



Noviembre 2019 - ISSN: 1989-4155

DISEÑO DE UN LABORATORIO DE BROMATOLOGÍA Y TOXICOLOGÍA A PARTIR DEL ANÁLISIS DE LA INCIDENCIA DEL USO DEL LABORATORIO SOBRE EL DESARROLLO DE HABILIDADES Y DESTREZAS EN ESTUDIANTES.

Bella Crespo Moncada¹,

Víctor Chero²,

Julio César Muñoz Rengifo³

Para citar este artículo puede utilizar el siguiente formato:

Bella Crespo Moncada, Víctor Chero y Julio César Muñoz Rengifo (2019): "Diseño de un laboratorio de bromatología y toxicología a partir del análisis de la incidencia del uso del laboratorio sobre el desarrollo de habilidades y destrezas en estudiantes", Revista Atlante: Cuadernos de Educación y Desarrollo (noviembre 2019). En línea:

<https://www.eumed.net/rev/atlante/2019/11/disenio-laboratorio-bromatologia.html>

Resumen

El objetivo de la presente investigación fue demostrar la incidencia del componente práctico de la materia de Bromatología y Toxicología, en el desarrollo de habilidades y destrezas de los estudiantes, en el conocimiento de la metodología y aplicación de procedimientos de la producción de los alimentos agroindustriales en la Facultad Técnica para el desarrollo, mediante un estudio no experimental de enfoque mixto (cuantitativo/cualitativo). Para la recolección de información se utilizaron las técnicas de encuesta a profesores y estudiantes, entrevista a expertos del área y análisis del syllabus de la materia involucrada. Se ha detectado un limitado desarrollo de habilidades y destrezas de los estudiantes en el conocimiento de la metodología y aplicación de procedimientos en la producción. La causa fundamental es la obsolescencia de ciertos equipos y carencia de otros. Al finalizar y llevar a cabo los resultados obtenidos de la presente investigación, se dará un cambio completo en la forma en que se han llevado a cabo las prácticas de la materia de bromatología y toxicología, permitiendo al estudiante usar técnicas que mejoren la forma de aprender.

Palabras clave: análisis, laboratorio. Bromatología y toxicología, componente práctico

La presente investigación tuvo como fin fomentar la actividad práctica en los estudiantes de las carreras que incluyan en su syllabus la materia de bromatología y toxicología (agroindustria, alimentos, entre otras). Estas carreras, forman profesionales que al ir al campo laboral, son valorados según su eficiencia en el manejo de procesos, en este tenor, el perfeccionamiento de

¹ Ph.D (c) en Ingeniería Agraria, Alimentaria, Forestal y de Desarrollo Rural Sostenible por la Universidad de Córdoba, España. Máster en Agroindustria Rural, Desarrollo Territorial y Turismo Agroalimentario por la Universidad Autónoma del Estado de México. Ingeniera Agropecuaria por la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. Docente titular auxiliar de la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

² Máster en Sistemas de Producción y Productividad por la Universidad de Guayaquil. Ingeniero Químico por la Universidad e Guayaquil. Docente titular auxiliar de la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

³ Ingeniero Agrónomo de la Universidad Técnica de Quevedo, Máster en Gestión y Restauración del medio natural de la Universidad de Alicante. Ph. D. en conservación y restauración de ecosistemas de la Universidad de Alicante. Docente auxiliar de la Universidad Estatal Amazónica.

las habilidades que pongan en práctica las bases teóricas adquiridas, generará confianza en los futuros profesionales y motivará a las empresas a contratar a este personal calificado.

Por otra parte, las Instituciones de Educación Superior de acuerdo al reglamento de Régimen Académico, en su artículo 15, inciso 2 declara el desarrollo de experiencias de aplicación de los aprendizajes, mediante actividades académicas desarrolladas en escenarios experimentales o en plantas de procesamiento.

Esta investigación tuvo como objetivo principal, sentar las bases necesarias para la adquisición de equipos modernos y pedagógicos para el análisis de las características bromatológicas y toxicológicas de distintos productos alimenticios, a partir de la evaluación de la pertinencia del componente práctico de la materia de bromatología y toxicología y beneficio de los análisis de los productos agropecuarios y agroindustriales, realizando un estudio de los syllabus y encuestas a estudiantes y docentes, en base a estadísticas sobre rendimiento estudiantil en las materias consideradas en la investigación propuesta (Semestres B 2013 y A 2014) de la carrera de Agroindustria.

En el laboratorio de Bromatología y Toxicología, no existen equipos que puedan ser utilizados por los estudiantes, es necesario contar con equipos de alta tecnología en los cuales se logre realizar análisis a los productos alimenticios y así obtener el mejor aprovechamiento práctico, siendo necesario también otros bienes para complementar un trabajo eficiente.

En lo relacionado a proyectos realizados hay evidencia de la utilización de la infraestructura y equipos en la capacitación de recurso humano para el fortalecimiento de las capacidades en la producción de los productos agropecuarios y agroindustriales, con el apoyo del MIPRO, en donde se ha realizado la investigación cierta cantidad de personas de distintas regiones del Ecuador en los períodos 2009-2010-2011, existiendo los respectivos registros.

Además los registros de las prácticas se encuentran declarados en el sistema en el momento que se realizó dicha actividad (Centro de Apoyo Docente), y en los respectivos informes realizados por los estudiantes.

En el laboratorio de Bromatología y Toxicología es imprescindible la implementación de equipos, como aprendizaje completo en la línea de producción de alimentos.

En la actualidad la falta de equipos para los respectivos análisis alimenticios repercute incluso a los ensayos de tesis para la titulación de los estudiantes de la Carrera Agroindustrial.

