

UNA ESTRATEGIA PEDAGÓGICA Y DIDÁCTICA, BASADA EN EL TRABAJO
PRÁCTICO DEL ANÁLISIS BROMATOLÓGICO Y TOXICOLÓGICO DE LA
FARIÑA, ALIMENTO OBTENIDO A PARTIR DE LA *Manihot Sculenta Krantz*
"YUCA BRAVA"

INGRITH LORENA DIAZ URBINA
LUZ ANDREA SUAREZ RUIZ

UNIVERSIDAD PEDAGOGICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
BOGOTA D.C.
2006

UNA ESTRATEGIA PEDAGÓGICA Y DIDÁCTICA, BASADA EN EL TRABAJO
PRÁCTICO DEL ANÁLISIS BROMATOLÓGICO Y TOXICOLÓGICO DE LA
FARIÑA, ALIMENTO OBTENIDO A PARTIR DE LA *Manihot Sculenta Krantz*
"YUCA BRAVA"

INGRITH LORENA DIAZ URBINA
LUZ ANDREA SUAREZ RUIZ

El presente trabajo de grado es requisito para optar el título de
Licenciatura en Química

DIRECTOR:
MAURO PINZÓN R.

UNIVERSIDAD PEDAGOGICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
BOGOTA D.C.
2006

NOTA DE ACEPTACIÓN

La sustentación del trabajo titulado Una Estrategia Pedagógica y Didáctica, Basada en el Trabajo Práctico del Análisis Bromatológico y Toxicológico de la Fariña, Alimento Obtenido a Partir de la *Manihot Sculenta Krantz* "Yuca Brava" ; fue aprobado por el jurado calificador:

Jurado

Bogotá D.C. 2006

AGRADECIMIENTOS

“Un verdadero triunfo en la vida no puede ser reducido a un golpe de suerte o a una donación. Hay que conquistarlo”

Anónimo.

Agradecemos a Dios, habernos permitido cumplir una de nuestras metas propuestas y guiarnos por un sendero de sabiduría, amor y dedicación.

A nuestras familias que con su esfuerzo y dedicación nos brindaron apoyo constante, ternura y comprensión en cada una de las experiencias vividas.

A nuestros maestros por entregar día a día sus conocimientos, sus sabios consejos, sus orientaciones y formarnos como jóvenes que sabemos mirar el futuro y encontrar un espacio en el país.

A la Universidad Pedagógica Nacional templo del saber, gracias por habernos brindado sus espacios para construir en ellos una parte de nuestros proyectos de vida.

A la comunidad de Mitú (Vaupés) agradecemos su colaboración incondicional para concluir nuestro proyecto de grado.

A nuestros amigos y compañeros y a todas las personas que nos acompañaron de una u otra forma “gracias”.

DEDICATORIA

A Hernando Suárez mi padre y Amanda Ruiz mi madre
quienes me enseñaron que sin temores
y sin esperanzas no se concibe la vida.

A mis hermanos Milton y Diego
quienes me acompañaron y mostraron
el lado hermoso de vivir.

Luz Andrea Suárez Ruiz

A Bertha Cecilia Urbina mi madre y Luís Antonio Díaz mi padre
quienes me enseñaron que sin esfuerzo no hay virtud
y sin valor no hay gloria.

A mis hermanos Luís, Omaira y Yhina
quienes me mostraron que la esperanza
es el sueño del hombre despierto.

A mi abuelita Anita, Camilita, Rosa Elvia y Alirio
quienes significan todo en mi vida.

