino delgado.

En la empresa CIPA S.A se tienen cientos de referencia de alimentos tanto de marca propia como de maquilas que se hacen a diferentes clientes, pero para el presente análisis se escogieron las referencias mas criticas debido a su mayor porcentaje requerido de fibra y en el caso de las materias primas por su mayor aporte.

2.2 MATERIAS PRIMAS OBJETO DE ANÁLISIS

Torta de palmiste

La torta de palmiste tipo expeller es un producto granular fino, obtenido de la extracción física del aceite de palmiste, resultado de las almendras del fruto de palma de aceite. La torta de palmiste es una muy buena opción alimenticia por ser una valiosa fuente de energía, fibra y proteína que aporta en gran medida, en el balance nutricional de la alimentación animal.

Cascarilla de arroz

La cascarilla de arroz es un subproducto de la industria molinera, que resulta abundante en las zonas arroceras de muchos países.

2.3 PRODUCTO TERMINADO OBJETO DE ANALISIS

Cipa conejos

Es un alimento completo para suministrar a voluntad a conejos desde el destete hasta el sacrificio.

Figura 2.1 Presentación del producto Cipa conejos⁴



Tabla 2.1 Aporte nutricional Cipa conejos⁴

| Análisis garantizado | |
|----------------------|-------------|
| Proteína: | 18.00% MIN. |
| Grasa: | 2.00% MIN. |
| Fibra: | 13.00% MAX. |
| Cenizas: | 10.00% MAX. |
| Humedad: | 13.00% MAX. |

Cipa caballos

Es un producto de alta palatabilidad que incluye materias primas que aportan proteínas, energía y fibra de excelente calidad previniendo la incidencia de enfermedades metabólicas.

Figura 2.2 Presentación del producto caballo pelotizado⁴



Tabla 2.2 Aporte nutricional Caballos peletizado⁴

| Análisis garantizado | |
|-----------------------------|-------------|
| Proteína: | 10.00% min. |
| Grasa: | 3.00% min. |
| Fibra: | 26.00% máx. |
| Cenizas: | 12.00% máx. |
| Humedad: | 13.00% máx. |

Tabla 2.3 Aporte nutricional suplemento fibra⁴

| Análisis garantizado | |
|-----------------------------|-------------|
| Proteína: | 15.00% min. |
| Grasa: | 4.00% min. |
| Fibra: | 10.00% máx. |
| Cenizas: | 10.00% máx. |
| Humedad: | 13.00% máx. |

3. METODOLOGÍA

Suplemento fibra

Producto diseñado para complementar la dieta de los equinos aportando una fibra de excelente calidad, manteniendo una adecuada relación calcio: fósforo y de los demás minerales evitando así problemas metabólicos (encarrillamiento, adelgazamiento de huesos largos y engrosamiento de articulaciones) tan comúnmente vistos con la suplementación de los salvados.

Figura 2.3 Presentación del producto caballo peletizado⁴



3.1 Método utilizado

La implementación del método de determinación de fibra cruda en materias primas y producto terminado se llevó a cabo siguiendo la normatividad (NTC 5122).

Esta norma especifica el método de filtrado intermedio para determinación de fibra cruda.

Este método se puede usar en alimentos para animales con un contenido de fibra cruda superior a 10 g/Kg.¹

3.2 Objetivo y principio

Esta norma especifica el método de filtrado intermedio para determinación de fibra cruda. El método se puede usar para producto terminado y materias primas. Este análisis consiste en la pérdida de masa como resultado de la reducción a cenizas del residuo seco obtenido después de la digestión ácida y alcalina de la muestra. La pérdida de masa como resultado de la reducción a cenizas corresponde a la masa de fibra cruda.

3.3 Equipos y reactivos

Equipos

Balanza Analítica

Equipo de Filtración al Vacío

Estufa de Secado

Desecador

Matraz de 2000 mL

Beaker alto de 600 mL

Crisoles de Gooch de 50 ml porosidad No. 1.