El objetivo principal de la presente investigación fue Demostrar la incidencia del componente práctico de la materia Bromatología y Toxicología en el desarrollo de habilidades y destrezas de los estudiantes de la carrera de Ingeniería Agroindustrial, en el conocimiento de la metodología práctica de análisis y caracterización física, bromatológica, toxicológica de los productos agropecuarios y agroindustriales, para diseñar un laboratorio de bromatología y toxicología. A partir de este objetivo se concretaron las actividades específicas a realizar, las mismas que incluían “Evaluar el grado de desarrollo de habilidades y destrezas del conocimiento de la metodología y aplicación de análisis en los productos alimenticios de origen agropecuario, realizando un test” y “Establecer el tipo de prácticas de plantas de procesamiento requeridas y el equipamiento necesario para desarrollar las habilidades y destrezas consideradas, realizando una entrevista a expertos y un análisis de la literatura”.

I. METODOLOGÍA

Para la presente investigación se realizó un estudio no experimental de enfoque mixto (cuantitativo/cualitativo), en donde se establecieron el número de encuestados a un total de 15 estudiantes y profesores pertenecientes a la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo.

Se utilizaron las siguientes técnicas para recolección de información:

Encuesta: Se la aplicó a profesores y estudiantes con la finalidad de indagar de una manera más precisa sobre las principales opiniones y percepciones sobre los siguientes aspectos: importancia de usos múltiples como complemento de la enseñanza teórica, percepción del desarrollo de habilidades y destrezas en estudiantes, mejoramiento en el desarrollo de

capacidades, conocimiento de los reglamentos para el uso efectivo de equipos del laboratorio, fortalecimiento de valores y prestigio e imagen de la Carrera.

Entrevista: Se visitaron plantas que cuentan con laboratorios de bromatología y toxicología donde se pudo entrevistar a los expertos del área que manejan dicho laboratorios y como el uso de las mismas en las clases inciden en el aprendizaje de los estudiantes de las carreras agropecuarias.

Análisis de documentos: Se realizó una evaluación de los syllabus de la materia involucrada con el fin de comparar lo dado por los docentes versus las prácticas programadas y llevadas a cabo en las plantas.

Para la resolución del primer producto se analizó el syllabus de la asignatura en estudio; se comparó el resultado del aprendizaje de cada unidad de contenido de la asignatura con el objeto de estudio de la carrera, de la asignatura, así como, con el perfil de egreso de la carrera y a continuación se realizó una encuesta dirigida a estudiantes de la asignatura en estudio, referentes a la práctica en la materia bromatología y toxicología.

Mientras que para el segundo producto, se encuestó a los estudiantes de la asignatura estudiada, referente al desarrollo de habilidades y destrezas en el aprendizaje en la materia de estudio.

Las actividades para la resolución del tercer producto fueron entrevistas a expertos con preguntas concernientes a la importancia de las prácticas de laboratorio en los estudiantes de

la carrera agroindustrial, además se estableció el tipo de prácticas bromatológicas y toxicológicas requeridas de acuerdo a la asignatura con sus respectivos equipos, materiales y reactivos.

En el establecimiento del tipo de prácticas de la asignatura para los análisis bromatológicos y toxicológicos se realizó un formato en programa estadístico "Excel" de acuerdo a la información proporcionada anteriormente en la encuesta aplicada a los estudiantes, mediante revisión bibliográfica de la misma y a partir de la información tomada de la entrevista a los expertos involucrados.

Seguidamente, se valoraron los aspectos necesarios para implementar equipos para análisis bromatológicos y toxicológicos de derivados agropecuarios y agroindustriales, sobre la base de los resultados obtenidos y de la comparación con otros laboratorios de la literatura científica.

II. RESULTADOS

Nivel curricular	Unidad	Resultados de Aprendizaje de la unidad	Resultados de aprendizaje de la asignatura	Resultados de aprendizaje del nivel curricular	Perfil de Egreso
Básico Específico	I. INTRODUCCIÓN Y CONCEPTOS BÁSICOS	1. Discrimina los componentes del alimento y sabe los principios para su determinación cuantitativa	Discrimina los parámetros de calidad de los productos alimenticios tanto de uso humano como animal. Emplea los conocimientos teóricos sobre los diferentes métodos de análisis Bromatológicos que se realizan en alimentos. Emplea los conocimientos teóricos sobre seguridad	Analiza los procesos de producción agroindustrial más adecuado para el aprovechamiento de las materias primas.	Dirige sistemas agroindustriales en correspondencia con un alto nivel de conocimientos técnico-científicos en la gestión productiva agroalimentaria. Promueve la investigación técnico-científica para la producción de conocimientos sobre el uso sostenible de las materias primas de origen vegetal y animal del país, y su comercialización. Fomenta proyectos interdisciplinarios de extensión y difusión comunitaria, que establezcan vínculos con la comunidad y en los ámbitos público y privado, integrando a la mayor cantidad de los actores. Gestiona proyectos
	II. EVALUACIÓN NUTRICIONAL DE ALIMENTOS	1. Reconoce la importancia en los conceptos de disponibilidad alimentaria aplicada a los diferentes Nutrientes y es capaz de utilizar esta información de manera práctica.		Maneja técnicas sostenibles y eficientes en procesos Agroindustriales	