Ingrith Lorena Díaz Urbina.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	
1. DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA,	11
2. ANTECEDENTES,	13
3. JUSTIFICACIÓN,	14
4. OBJETIVOS,	16
4.1 Objetivo General,	16
4.2 Objetivos Específicos,	16
5. HIPÓTESIS,	17
6. MARCO TEÓRICO,	18
6.1 Plantas tóxicas,	18
6.2 Plantas que contienen cianuros o plantas cianogenéticas,	18
6.3 <i>Manihot Sculenta Krantz</i> ,	20
6.3.1 Nombres,	20
6.3.2 Familia,	20
6.3.3 Parte medicinal,	21
6.3.4 Originaria,	21
6.3.5 Historia,	21
6.4 Una bella leyenda,	21
6.5 Sus propiedades,	23
6.6 Sus indicaciones,	24
6.7 Usos,	24
6.8 Componentes más importantes,	25
6.9 Composición de la harina seca de raíz de yuca,	26
6.10 Aporte nutricional,	26

6.10.1 Nutrientes esenciales,	26
6.10.2 Energía,	27
6.10.3 Funciones de los nutrientes,	28
6.10.4 Líneas nutricionales,	32
7. MARCO QUIMICO	34
7.1 Ácido cianhídrico,	34
7.1.1 Generalidades,	34
7.1.2 Propiedades físicas y termodinámicas,	36
7.1.3 Propiedades químicas,	38
8. MARCO BIOLOGICO	40
8.1 Efectos en la salud humana,	40
8.2 Fisiopatología,	40
8.2.1 Signos y Síntomas,	42
8.2.2 Tratamiento,	43
8.3 El cianuro en el medio ambiente,	46
8.4 Efectos sobre la fauna,	49
9. MARCO PSICOPEDAGÓGICO	53
9.1 Constructivismo y aprendizaje significativo,	53
9.2 Manuales educativos,	57
9.2.1 Generalidades,	57
9.2.2 Características,	58
9.2.3 Pasos para escribir un manual escolar,	61
9.2.4 Estructuración,	62
9.2.5 Funciones específicas de la cartilla,	63
10. METODOLOGÍA,	64
10.1 Población,	64
10.2. Trabajo con la planta y el producto final,	65
10.2.1 Determinación de glucósidos cianogenéticos,	65

10.2.2 Análisis bromatológico,	66
11. RESULTADOS,	74
11.1 Del análisis de Laboratorio,	74
11.1.1 Glucósidos cianogenéticos,	74
11.1.2 Datos teóricos de la harina de raíz de yuca,	75
11.1.3 Datos experimentales de fariña,	76
11.2 De la aplicación de instrumentos,	78
11.3 De la obtención de datos,	79
11.3.1 Caracterización de agricultores y fabricantes de fariña,	79
11.3.2 Resultados obtenidos en las encuestas a agricultores y fabricantes de fariña,	81
11.3.3 Resultados obtenidos con los alumnos y exalumnos del colegio José Eustacio Rivera de Mitú Vaupés,	82
12. OBSERVACIONES,	84
13. RECOMENDACIONES,	85
14. CONCLUSIONES,	87
15. BIBLIOGRAFÍA,	89
16. GLOSARIO,	92
Anexos	

LISTA DE ANEXOS

Anexo A: Mapa de la Región

Anexo B: Encuesta # 1

Anexo C: Encuesta # 2

Anexo D: Encuesta #3

Anexo E: Tabla N° 1

Anexo F: Tabla N° 2

Anexo G: Tabla N° 3

Anexo H: Tabla N° 4

Anexo I: Tabla N° 5

Anexo J: Tabla N° 6

Anexo K: Tabla N° 7

Anexo L: Agricultor preparando la tierra para sembrar yuca

Anexo M: Planta de yuca brava

Anexo N: Mujer indígena transportando yuca brava

Anexo O: Mujer indígena preperando fariña

Anexo P: Niños de la comunidad indígena

Anexo Q: Ecuaciones generales para realizar cálculos

INTRODUCCIÓN

Este proyecto de grado es un trabajo de tipo descriptivo, a partir del cual se pretende construir un material didáctico con el que se desea presentar de manera sencilla y explícita la parte toxicológica del veneno que se extrae de la *Manihot Sculenta Krantz* “yuca brava”.