Probeta de 200 mL

Cuarzo Ácido Sulfúrico 98% H₂SO₄

Hidróxido de Potasio en Escamas, KOH

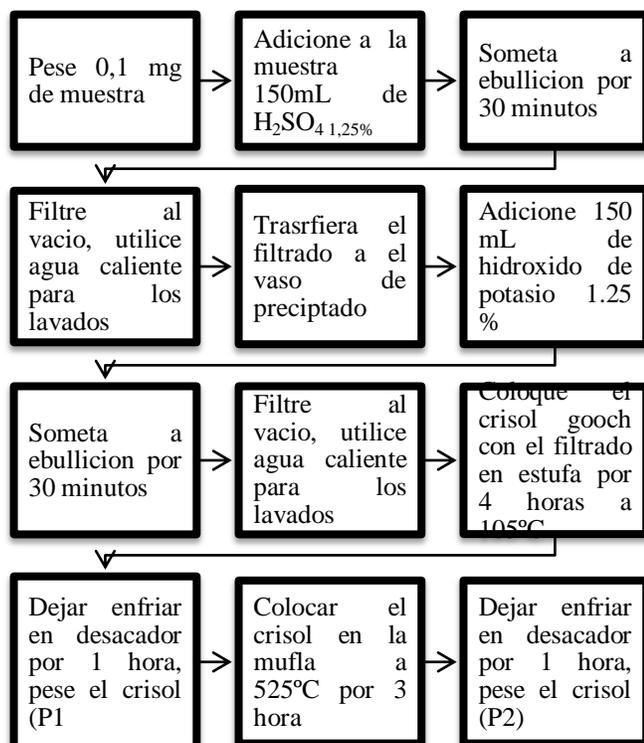
Mufla con Control Automático De Temperatura y Tiempo

Solución de Ácido Sulfúrico al 1.25% (0.255 N): Medir 14.16 mL de Ácido Sulfúrico 98%, H₂SO₄ y completar a 2000 ml con agua desmineralizada.

Solución de hidróxido de potasio (0.26 M) %: Pesar 28.1 g de hidróxido de potasio en escamas, KOH y completar a 2000 mL con agua desmineralizada.

3.4 Procedimiento

Figura 3.4.1 Diagrama de proceso de la determinación de fibra cruda.



Para muestras con contenidos de grasa superior al 5% se desengrasan previamente 2 gramos. Ver procedimiento para determinación de grasa.

- Pese con aproximación a 0.1 mg, 1 gr de la muestra preparada en un vaso de precipitado de 600 mL, y registre el peso de la muestra (m)
- Vierta sobre la muestra 150 mL de solución de ácido sulfúrico al 1.25%.
- Someta a ebullición durante 30 minutos en el digestor de fibra con enfriamiento cuando este haya alcanzado una temperatura de 200° C.
- Filtre al vacío cuando termine el tiempo de ebullición, transfiera el líquido a un crisol de gooch dispuesto con una capa de cuarzo. Use una varilla para retirar la fibra cruda que este adherida a las paredes del vaso de precipitado y emplee agua desionizada caliente para realizar los lavados.
- Transfiera todo el contenido del crisol de gooch nuevamente al mismo vaso de precipitado de 600 mL que se utilizó para la digestión ácida y agregue 150 mL de la solución de hidróxido de potasio 1.25%, lavando las paredes del crisol.
- Someta a ebullición durante 30 minutos en el digestor de fibra con enfriamiento cuando éste haya alcanzado una temperatura de 200° C.
- Filtre al vacío cuando termine el tiempo de ebullición, transfiera el líquido a un crisol de gooch dispuesto con una capa de cuarzo. Use una varilla para retirar la fibra cruda que esta adherida a las paredes del vaso de precipitado y emplee agua desionizada caliente para realizar los lavados.
- Coloque el crisol de Gooch con el filtrado en la estufa de secado a 105 °C, por mínimo 4 horas, retire el crisol al desecador y deje enfriar por espacio de 1 hora. Pese el crisol (P1) inmediatamente después de retirarlo del desecador. Coloque el crisol en la mufla y se reduce el contenido a cenizas a una temperatura de 525 °C por 3 horas.
- Retire el crisol de la mufla al desecador cuando haya alcanzado mínimo 100°C, deje enfriar por espacio de 1 hora. Pese el crisol (P₂) inmediatamente después de retirarlo del desecador.²

3.5 CÁLCULOS

$$\% \text{ fibra cruda} = \frac{P_1 - P_2}{m} * 100$$

Donde:

P1: Peso en gramos del crisol después de secado.