	III. FUNCIONES DE LOS DIFERENTES TIPOS DE NUTRIENTES	1. Discrimina entre una funcionalidad nutricional y una tecnológica en el proceso de fabricación de alimentos.	alimentaria y gestión de calidad, así como la normativa legal, al análisis de situaciones y resolución de problemas relacionados con la bromatología y toxicología.	ales. Inicia actividades de investigación conducentes a discernir procedimientos aplicados y de mayor complejidad.	interdisciplinarios de extensión y difusión comunitaria, que establezcan vínculos con la sociedad en los ámbitos público y privado, integrando a la mayor cantidad de los actores del territorio a nivel local, regional o nacional, con proyección internacional. Domina el idioma Inglés en el área de su profesión. Utiliza software específico en los sistemas de producción agroindustrial y aplicaciones informáticas para la gestión de la agroindustria.
--	--	--	---	---	--

2.1. ANÁLISIS DE RESULTADOS DE APRENDIZAJE

En la Tabla 1 se presenta algunos de los resultados de aprendizaje obtenido en el primer producto. Se indica además que el análisis se basó en los resultados de aprendizaje, la metodología de las prácticas, número de prácticas expresadas en el syllabus de forma general en la materia de Bromatología y Toxicología.

TABLA 1. ANÁLISIS DE RESULTADOS DE APRENDIZAJE

A continuación se evidencian los principales resultados obtenidos de las encuestas aplicadas a los estudiantes

¿Cuántas prácticas desarrolló en el semestre que cursó?

Al evaluar esta pregunta con los syllabus establecidos en las asignaturas en estudio y teniendo en cuenta que en el laboratorio de bromatología y toxicología no se pueden realizar las respectivas prácticas debido a que no se cuenta con los equipos necesarios para el análisis de los productos agropecuarios y agroindustriales. Es necesario mencionar que las pocas prácticas se las realiza en el laboratorio de Microbiología sin embargo este laboratorio no es adecuado para realizar análisis bromatológicos y toxicológicos lo cual genera déficit de prácticas, por las siguientes razones:

- Inexistencia de Equipos Bromatológicos y Toxicológicos de Laboratorio
- Falta de materia prima
- Medios de Cultivo caducados
- Falta de Implementos y herramientas por estudiante o grupos.

¿Considera que los equipos que se encuentran en el laboratorio de Microbiología son suficientes para realizar todos los análisis bromatológicos y toxicológicos que requieren los productos agropecuarios y agroindustriales?

El 100% de los estudiantes consideraron que los equipos de laboratorio de Microbiología no están en capacidad para realizar todos los análisis bromatológicos y toxicológicos de los productos alimenticios. Además es imposible analizar los productos en la cantidad que deben ser analizados según el requerimiento de la materia y que a su vez los estudiantes no lo realizaron por los motivos anteriormente expresados en la pregunta número 3. Es importante mencionar que no se puede realizar los análisis en el laboratorio de Microbiología debido a que no existen todos los equipos bromatológicos y toxicológicos así como también que los equipos de Microbiología son utilizados por los estudiantes de esa asignatura, y por eso, es de importancia el diseño de un laboratorio de bromatología y toxicología y así contribuir con el control de calidad que debe tener cada producto alimenticio.

¿Cuán importante considera Ud. Las prácticas de laboratorio en un estudiante de Ingeniería Agroindustrial?

Para la experta entrevistada las prácticas de laboratorio son muy importantes ya que ayudan al estudiante tener un primer ingreso hacia una vida laboral obviamente como son prácticas pre profesionales el estudiante se encuentra con ciertos protocolos, equipos, reactivos que fueron utilizados dentro de la universidad, además permite la fácil manipulación de los equipos y estaría presto a poder ejercer una vida profesional acorde a los requerimientos de las empresas.

2.2. ANÁLISIS DEL PRODUCTO

Para la ejecución del tercer objetivo planteado se realizaron entrevistas semiestructuradas a expertos en el área, quienes hablaron de la importancia de la realización de prácticas en las materias dictadas en la carrera de Ingeniería agroindustrial, ya que esta es la mejor forma de aplicar todo lo aprendido durante las clases teóricas

PRÁCTICAS

- **Análisis bromatológico**

El análisis bromatológico determina la calidad de los alimentos por los componentes nutricionales que forman parte de la dieta alimenticia tales como:

- Proteína en microkjedhal y macrokjedhal
- Cenizas
- Fibra cruda
- Extracto etéreo
- Carbohidratos
- Humedad
- Calcio, Magnesio, Fósforo y Potasio
- Micro elementos: Hierro, Cobre, Manganeso y Zinc
- Pared Celular o Fibra Neutro detergente
- Fibra Acido detergente

- **Requisitos para muestreo**

Para realizar el análisis bromatológico, este dependerá del tipo de muestra a analizar:

- En Granos, la cantidad recolectada será de 200 g mínimo y realizarse en el momento de la cosecha.
- Pastos y forrajes se seleccionara al azar 1 kg de Material mezclado.
- Ensilaje y Heno se toma al azar en el centro del Silo 1 kg.
- Frutas y Hortalizas se recolectara al azar 2 kg, si son frutos pequeños y 5kg si son grandes.

Los productos recolectados se colocan en bolsas plásticas en el caso de frutas y hortalizas, y en bolsas de papel en el caso de silos o forrajes con su respectiva identificación. Llevar al laboratorio, para llenar el formulario correspondiente (Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal, 2016).

- **Análisis proximales**

Los análisis comprendidos dentro de este grupo, también conocido como análisis proximales Weende, se aplican en primer lugar a los materiales que se usarán para formular una dieta como fuente de proteína o de energía y a los alimentos terminados, como un control para verificar que cumplan con las especificaciones o requerimientos establecidos durante la formulación. Estos análisis nos indicarán el contenido de humedad, proteína cruda (nitrógeno

total), fibra cruda, lípidos crudos, ceniza y extracto libre de nitrógeno en la muestra. Una descripción más amplia de estos análisis se puede encontrar en Osborne y Voogt, MAFF, y AOAC (como se citó en Olvera, M. A., Martínez, C. A. y Real, E. 1993).