El objetivo de este proyecto no es formular un nuevo modelo pedagógico, sino que bajo los parámetros del constructivismo, despertar el interés en la población mediante actividades motivadoras; pues generalmente los conocimientos se presentan de una manera formal que no son aplicables a la vida cotidiana y que finalmente no son asumidos.

La población donde se busca llevar a cabo esta investigación se encuentra muy arraigada a ciertas costumbres que vienen de generación en generación, desconociendo muchos aspectos que si no se manejan de una forma apropiada resultan nocivos incluso para la salud.

La base de este trabajo es formular a la población una serie de esquemas que faciliten la interpretación de diferentes situaciones, para que de esta manera ellos se hagan partícipes en la construcción de su propio conocimiento.

1. DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

“La formación científica es una tarea colectiva, una empresa asumida por toda la sociedad, en la que no solo basta producir conocimiento y formar a los que han de continuar el proyecto, sino que ella debe extenderse a toda población de los distintos niveles y modalidades del sistema educativo, (la ciencia es tarea de todos).”¹

Durante años el casabe y la fariña han sido la base alimenticia no solo de la comunidad del Vaupés sino además, de muchas otras regiones del país incluso del continente africano, cabe señalar que este alimento se produce a partir de la *Manihot Sculenta Krantz*, conocida en esta región como “yuca brava”, la cual posee un veneno mortal lo que hace necesario su extracción.

Los indígenas se la han ingeniado para extraer este veneno de forma artesanal y muy segura, conocimiento que se ha transmitido de generación en generación, a pesar de no poseer un conocimiento científico y que solo ha surgido a partir de sus necesidades propias de supervivencia.

Teniendo como referencia lo expuesto anteriormente surge la inquietud de saber si será posible construir e implementar un material didáctico como una cartilla, que acerque a la población a la construcción de un conocimiento científico, partiendo de sus raíces culturales.

¹ GALLEGO, Rómulo y PÉREZ, Royman. La Enseñanza de las Ciencias Experimentales. Pág. 23.

Este material será referido a la comunidad que tenga un cierto nivel de alfabetización; en este caso es de nuestro interés los estudiantes que se encuentran en los grados superiores como lo son los grados once del colegio José Eustacio Rivera de Mitú; tal como se señala lo que buscamos es que la cartilla tenga un lenguaje no tan complejo, pero que a su vez reúna la información que sería de interés en cuanto al tema trabajado.

Cabe señalar que nuestro trabajo práctico en el laboratorio se centró en la determinación cualitativa de ácido cianhídrico en el producto final “fariña” y de estar presente en éste, su determinación cuantitativa y toxicidad. Finalmente analizar el alimento como tal para así poder dar un concepto acerca de su valor nutricional.

2. ANTECEDENTES

Si hay algo representativo y común dentro de los grupos indígenas, tanto de la Orinoquía como de la Amazonía colombiana, es la fariña a base de la *Manihot Sculenta Krantz*, yuca brava.

Implícito en su vida cotidiana como base alimenticia obligatoria, la fariña, se podría definir en nuestros términos como pequeños granos de maíz, suavemente ácidos al paladar elaborada con yuca brava, e ideal para acompañar pescados, aves y carnes.

En consecuencia, la *Manihot Sculenta Krantz* “yuca brava” es el cultivo principal, donde intervienen hombres y mujeres en la preparación de la tierra, siembra y cosecha.

Este tipo de yuca se caracteriza por un aspecto especial: es un tubérculo venenoso, que contiene cianuro el cual hay que extraerlo para poder ser ingerido, por lo tanto el proceso de elaboración de la fariña se convierte en un procedimiento complejo, que ellos mismos han ideado a lo largo de su experiencia.

“Sin embargo, pese a la protección que estos procedimientos de preparación confieren, está resultando evidente que el envenenamiento crónico por cianuro, causado por la ingesta de tasas bajas durante periodos largos, es un fenómeno generalizado en las zonas del globo que dependen de la yuca brava.”²

² COULTATE, T. P. Manual de Química y Bioquímica de Alimentos. Pág. 271.