P2: Peso en gramos del crisol después de incinerado.

m: Es el peso en gramos de la muestra.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la práctica empresarial efectuada en la empresa CIPA S.A se realizó la estandarización del método de determinación de fibra cruda en materias primas y producto terminado, dicha práctica se llevo a cabo en un periodo de 6 meses, iniciando el 16 de diciembre de 2014 y finalizando el 16 de junio de 2015, en los establecimientos del laboratorio de control calidad de la planta de producción de la empresa sede Cartago/ Valle.

Se determinó el porcentaje de fibra cruda en 2 materias primas y 3 productos terminados, cada muestra se analizaron por triplicado y los resultados de los productos terminados se compararon con la tabla nutricional del alimento.

En la tabla 4.1 se detalla la fecha de realización del método de determinación de fibra cruda, el porcentaje de fibra de cada muestra, código designado en el laboratorio de control calidad y el nombre de cada referencia.

TABLA 4.1. Resultados experimentales

| Fecha | Referencia | % de fibra cruda | código |
|----------|---------------------|------------------|--------|
| 21-04-15 | Cipa conejos | 12,74 | 16838 |
| | Cipa conejos | 12,26 | 16838 |
| | Cipa conejos | 12,12 | 16838 |
| | Cipa caballos | 10,15 | 17084 |
| | Cipa caballos | 8,72 | 17084 |
| | Cipa caballos | 9,78 | 17084 |
| 22-04-15 | Torta de palmiste | 25,78 | 17205 |
| | Torta de palmiste | 26,70 | 17205 |
| | Torta de palmiste | 26,87 | 17205 |
| | Suplemento fibra | 25,34 | 17086 |
| | Suplemento fibra | 25,78 | 17086 |
| | Suplemento fibra | 25,45 | 17086 |
| 23-04-15 | Cascarilla de arroz | 44,73 | 17245 |
| | Cascarilla de arroz | 43,56 | 17245 |
| | Cascarilla de arroz | 44,16 | 17245 |
| | Conejos | 13,56 | 17255 |
| | Conejos | 13,24 | 17255 |
| | Conejos | 12,86 | 17255 |
| 24-04-15 | Cipa caballos | 9,37 | 17337 |
| | Cipa caballos | 9,85 | 17337 |
| | Cipa caballos | 9,78 | 17337 |
| | Torta de palmiste | 30,13 | 17317 |
| | Torta de palmiste | 29,67 | 17317 |
| | Torta de palmiste | 29,96 | 17317 |
| 27-04-15 | Suplemento fibra | 26,13 | 17320 |
| | Suplemento fibra | 25,97 | 17320 |
| | Suplemento fibra | 26,02 | 17320 |
| | Cascarilla de arroz | 44,5 | 17339 |
| | Cascarilla de arroz | 44,76 | 17339 |
| | Cascarilla de arroz | 44,78 | 17339 |
| 28-04-15 | Conejos | 13,20 | 17343 |
| | Conejos | 13,56 | 17343 |
| | Conejos | 13,60 | 17343 |
| | Cipa caballos | 9,56 | 17348 |
| | Cipa caballos | 9,45 | 17348 |
| | Cipa caballos | 9,12 | 17348 |
| 29-04-15 | Torta de palmiste | 27,45 | 17350 |
| | Torta de palmiste | 27,49 | 17350 |
| | Torta de palmiste | 27,35 | 17350 |
| | Suplemento fibra | 25,67 | 17354 |
| | Suplemento fibra | 25,78 | 17354 |
| | Suplemento fibra | 25,45 | 17354 |