- **Humedad**

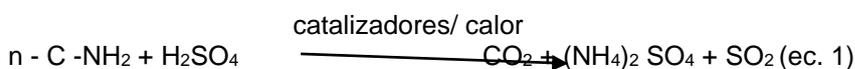
García y Fernández (2012) en su estudio sobre la Determinación de la humedad de un alimento por un método gravimétrico indirecto por desecación mencionan que se empleará una estufa con circulación forzada de aire, a presión atmosférica o a vacío, pesasustancias con tapa o cápsulas de vidrio, porcelana y aluminio y arena de mar, necesaria para evitar la formación de una costra superficial que dificulte la evaporación de agua en algunos alimentos (productos cárnicos, pescado, queso, etc). Para realizar la pesadas se empleará una balanza analítica de sensibilidad 0.1 mg. • Los pesasustancias o cápsulas perfectamente limpias se secan en estufa a 103 °C con unos 10 - 30 g de arena de mar calcinada y una varilla de vidrio, durante dos horas. Después de este tiempo se enfrían en desecador hasta temperatura ambiente y se pesan (cápsula, arena y varilla) en balanza analítica. La manipulación debe hacerse con pinzas. • Se coloca en la cápsula con la arena y varilla de vidrio, entre 5-10 g de muestra que previamente habrá sido triturada. Se mezcla la muestra con la arena de forma que quede bien disgregada y no se forme una costra superficial al calentarse. • Se introduce la cápsula en la estufa a 103 ± 2 °C ó a 70 °C si se utiliza vacío y se mantiene entre 3 y 6 horas, dependiendo del tipo de alimento. El uso de vacío permite acelerar el secado y limitar las reacciones de oxidación. Transcurrido este tiempo, se saca la cápsula de la estufa y se deja en un desecador, para proceder a pesar cuando se alcance la temperatura ambiente. El secado y pesada se van repitiendo hasta que dos pesadas consecutivas sean constantes. En ese momento se sabrá que toda el agua del alimento ha sido extraída. El contenido en agua de la muestra se calcula por diferencia de peso y se expresa en % de humedad (g de H₂O/100 g de muestra):

$$\% \text{Humedad} = \frac{\text{Peso de agua en la muestra}}{\text{Peso de la muestra húmeda}} \times 100$$

$$\% \text{Humedad} = \frac{(\text{Pcápsula} + \text{varilla} + \text{arena} + \text{muestra}) - (\text{Pcápsula} + \text{varilla} + \text{arena} + \text{muestra seca})}{\text{Peso de la muestra húmeda}} \times 100$$

- **Proteína cruda.**

El método Kjeldahl, según mencionan García y Fernández (2012) mide el contenido en nitrógeno de una muestra. El contenido en proteína se puede calcular seguidamente, presuponiendo una proporción entre la proteína y el nitrógeno para el alimento específico que está siendo analizando, tal y como explicaremos más adelante. Este método puede ser dividido, básicamente en 3 etapas: digestión o mineralización, destilación y valoración. El procedimiento a seguir es diferente en función de si en la etapa de destilación el nitrógeno liberado es recogido sobre una disolución de ácido bórico o sobre un exceso conocido de ácido clorhídrico o sulfúrico patrón. Ello condicionará la forma de realizar la siguiente etapa de valoración, así como los reactivos empleados. En este artículo docente se explica el primer procedimiento, cuando el nitrógeno se atrapa sobre ácido bórico. (a) Etapa de digestión: un tratamiento con ácido sulfúrico concentrado, en presencia de un catalizador y ebullición convierte el nitrógeno orgánico en ión amonio, según la ecuación 1.



Procedimiento: Se introducen de 1 a 5 g de muestra un tubo de mineralización y se ponen 3 g de catalizador que suele estar constituido por una mezcla de sales de cobre, óxido de titanio o/y óxido de selenio. De forma habitual se utiliza como catalizador una mezcla de K₂SO₄ :

CuSO_4 : Se (10:1:0,1 en peso). Después se adicionan 10 mL de H_2SO_4 concentrado y 5 mL de H_2O_2 . Posteriormente se digiere a 420 °C durante un tiempo que depende de la cantidad y tipo de muestra. Se sabe que la digestión ha terminado porque la disolución adquiere un color verde esmeralda característico. En esta etapa, el nitrógeno proteico es transformado en sulfato de amonio por acción del ácido sulfúrico en caliente. En la actualidad, para llevar a cabo este proceso se utilizan digestores automáticos que son capaces de digerir un número determinado de muestras al mismo tiempo.

(b) Etapa de destilación (imagen 2): se alcaliniza la muestra digerida y el nitrógeno se desprende en forma de amoníaco (ecuación 2). El amoníaco destilado se recoge sobre un exceso desconocido de ácido bórico (ecuación 3). $(\text{NH}_2)\text{SO}_4 + 2 \text{NaOH} \rightarrow 2\text{NH}_3 + \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ (ec. 2)



Procedimiento: Después de enfriar se adicionan al tubo de digestión 50 mL de agua destilada, se pone en el soporte del destilador y se adiciona una cantidad suficiente de hidróxido sódico 10 N, en cantidad suficiente (50 mL aprox.) para alcalinizar fuertemente el medio y así desplazar el amoníaco de las sales amónicas. El amoníaco liberado es arrastrado por el vapor de agua inyectado en el contenido del tubo durante la destilación, y se recoge sobre una disolución de ácido bórico (al 4 % p/v). (c) Etapa de valoración: La cuantificación del nitrógeno amoniacal se realiza por medio de una volumetría ácido-base del ión borato formato, empleando ácido clorhídrico o sulfúrico y como indicador una disolución alcohólica de una mezcla de rojo de metilo y azul de metileno (ecuación 4). Los equivalentes de ácido consumidos corresponden a los equivalentes de amoníaco destilados. Cálculos De la valoración se puede calcular el número de equivalentes de nitrógeno recogidos, y con éste dato se obtiene el porcentaje de nitrógeno en la muestra. Para calcular el porcentaje de proteína basta con multiplicar por un factor de conversión el % de nitrógeno calculado. Este factor de conversión está tabulado para cada grupo de alimentos.