3. JUSTIFICACIÓN

En nuestra cultura se ha tenido la creencia de que si un alimento es natural, es “seguro”, tal afirmación ha llevado a pensar que las dolencias de la humanidad desaparecerán tan pronto como se deja de comer productos no naturales. La demostración más clara de la ingenuidad de estos puntos de vista es la abundancia de toxinas naturalmente presentes en alimentos vegetales aparentemente “naturales”.

La indudable existencia de estas toxinas demuestra que ninguna de estas plantas apareció en el planeta con el objeto fundamental de soportar la vida humana.

No obstante, el hombre que ha estado en contacto con el mundo vegetal como el indígena o el campesino adquieren diariamente experiencias acerca de la utilización de las plantas ya sea en relación hacia su alimento, hacia la medicina o incluso a plantas que matan. “Entre mayor sea su contacto con las plantas, mayor incremento de conocimiento; por eso es de admirar los usos que hacen de ellas.”

Con base en lo anterior es de considerar que la información recogida en este trabajo se hace aún más interesante para la comunidad, puesto que nuestro objeto de trabajo la *Manihot Sculenta Krantz* “yuca brava”, como se conoce en la orinoquía, específicamente en el bajo Vaupés, es manipulada con mucha frecuencia a la hora de obtener su alimento y a pesar de desconocer gran parte de las características de la planta, han sabido manipularla a su favor.

De acuerdo a lo ya expuesto se pretende construir una unidad didáctica que genere motivación, fácil acceso e interés en la comunidad y así motivar hacia la mejor utilización y aprovechamiento de los recursos que poseen, para una mejor asimilación de algunos conceptos científicos.

4. OBJETIVOS

4.1. OBJETIVO GENERAL

Diseñar e implementar una estrategia pedagógica y didáctica constructivista partiendo del análisis bromatológico y toxicológico del alimento proveniente de la *Manihot Sculenta Krantz* (yuca brava), para así determinar si hay presencia de sustancias tóxicas y de ser así los efectos que causan en el organismo.

4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ♣ A partir del aprendizaje de la elaboración de la fariña como base alimenticia, reconocer los componentes toxicológicos de la planta y las trazas que pueden quedar en este alimento.
- ♣ A través del trabajo en el laboratorio, reconocer algunos de los componentes característicos de la fariña, en sí reconocer el valor nutricional de este alimento como tal.
- ♣ Elaborar una cartilla donde se reúna toda la información recogida en este trabajo, para el aprovechamiento de la población.

5. HIPÓTESIS

El trabajo científico no se limita a la experiencia en el laboratorio, sino que también está implícito en las actividades más comunes aún para las personas que tienen poco contacto con éste y que sin embargo de alguna u otra forma han generado lo que podría decirse conocimiento científico.

Aunque no es de ignorar que muchos de los mecanismos que ellos llevan a cabo tienen un fundamento teórico que desconocen y que han ido desarrollando de acuerdo a sus necesidades.

El trabajo que será llevado a cabo, permite que la comunidad se acerque, indague y se pregunte desde un marco teórico fundamentado, que fenómenos se llevan a cabo en su vida cotidiana y de esta manera reconozcan la problemática que los vuelve vulnerables en cierta forma, comparando y constatando su conocimiento propio con investigaciones ya propuestas.

6. MARCO TEÓRICO

6.1 Plantas Tóxicas

Debe considerarse como planta tóxica, aquel vegetal que causa trastornos al hombre o a los animales susceptibles a sus efectos.

Una planta es venenosa cuando a través del contacto, consumo o ingestión, produce trastornos fisiológicos que inhiben, modifican o impiden un proceso normal, produciendo síntomas de disfunción, estados patológicos o muerte.