| Fecha | Referencia | % de fibra cruda | código |
|----------|---------------------|------------------|--------|
| 30-04-15 | Cascarilla de arroz | 42,89 | 17358 |
| | Cascarilla de arroz | 42,56 | 17358 |
| | Cascarilla de arroz | 42,92 | 17358 |
| | Conejos | 13,67 | 17360 |
| | Conejos | 13,56 | 17360 |
| | Conejos | 13,62 | 17360 |
| 08-05-15 | Cipa caballos | 10,12 | 17667 |
| | Cipa caballos | 9,78 | 17667 |
| | Cipa caballos | 9,90 | 17667 |
| | Torta de palmiste | 27,90 | 17690 |
| | Torta de palmiste | 27,87 | 17690 |
| | Torta de palmiste | 27,67 | 17690 |
| 14-05-15 | Suplemento fibra | 25,89 | 17789 |
| | Suplemento fibra | 25,96 | 17789 |
| | Suplemento fibra | 25,84 | 17789 |
| | Cascarilla de arroz | 43,76 | 17796 |
| | Cascarilla de arroz | 43,80 | 17796 |
| | Cascarilla de arroz | 43,79 | 17796 |
| 22-05-16 | Conejos | 12,85 | 17800 |
| | Conejos | 12,83 | 17800 |
| | Conejos | 12,90 | 17800 |
| | Cipa caballos | 10,10 | 17806 |
| | Cipa caballos | 9,95 | 17806 |
| | Cipa caballos | 9,89 | 17806 |
| 26-05-16 | Torta de palmiste | 27,98 | 18102 |
| | Torta de palmiste | 27,90 | 18102 |
| | Torta de palmiste | 27,96 | 18102 |
| | Suplemento fibra | 26,06 | 18130 |
| | Suplemento fibra | 26,90 | 18130 |
| | Suplemento fibra | 25,96 | 18130 |
| 01-06-16 | Cascarilla de arroz | 44,10 | 18200 |
| | Cascarilla de arroz | 44,07 | 18200 |
| | Cascarilla de arroz | 44,22 | 18200 |
| | Conejos | 13,02 | 18345 |
| | Conejos | 12,96 | 18345 |
| | Conejos | 12,99 | 18345 |
| 04-06-16 | Cipa caballos | 10,13 | 18678 |
| | Cipa caballos | 10,04 | 18678 |
| | Cipa caballos | 10,02 | 18678 |
| | Torta de palmiste | 28,00 | 18689 |
| | Torta de palmiste | 27,98 | 18689 |
| | Torta de palmiste | 27,96 | 18689 |

Al comparar los resultados obtenidos de porcentaje de fibra cruda del producto terminado con su respectiva tabla nutricional se puede observar en las (ver tablas 2.1, 2.2 y 2.3) en el texto que concuerdan con los obtenidos experimentalmente con el método de determinación de fibra cruda, teniendo en cuenta que se garantiza que cada componente nutricional debe estar máximo una unidad por encima o por debajo del garantizado teóricamente.

CIPA CONEJOS

FORMULADO EN TABLA NUTRICIONAL 13%

Tabla 4.2 Media por fecha de análisis para Cipa conejos

| Orden de análisis | Media |
|-------------------|-------|
| 1. | 12,37 |
| 2. | 13,26 |
| 3. | 13,45 |
| 4. | 13,61 |
| 5. | 12,86 |
| 6. | 12,99 |

Exactitud de los análisis: porcentaje de error con respecto a la media⁵

$$\%error\ deter = \frac{media - \%teorico}{\%teorico}$$

Tablas 4.3 Porcentaje de error con respecto a la media

| Orden de análisis | % error |
|-------------------|---------|
| 1. | 4,84 |
| 2. | 2,0 |
| 3. | 3,46 |
| 4. | 1,07 |
| 5. | 0,07 |

El porcentaje de error con respecto a la media de los análisis fue por debajo del 5% lo que indica que los datos tiene una buena exactitud con respecto a la media y el valor teórico de aporte de fibra.