- **Lípidos crudos**

En este método, las grasas de la muestra son extraídas con Éter de petróleo y evaluadas como porcentaje del peso después de evaporar el solvente.

Reactivos, Materiales y Equipo

- Éter de petróleo, punto de ebullición 40–60°C.

- Aparato de extracción Soxhlet.
- Horno de laboratorio ajustado a 105°C.
- Desecador.
- Dedales de extracción.

Procedimiento

1. Saque del horno los matraces de extracción sin tocarlos con los dedos, enfríelos en un desecador y péselos con aproximación de miligramos.
2. Pese en un dedal de extracción manejado con pinzas, de 3 a 5g de la muestra seca con aproximación de miligramos y colóquelo en la unidad de extracción. Conecte al extractor el matraz con éter de petróleo a 2/3 del volumen total.
4. Lleve a ebullición y ajuste el calentamiento de tal manera que se obtengan alrededor de 10 reflujos por hora. La duración de la extracción dependerá de la cantidad de lípidos en la muestra; para materiales muy grasos será de 6 horas.

- Al término, evapore el éter por destilación o con rotovapor. Coloque el matraz en el horno durante hora y media para eliminar el éter. Enfríe los matraces en un desecador y péselos con aproximación de miligramos. La muestra desengrasada puede usarse para la determinación de fibra cruda.

Cálculos

A = Peso del matraz limpio y seco (g)

B = Peso del matraz con grasa (g)

C = Peso de la muestra (g)

Contenido de lípidos crudos (%) = $100((B - A)/C)$

- Fibra cruda**

Ramírez y Arubla (2015) mencionan que 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:

Equipos y reactivos

Equipos

Balanza Analítica

Equipo de Filtración al Vacío

Estufa de Secado Análisis garantizado Proteína: 10.00% min. Grasa: 3.00% min. Fibra: 26.00% máx. Cenizas: 12.00% máx. Humedad: 13.00% máx. Análisis garantizado Proteína: 15.00% min. Grasa: 4.00% min. Fibra: 10.00% máx. Cenizas: 10.00% máx. Humedad: 13.00% máx. 6

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.

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.

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.

- **Ceniza**

Pearson, 1993 (como se mencionó en UNAM 2008) Las cenizas de un alimento son un término analítico equivalente al residuo inorgánico que queda después de calcinar la materia orgánica. Las cenizas normalmente, no son las mismas sustancias inorgánicas presentes en el alimento original, debido a las pérdidas por volatilización o a las interacciones químicas entre los constituyentes. El valor principal de la determinación de cenizas (y también de las cenizas solubles en agua, la alcalinidad de las cenizas y las cenizas insolubles en ácido) es que supone

un método sencillo para determinar la calidad de ciertos alimentos, por ejemplo en las especias y en la gelatina es un inconveniente un alto contenido en cenizas. Las cenizas de los alimentos deberán estar comprendidas entre ciertos valores, lo cual facilitará en parte su identificación.

Método por secado en estufa

Kirk et al, 1996 (como se mencionado en UNAM 2008) indica lo siguiente:

Pesar de 2 a 3 g de muestra en un pesafiltro con tapa (previamente pesado después de tenerlo a peso constante 2 hrs. a 130°C aprox.). Secar la muestra en la estufa 2 hrs. a 100-110°C. Retirar de la estufa, tapar, dejar enfriar en el desecador y pesar tan pronto como se equilibre con la temperatura ambiente. Repetir hasta peso constante. Calcular el porcentaje de humedad, reportándolo como pérdida por secado a 100-110°C.

Extracto Libre de Nitrógeno (ELN)

Dentro de este concepto se agrupan todos los nutrientes no evaluados con los métodos señalados anteriormente dentro del análisis proximal, constituido principalmente por carbohidratos digeribles, así como también vitaminas y demás compuestos orgánicos solubles no nitrogenados; debido a que se obtiene como la resultante de restar a 100 los porcentajes calculados para cada nutriente, los errores cometidos en su respectiva evaluación repercutirán en el cómputo final.

Cálculo

Extracto Libre de Nitrógeno (%) = $100 - (A + B + C + D + E)$

Dónde:

- A = Contenido de humedad (%)
- B = Contenido de proteína cruda (%)
- C = Contenido de lípidos crudos (%)
- D = Contenido de fibra cruda (%)
- E = Contenido de ceniza (%)

• Correcciones

Debido a que los análisis normalmente se hacen con muestras preparadas para tal fin, es necesario realizar ciertas correcciones en los resultados para que reflejen el contenido real de nutrientes en el material en las condiciones en que se usará (FAO, s.f.).

a) Humedad

Si los análisis se efectuaron en base seca (BS), esto es material deshidratado, es necesario corregir el resultado para expresarlo en base húmeda (BH), tal como se encuentra en el alimento o material para su elaboración, mediante la siguiente expresión:

- A = Contenido de nutriente (%/BS)
- B = Contenido de humedad del material (%)