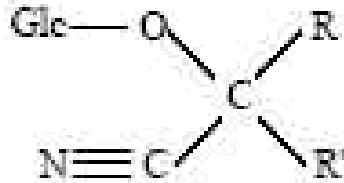
Las plantas tóxicas deben sus propiedades a los metabolitos secundarios biosintetizados a partir de los metabolitos primarios con distribución restringida a ciertas plantas o un género dado (ejemplo: alcaloides, flavonoides, glucósidos cardiotónicos, terpenoides y glucósidos cianogenéticos)³

6.2 Plantas Que Contienen Cianuros O Plantas Cianogenéticas

Entre los mecanismos de defensa contra predadores de los vegetales se encuentra la síntesis de sustancias potencialmente tóxicas. Entre ellas, algunos vegetales sintetizan glucósidos que liberan ácido cianhídrico por un proceso enzimático cuando se dañan mecánicamente, o cuando se comen.

³ CÓRDOBA, Darío. Toxicología. Pág. 270.

Los glucósidos cianogénéticos tienen como estructura general



Es decir, un grupo nitrilo unido a un carbono que tiene unido a su vez un azúcar mediante un enlace glicosídico y dos grupos distintos que varían dependiendo de cual sea el glucósido. Se encuentran en muchos vegetales, aunque no siempre en las partes comestibles. En el caso de la mandioca, se encuentran en la raíz, que es la principal parte comestible, y hacen necesario un procesamiento específico para eliminar su toxicidad.

Estos glucósidos se encuentran en cantidades variables en las plantas; se ha logrado determinar que plantas jóvenes mantienen mayor cantidad que las viejas, en las plantas secas se pierde la mayor cantidad del tóxico, durante el proceso de marchitado, igualmente, existe mayor proporción en hojas que en tallos y el contenido aumenta por la fertilización con nitritos (aumenta hasta 20 veces su contenido) y con la irrigación como ocurre en algunas especies de sorgo. Las fumigaciones con herbicidas del grupo del 2-4-D, tienen efecto similar, en la remolacha azucarera.

El ácido cianhídrico se encuentra en las plantas haciendo parte de moléculas con varios azúcares que constituyen glucósidos específicos para cada planta. Los glucósidos presentes en la yuca brava son: la

linamarina, cuyo nombre es: 2 (-D-glucopiranosil)-oxi-isobutilnitrilo que corresponde a la fórmula $(\text{CH}_3)_2\text{C}(\text{CN})\text{-O-C}_6\text{H}_{11}\text{O}_5$ y la lotaustralina cuyo nombre es 2 (-D-glucopiranosil)-oxi-2-metil butilnitrilo con fórmula $\text{CH}_3\text{-(C}_2\text{H}_5)\text{C}(\text{CN})\text{-O-C}_6\text{H}_{11}\text{O}_5$.

A partir de estos glucósidos se libera el ácido cianhídrico por acción de enzimas también específicas, que suelen coexistir en las mismas células que contienen el glucósido, en algunos casos no existe la enzima que es capaz de hidrolizar el heterósido, este efecto puede lograrse por el jugo gástrico, al ser ingerida la planta. El cocimiento destruye las enzimas y libera el ácido cianhídrico que por su carácter gaseoso, deja libre a la planta, del tóxico.

En este trabajo se hablará sobre la toxicidad de estos glucósidos cianogenéticos, presentes más específicamente en la *Manihot Sculenta Krantz* conocida como yuca brava.

6.3 *Manihot Sculenta Krantz*

6.3.1 Nombres

- Botánico: *Manihot Sculenta krantz* (Janipha Manihot L.)
- Castellano: yuca, mandioca, yuca brava, yuca amarga, cui, pari, quivá, manioc.
- Francés: yuca
- Inglés: yucca

6.3.2 Familia

Euforbiáceas

6.3.3 Parte medicinal

Sus raíces

6.3.4 Originaria

Zonas tropicales de América

6.3.5 Historia

El nombre "yuca" viene del idioma de los indios caribes, de origen quiché, los cuales la llamaban también por el nombre de yogca, cuyo significado es "que se amasa molida"

Sus raíces han constituido un importante alimento para los indígenas mucho antes de que Colón descubriera América. Tanto es así que se han encontrado en perfecta conservación raíces de yuca en tumbas incas de la costa del Perú. También se hallaron representaciones pintorescas de la planta en cerámicas de culturas precolombinas.