SUPLEMENTO FIBRA

FORMULADO EN TABLA NUTRICIONAL 26%

Tabla 4.4 Media por fecha de análisis para Suplemento fibra

| Orden de análisis | Media |
|-------------------|-------|
| 1. | 25,52 |
| 2. | 26,04 |
| 3. | 25,63 |
| 4. | 25,89 |
| 5. | 26,30 |

Exactitud de los análisis: porcentaje de error con respecto a la media⁵

Tablas 4.5 Porcentaje de error con respecto a la media

| Orden de análisis | % error |
|-------------------|---------|
| 1. | 1,84 |
| 2. | 0,15 |
| 3. | 1,42 |
| 4. | 0,42 |
| 5. | 1,15 |

CIPA CABALLOS

FORMULADO EN TABAL NUTRICIONAL 10%

Tabla 4.6 Media por fecha de análisis para Cipa caballos

| Orden de análisis | Media |
|-------------------|-------|
| 1. | 9,55 |
| 2. | 9,66 |
| 3. | 9,37 |
| 4. | 9,93 |
| 5. | 9,98 |
| 6. | 10,06 |

Exactitud de los análisis: porcentaje de error con respecto a la media⁵.

Tablas 4.7 Porcentaje de error con respecto a la media

| Orden de análisis | % error |
|-------------------|---------|
| 1. | 4,5 |
| 2. | 3,4 |
| 3. | 6,3 |
| 4. | 0,7 |
| 5. | 0,2 |
| 6. | 0,6 |

El porcentaje de error con respecto a la media de los análisis fue por debajo del 5% (ver tablas 4.3,4,5,4.7) lo que indica que los datos tiene una buena exactitud con respecto a la media y el valor teórico de aporte de fibra ya que al ser una prueba cuantitativa donde se analizan lotes que son producidos en diferentes días y algunas condiciones pueden variar y afectar cada uno de los porcentajes nutricionales, por esta razón se deben manejar unos límites máximos y mínimos permitidos por el ICA que es de $\pm 1,0$ unidad de diferencia en los componente nutricionales principales garantizados en las diferentes tablas nutricionales (ver tablas 2.1, 2.2,2.3), lo cual quiere decir que si se tiene como garantizado o teórico. Por ejemplo para Cipa conejos un porcentaje de 13% de fibra, el resultado real o experimental debe estar entre 12 y 14% en ningún momento debe sobrepasar ese límite.

5. CONCLUSIONES

- Se logró el montaje del método de determinación de fibra cruda en materias primas y producto terminado para el laboratorio de control calidad de CIPA S.A del municipio de Cartago/ Valle, con un coeficiente de varianza (CV) menor al 5 % y con un rango de concentración de trabajo entre 10 y 28%.
- Se creó el instructivo técnico para el laboratorio de control calidad de CIPA S.A., que contiene los pasos a seguir para realizar la determinación de fibra cruda en materias primas y producto terminado con el fin de tener un método alternativo que permita respaldar los resultados que obtienen por medio de espectroscopia infrarrojo.
- Se pudo determinar que la formulación para la producción de las referencias seleccionadas para análisis están dentro de los límites establecidos por el ICA ya que se obtienen resultados esperados para las formulaciones ensayadas.

- Se pudo determinar un promedio del aporte de fibra cruda de las materias primas torta de palmiste y cascarilla de arroz, que permite al departamento técnico de formulación tener un resultado alterno para comparar y hacer sus formulaciones más exactas con respecto a la cantidad de estas materias primas en cada dieta animal.

7. REFERENCIAS

[1]. Norma Técnica Colombiana. NTC 5122, 2002-10-30. *Alimento para animales. Determinación del contenido de fibra cruda. Método con filtrado intermedio*

[2]. Nacional Research Council, *Nutrient Requirement of Swine. 2012*. Available <http://www.nap.edu.co>. (Citado en 28 de agosto de 2015. 13:05)

[3]. Bernal de Ramírez, I. *Análisis de Alimentos*. Santa fe de Bogotá: Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, 1993, pp. 313

[4]. CIPA S.A., Base de datos interna. Available <http://www.cipa.com.co>. (Citado 28 de agosto de 2015.13:05)

[5]. J.N Miller. J.C Miller. *Estadística y quimiometría para química analítica*. 4^a edición. Madrid, 2002.pp 21-41