Contenido de nutriente (%/BH) = $(A \times ((100 - B)/100))$

b) Lípidos

Cuando se usa material desengrasado, por ejemplo en el análisis de fibra cruda, se aplica una expresión similar a fin de obtener un valor representativo de la muestra:

A = Contenido de fibra (desengrasada, %)
 B = Contenido de lípidos en el material (%)

$$\text{Contenido de fibra ajustado (\%)} = (A \times ((100 - B)/100))$$

III. DISCUSIÓN

A continuación, se presentan los resultados obtenidos. Se indica que el análisis está basado en valorar los aspectos necesarios para diseñar un Laboratorio de Bromatología y Toxicología, se elaboró un listado de equipos, materiales y reactivos que se requieren para realizar las prácticas en dicho Laboratorio, sobre la base de los resultados obtenidos y de la comparación con otros Laboratorios de la literatura científica.

Listado de Equipos

Cant.	Nombre del equipo	Descripción / Características principales
1	Digestor Kjeldahl SpeedDigester K-436 12 Scrubber K-145 Triple Scrub	300 ml, 220 VAC / 60 Hz. Conjunto de manguera (EPDM): 1 Potencia: 2550 W 215 – 230 V – 60Hz Modelo K-415
1	Horno Mufla Lindberg/ Blue M Moldatherm Box Furnaces	Capacidad: 18,4 Litros Dimensiones internas (DxWxH): 22.9 x 22.9 x 35.6 cm Alimentación: 208/240V 50/60 Hz
1	Termómetro Digital Jumbo	Rango: -50 a 150 °C Resolución : 0.1 °C
1	Balanza de Precisión Digital 320 G X 0,001 G	Marca: OHAUS Modelo: PIONEER 323
1	Sistema de purificación MicroPure UV- ST; Tipo 1 Caudal 1,0; Presion de operación (min/max bar)	Conductividad: 0.055 µ S/ cm Producción: 1L/min. Contenido Bacteria: <0.01 UFC/mL
1	Desecador Plástico Claro de vacío; Forma Redondeada; Vacuómetro analógico; Junta y anillo de seguridad de Silicona con bloqueo asegura mitades superior e inferior; Incluye bandeja desecante; 0.7 cu. ft. (20L)	Altura: 47.5cm Ancho: 42.7cm Volumen: 20L Estilo: Redondo Max. Plataforma de carga: 25kg El kit incluye: Bandeja de desecante, una función de indicador de vacío analógico, silicona junta tórica y anillo de seguridad, válvula de Viton de 3 vías
1	Unidad de extracción de 2 puestos 120 V /230 V 50 - 60 Hz Marca: BUCHI Modelo: E-812-SOX	Pinzas: vaso 50 mm, tubos de muestra de vidrio; 1 Llave turix; Set de tubos de muestra de vidrio; Set de vasos de laboratorio Soxhlet; Set de cámara de vidrio Soxhlet Cartuchos de papel 25 x 100 mm, 4 unidades con soporte. Cartuchos de papel 33 x 94 mm, 4 unidades con soporte.
1	SET MEDIDOR DE AW HYGROPAL 23 AW UNIDAD	Este conjunto se compone de un indicador portátil-HP23 AW con 2 entradas de sonda, una sonda HC2-AW para la medición de muestras de productos. Funciona con pilas.

1	Estufa por Convección forzada 110 Lt - 220 V	Capacidad: 110 litros. Dimensiones externas: 710 x 587 x 785 mm Dimensiones internas: 560 x 400 x 490 mm Rango temp. Ambiente +5 °C a 300 °C Control digital Requerimiento: 220V 60Hz
---	---	--

1. Listado de Reactivos

Cant.	Nombre del reactivo	Descripción / Características principales
1	Hidróxido de Sodio	1 kg
1	Ácido Acético	2,5 L
1	Ácido Clorhídrico	2,5 L
1	Ácido Sulfúrico	2,5 L
1	Alcohol Etílico	1L
1	Formaldehido	4L
1	Granallas de Zinc	500gr
1	Hidróxido de Potasio	1 Kg
1	Solución de Fenolftaleína 1%	1L
1	Permanganato de Potasio	500 gr
1	Yoduro de Potasio	500 gr

2. Listado de Materiales de Vidrio

Cant.	Nombre del equipo	Descripción / Características principales
36	Vaso de precipitación	50ml, Material De Vidrio
36	Vaso de precipitación	100 ml, Material De Vidrio
24	Vaso de precipitación	150 ml, Material De Vidrio
24	Vaso de precipitación	1000 ml, Material De Vidrio
12	Cilindro graduados serializado Clase A, PYREX ®	25 ml, Material De Vidrio
12	Cilindro graduados serializado, Clase A, PYREX ®	50 ml, Material De Vidrio
12	Cilindro graduados serializado, Clase A, PYREX ®	100 ml, Material De Vidrio
12	Cilindro graduados serializado, Clase A, PYREX ®	250 ml, Material De Vidrio

24	Pipetas Volumétricas Clase A	5 ml, Material De Vidrio
24	Pipetas Volumétricas Clase A	25 ml, Material De Vidrio
12	Pipetas Volumétricas Clase A	100 ml, Material De Vidrio
24	PYREX ® Erlenmeyer	250 ml, Material De Vidrio
12	PYREX ® Erlenmeyer	500 ml, Material De Vidrio
2	Bureta con llave de PTFE	100 ml, Material De Vidrio
24	PIPETA PYREX ®	5 ml, Material De Vidrio
24	PIPETA PYREX ®	10 ml, Material De Vidrio
12	Equipo De Destilación Simple	Instrumento Metálico
2	Embudo	100 ml, Material de Vidrio
1	Desecador	250 mm, Material De Vidrio, Con Plato de Porcelana
24	Crisoles	100 ml, Material De Porcelana
2	Mechero Bunsen	Control aire y gas
12	Pinzas para Crisoles	25 cm, Instrumento Metálico
2	Pinzas para Vasos	30 cm, Instrumento Metálico
2	Termómetro de Vidrio	ASTM - 6 A 400 °C Material De Vidrio
2	Soporte Pie Plato	Instrumento Metálico
12	Matraz aforado	500 ml, Material de Vidrio
12	Matraz aforado	250 ml, Material de Vidrio

Gestiones pertinentes para la adquisición de equipos, materiales

En este tenor, se pudo concluir que con la adquisición de equipos para uso en los laboratorios, se favorecerán las destrezas de los estudiantes en el análisis de alimentos.