6.4 Una bella leyenda

Los indios del Amazonas todavía cuentan una bella leyenda sobre la yuca, la cual fue recogida por Couto de Magalhaes y reza así: "Un día, hace mucho tiempo de esto, la hija de un jefe indio que habitaba en las regiones que está hoy la ciudad de Santarem, salió embarazada. El padre juró vengarse del hombre que había deshonrado su cabaña. Interrogó a la niña: Ni ruegos, ni amenazas, ni castigos, nada bastó. Ella sostenía que jamás se le había acercado ningún hombre. El padre estaba decidido a matarla. Un hombre blanco se le presentó. Dijo al indio que no debía de matar a la niña, porque era ésta inocente y que

no conocía hombre. El padre lo oyó y creyó. Al cabo de nueve meses la joven dio a luz a una niña, bella como los amores. Todas las tribus vecinas quedaron estupefactas. De lejos se iba a conocer la blanca, bello cogollo de una raza nueva y desconocida. Se le puso el nombre de "Mani". Ella hablaba y andaba desde el día de su nacimiento. A todos sonreía tristemente. Al cabo de un año murió, sin enfermedad ni sufrimiento. Se la enterró en el jardín de la casa. Según la costumbre de sus abuelos, cada día se limpiaba y regaba la fosa. Un día se encontró la sepultura entreabierta y en ella una pequeña planta desconocida que ninguno se atrevió a arrancar. La planta creció, dio flores y frutos. Los pájaros que los comían se embriagaban. Después la tierra se hendió y apareció una hermosa raíz en el fondo. Esta raíz se asemeja al cuerpo de Maní, la blanca y por ello se le dio el nombre de "Manioc"⁴

Otro texto de interés sobre la yuca se encuentra en los escritos de Jhon Gerard alrededor del año 1633 y dice así: "Me han dicho viajeros que los indios la llaman de diversas maneras, Manihot, pero generalmente yuca y Iucca y me creo que es la planta que Teofrasto denominó Arachidna y que Plinio llamaba Aracidna. La planta es caliente y seca en el primer grado. Cuando el jugo venenoso se ha colado y se seca, alcanza la mitad del segundo grado".

En el manuscrito de Fray Juan Navarro titulado Jardín Americano alude a la yuca de la siguiente manera: "Quauhcamotli, yuca, vulgarmente guacamote, del que se hace el pan llamado cazabe. Su zumo tomado en breve saca al que lo tomó de este mundo, pero hervido es muy útil mantenimiento, asunto que ha dado quehacer a los doctos, pero el

⁴ www.mifarmacia.es

doctor Cárdenas dice que su veneno es volátil y con el fuego se evapora. El almidón se hace moliendo y colando la raíz"

Una raíz alimenticia de primer orden. De todos estos comentarios deduzco que la raíz de yuca es un alimento de primer orden en las zonas tropicales de América del sur, especialmente en la zona del Amazonas y del Orinoco, donde es preparada en forma de "fariña", "mañoco" y "cazabe".

¿Qué jardinero o agricultor no se ha pinchado o clavado la punta de una afilada yuca? Es muy doloroso, provocando a veces, dependiendo del sujeto y tipo de sangre, hinchazones, enrojecimiento y dolor local, todo ello debido al ácido cianhídrico. Para eliminar de esta planta este peligroso ácido, debe someterse a un proceso de lavado que dura aproximadamente unos cinco días. La pulpa resultante se exprime y una vez seca, forma unos cuantos gránulos, que una vez han sido depurados, forman parte de la conocidísima tapioca, la cual es un alimento totalmente inocuo y de un gran valor nutritivo, siendo recomendado en la alimentación de los niños y adolescentes.