Visita al Laboratorio de Usos Múltiples

Se gestionó y realizó la visita al Laboratorio de usos Múltiples de la Facultad de Medicina dirigido por la Dra. Montiel de la carrera de Nutrición, Dietética y Estética, donde se pudo observar los equipos que mantienen y el uso de los mismos, los cuales indicó la doctora, que estos ayudan a determinar los parámetros físicos y químicos de los alimentos, como son frutas, vegetales y alimentos preparados para el consumo humano. Los análisis específicos del laboratorio son proteína, grasa, fibra y textura. La Dra. Montiel mencionó de los nuevos equipos más actualizados serían de real importancia adquirirlos en este proyecto, con la finalidad que

los estudiantes de la carrera de Ingeniería Agroindustrial y juntos con los docentes puedan generar prácticas de Bromatología y Toxicología, a un nivel parecido al de los laboratorios de análisis de las empresas de alimentos, cabe recalcar que los equipos en su momento deberán ser totalmente visibles a la academia pero también en un futuro inmediato a generar servicios a la comunidad en lo referente a calificar o evaluar alimentos para el consumo humano y animal. (Ver anexos de fotos realizadas por la directora del proyecto.

Se presenta en el informe las imágenes del Laboratorio de Bromatología y Toxicología (LBT) de la FETD, el cual se encuentra en el Bloque B, dentro de la Planta de Industrias Cárnicas (PIC) el cual no cuenta con equipos, materiales, ni reactivos de laboratorio, los equipos que se encuentran visibles en las imágenes han sido de otros proyectos para otra finalidad, pero que a su vez si son necesarios para hacer análisis, por lo cuales fueron ubicados en este Laboratorio para su posterior uso una vez que se hayan adquiridos los equipos. El laboratorio tendrá las siguientes medidas: 4 x 3 mts, la puerta de ingreso será de aluminio vidrio, luminarias, con tomacorrientes de 110 v y 220 v, y aire acondicionado central. En cuanto a equipos de oficina, una PC de escritorio, nevera de 8 pies y (una) centrífuga de werber (para análisis de la proteína de la leche), cuenta con un mesón y lavadero (dañado actualmente), la dirección de carrera tiene propuesto aumentar el espacio a 8 mts² más por la necesidad de ubicar los equipos solicitados. (Ver anexo del LBT-FETD).

El laboratorio de Toxicología y Bromatología fue construido en el año 2017 aprovechando las áreas del laboratorio de Industrias cárnicas el mismo que fue construido mediante un Convenio entre el Ministerio de Industrias y Productividad (MIPRO) y la UCSG, con el fin de llevar a cabo el proyecto denominado "Fortalecimiento de capacidades en la elaboración de productos cárnicos y lácteos" el cual se desarrolló entre los años 2009 y 2010, capacitando alrededor de 3 000 personas de diferentes provincias; Culminado el proyecto, la UCSG ha desarrollado prácticas estudiantiles de las carreras agropecuarias.

Durante este tiempo no se ha contado con los equipos, implementos, insumos y herramientas en el área de bromatología y toxicología, impidiendo se realicen adecuadamente las prácticas establecidas en los Syllabus de la asignatura en estudio, situación que afecta inclusive a los estudiantes en su futura vida profesional.

El análisis de los syllabus, permitió comparar y demostrar la coherencia entre los resultados de aprendizaje declarados tanto por unidades de contenido de las asignaturas así como con los resultados de aprendizaje de cada nivel curricular con el perfil profesional, situación que define la pertinencia del componente práctico de la asignatura en estudio sobre la existencia de equipos bromatológicos y toxicológicos para realizar análisis en productos alimenticios.

Los resultados de las encuestas a estudiantes demuestran la importancia del componente práctico dentro de su ciclo estudiantil y luego para la vida profesional; la investigación reveló la necesidad de implementar equipos en el laboratorio de Bromatología y Toxicología y mantenimiento general de las plantas de procesamiento, además de la carencia de materia prima, insumos y reactivos para el correcto análisis de los productos alimenticios.

Las ausencia de equipos no permitió que se desarrollaran las prácticas al 100%; no obstante, se están realizando las gestiones necesarias para que este componente pueda mejorar.

Gracias a lo obtenido de las entrevistas a expertos se demostró la importancia de realizar prácticas en la materia de bromatología y toxicología debido a que es durante la práctica que los estudiantes pueden demostrar lo aprendido. A más de esto, se establecieron el tipo de prácticas de acuerdo a la materia y todo lo concerniente a equipos, reactivos y materiales necesarios.

Al comparar el equipamiento de las plantas de procesamiento visitadas, con las de la UCSG y con lo recomendado por Romano Pérez y Valladares Cortez (2012); y en base al listado de los elementos que deben ser tomados en cuenta para implementar equipos de análisis en productos derivados de diferentes materias primas y componentes del equipo para el enfundado de productos alimenticios para su posterior análisis, se puede afirmar que el laboratorio de bromatología y toxicología para desarrollar las habilidades y destrezas de los estudiantes en la asignatura bajo estudio, requiere la mejora de los siguientes equipos:

- Kjeldahl
- Mufia

- Termómetro digital °C
- Balanza de precisión
- Purelab flex
- Cabina desecadora acrílica
- Soxtherm
- Determinador de humedad
- Set medidor de AW HIGROPAL 23 AW
- pHmetro digital de mesa con certificado de calibración
- Estufa de secado coterm de 150 litros

Con todo este equipamiento, las prácticas necesarias en el laboratorio de Bromatología y Toxicología son: análisis bromatológicos alimenticios, análisis organolépticos, determinación de acidez, densidad; prueba de azúcar, elaboración de medios de cultivos, determinación de humedad, azúcares reductores, proteínas, sólidos totales, fibra dietética, lípidos, carbohidratos.

Se valoraron los aspectos necesarios para implementar equipos de análisis de productos alimenticios, sobre la base de los resultados obtenidos y de la comparación con otros Laboratorios que aparecen en la literatura científica, en donde se observaron las necesidades de los laboratorios, que determinaron las prácticas con los estudiantes en los semestres B-2015 y A-2016 y con procesos de capacitación a estudiantes de la carrera de Nutrición, Estética y Dietética, así como de la comunidad en general en la producción de productos de calidad adecuada.

En este aspecto, según Navarrete (2013), la no aplicación o aplicación incorrecta de procedimientos tecnológicos por la industria frigorífica pueden conducir al desmejoramiento y aumento en la variabilidad de los atributos más apreciados por el consumidor, quien manifiesta que la implementación de programas de saneamiento y de producción garantizan que el producto elaborado sea inocuo y que se cumpla con los requisitos organolépticos, físicos-químicos y microbiológicos establecidos en las normas INEN (2012). Además se establecieron el tipo de prácticas de cárnicos y lácteos requeridas de acuerdo a las asignaturas con sus respectivos equipos, materiales y reactivos.

IV. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

Acero Godinez, M.G. (2007). Encuadre del sistema de prácticas. En manual de prácticas de bromatología.(4). Aguascalientes: Nueva época.

Barrón Tirado, C. (2015). Concepciones epistemológicas y práctica docente. Una revisión. REDU Revista de docencia universitaria. Volúmen 13 (1), 35 – 36.

Camacho Corredor, D. Y. (2010). Hacia un modelo de emprendimiento universitario. Apuntes Del CENES, 27(43), 275-292.

García Martínez, E. y Fernández Segovia, I.; Fuentes López, A. (2012).). Determinación de proteínas de un alimento por el método Kjeldahl. Valoración con un ácido fuerte. <http://hdl.handle.net/10251/29832>

Grupos de trabajo Universidad y Sociedad Quito, Guayaquil y Cuenca (2017) .Lineamientos de políticas públicas para la educación superior (2017 – 2022). ?. Cabrera, Cielo, Moreno, Ospina (Ed). Las reformas universitarias en Ecuador (2009 – 2016): Extravío, ilusiones y realidades. (p.p.153- 175). Quito, Ecuador. Ediciones Fausto Reinoso.

Díaz Arango, C. I., y Arias Combariza, R. A. (2010). Una propuesta tecnológica basada en radiofrecuencia para apoyar el proceso de picking en los cuartos fríos de Industria de Alimentos Zenu SAS. Recuperado 09 de septiembre 2016 de <http://recursosbiblioteca.utp.edu.co/dspace/handle/11059/2020>

INEN (2012) Determinación de Acidez, Determinación de cenizas.- Conservas Vegetales.

Navarrete, R. (2013). Modelo de bioseguridad en la cadena de suministros de productos alimenticios, teniendo en cuenta la gestión de la cadena de suministros y la visión de procesos de negocio. Aplicación a la industria alimenticia, de la zona del bajo (tesis doctoral). Universitat Politècnica de València. España.

Olvera, M. A., Martínez, C. A. y Real, E. (1993). *Manual de técnicas para laboratorio de nutrición de peces y crustáceos*. Recuperado de: <http://www.fao.org/3/AB489S/AB489S03.htm#ch3>

Ramírez, D. M. y Arrubla J. P. (2016). *Implementación de un método de determinación de fibra cruda en materias primas y producto terminado en alimentos para animales en CIPA S.A.* (tesis de pregrado). Universidad Tecnológica de Pereira, Pereira, Colombia.

Romano, M & Valladares, C. (2012). Prediseño de una planta procesadora de productos cárnicos con enfoque de sistemas integrados de gestión /tesis doctoral). Universidad de El Salvador. San Salvador.

Serrano, J. M. y Pons, R. M. (2011). El constructivismo hoy: enfoques constructivistas en educación. Revista Electrónica de Investigación Educativa, 13(1). Consultado el día de mes de año en: <http://redie.uabc.mx/vol13no1/contenido-serranopons.htm>

UNAM (2008). Fundamentos y técnicas de análisis de laboratorio. Recuperado de: http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/FUNDAMENTOSYTECNICASDEANALISIS DEALIMENTOS_12286.pdf

Zerega, M. M. & Murrieta, M.(2017). Calidad en la educación superior ecuatoriana: ¿Para qué? ¿Para quién?. Cabrera, Cielo, Moreno, Ospina (Ed). Las reformas universitarias en Ecuador (2009 – 2016): Extravío, ilusiones y realidades. (p.p.153- 175). Quito, Ecuador. Ediciones Fausto Reinoso.