6.5 Sus propiedades

- Nutriente
- Emoliente
- Vulneraria

6.6 Sus indicaciones:

- Como alimento nutritivo
- Eccemas
- Quemaduras de sol
- Enfermedades de la piel
- Dermatitis irritativa y tóxica (Vía externa en forma de emplastos de hojas de yuca)

6.7 Usos:

- Emplastos de hojas calientes sobre la piel en afecciones de la piel como eccemas, quemaduras. dermatitis, etc.
- En forma de alimento: tapiocas

Como alimento el proceso comienza con la recolección de la yuca brava en las plantaciones aledañas, se sumergen los tubérculos entre agua durante un par de semanas, de tal forma que se ablande y su corteza puede retirarse fácilmente.

Las sacan del agua y las transportan a la vivienda en el canasto *cargador*.

Ya en el área de la cocina, la mujer pasa la yuca pelada por el *rallador*, moviéndola hacia adelante y hacia atrás, hasta que se vuelve una masa pastosa.

Esta pasta contiene aún el líquido venenoso característico de la yuca brava, entonces en este momento, se introduce en el interior del exprimidor *sebukán* y se exprime en este canasto alargado que se

cuelga del asa superior y al cual se le imprime una fuerza en su asa inferior, atravesando una vara en este punto de agarre y haciéndole palanca o sentándose en ella. De esta manera, el líquido ponzoñoso sale a través de la trama de fibras que se han contraído, cae al piso o en un contenedor para ser utilizado más tarde como veneno en la punta de las flechas para la caza de sus presas.

En este líquido se encuentra el cianuro o ácido cianhídrico, el cual se considera una sustancia muy tóxica.

6.8 Componentes más importantes

La raíz contiene una buena cantidad de glucósidos cianogenéticos, en toda la masa y por tanto es tóxica en forma cruda; los indios de la amazonía y la orinoquía, la consumen en forma de fariña, casabe, mañoco, mingas, tapioca o almidón.

Otras especies de *Manihot* solo contienen el tóxico en la corteza de la raíz especialmente en las yucas rosadas, el contenido parece que aumenta en procesos de fermentación de las raíces y de las cáscaras.

Ácido cianhídrico diseminado por su tejido.....	0,15%
Ácido yucotánico.....	0,01%
Almidón	

6.9 Composición de la harina seca de raíz de yuca sin cáscara

Componentes	%
Carbohidratos	92,4%
Proteínas	1,56%
Grasas	0,88%
Ceniza	2,00%
Fibra detergente neutra	3.40%
Fibra detergente ácida	1.95%
Hemicelulosa	1.45%
Materia seca	100,00%

⁵ BUITRAGO, A. JA. La yuca en la alimentación animal. Centro Internacional de Agricultura Tropical. (CIAT). Cali, Colombia. 1990.

6.10 Aporte Nutricional

Es preciso tomar decisiones importantes con respecto a la nutrición que incidan en la salud de grupos tales como niños y ancianos. La Organización Mundial de la Salud (OMS) y algunos países están dando indicaciones precisas en cuanto a los nutrientes que sirven de guía para conseguir una dieta equilibrada.

6.10.1 Nutrientes Esenciales

“Los nutrientes se clasifican en cinco grupos principales: proteínas, carbohidratos, grasas, vitaminas y minerales. Estos grupos comprenden un total aproximado de entre 45 y 50 sustancias que los científicos

consideran, sobre todo por las investigaciones realizadas con animales, esenciales para mantener la salud y un crecimiento normal. Aparte del agua y el oxígeno, incluyen también unos ocho aminoácidos constituyentes de las proteínas, cuatro vitaminas liposolubles y diez hidrosolubles, unos diez minerales y tres electrólitos. Aunque los carbohidratos son una fuente de energía, no se consideran esenciales, ya que para este fin se pueden transformar proteínas.”⁶

6.10.2 Energía

El cuerpo utiliza energía para realizar actividades vitales y para mantenerse a una temperatura constante. Mediante el empleo del calorímetro, los científicos han podido determinar las cantidades de energía de los combustibles del cuerpo: carbohidratos, grasas y proteínas. Un gramo de carbohidrato puro o de proteína pura producen 4 calorías; 1 gramo de grasa pura produce unas 9 calorías. En nutrición la kilocaloría (Kcal.) se define como la energía calorífica necesaria para elevar la temperatura de 1 kilo de agua de 14,5 a 15,5 °C. Los carbohidratos son el tipo de alimento más abundante en el mundo, mientras que las grasas son el combustible más concentrado y más fácil de almacenar. Si el cuerpo agota sus reservas de grasas y carbohidratos, puede utilizar directamente las proteínas de la dieta o descomponer su propio tejido proteico para generar combustible. El alcohol es también una fuente de energía que produce 7 calorías por gramo. Las células del cuerpo no pueden oxidar el alcohol, por lo que el hígado tiene que procesarlo para convertirlo en grasa, que luego se almacena en el mismo hígado o en el tejido adiposo.

⁶ Biblioteca de consulta Microsoft Encarta 2005.

6.10.3 Funciones De Los Nutrientes

Dentro de los alimentos encontramos una serie de compuestos que son los encargados de aportar los elementos necesarios para liberarse en forma de energía y son utilizados por el cuerpo humano para reconstruir infinidad de tejidos especializados y mantener el estado general de salud del individuo. Estos compuestos se denominan nutrientes, los cuales realizan funciones específicas que se describen a continuación:

- Proteínas

Las proteínas son sustancias macromoleculares presentes en todas las células vivas. La función primordial de la proteína es producir tejido corporal y sintetizar enzimas, algunas hormonas como la insulina, que regulan la comunicación entre órganos y células, y otras sustancias complejas, que rigen los procesos corporales. Las proteínas animales y vegetales no se utilizan en la misma forma en que son ingeridas, sino que las enzimas digestivas (proteasas) deben descomponerlas en aminoácidos que contienen nitrógeno. Las proteasas rompen los enlaces de péptidos que ligan los aminoácidos ingeridos para que éstos puedan ser absorbidos por el intestino hasta la sangre y reconvertidos en el tejido concreto que se necesita.

- Minerales

Los minerales inorgánicos son necesarios para la reconstrucción estructural de los tejidos corporales además de que participan en procesos tales como la acción de los sistemas enzimáticos, contracción

muscular, reacciones nerviosas y coagulación de la sangre. Estos nutrientes minerales, que deben ser suministrados en la dieta, se dividen en dos clases: macro elementos, tales como calcio, fósforo, magnesio, sodio, hierro, yodo y potasio; y micro elementos, tales como cobre, cobalto, manganeso, flúor y cinc.

- Vitaminas

Las vitaminas liposolubles son compuestos orgánicos que actúan sobre todo en los sistemas enzimáticos para mejorar el metabolismo de las proteínas, los carbohidratos y las grasas. Sin estas sustancias no podría tener lugar la descomposición y asimilación de los alimentos. Ciertas vitaminas participan en la formación de las células de la sangre, hormonas, sustancias químicas del sistema nervioso y materiales genéticos. Las vitaminas se clasifican en dos grupos: liposolubles e hidrosolubles. Entre las vitaminas liposolubles están las vitaminas A, D, E y K. Entre las hidrosolubles se incluyen la vitamina C y el complejo vitamínico B.

- Carbohidratos

Los carbohidratos son una clase importante de sustancias naturales que se encuentran en la materia tanto vegetal como animal. Estos aportan gran cantidad de energía en la mayoría de las dietas humanas. Los alimentos ricos en carbohidratos suelen ser los más baratos y abundantes en comparación con los alimentos de alto contenido en proteínas o grasa. Los carbohidratos se queman durante el metabolismo para producir energía, liberando dióxido de carbono y agua. Los seres

humanos también obtienen energía, aunque de manera más compleja, de las grasas y proteínas de la dieta, así como del alcohol.

Hay dos tipos de carbohidratos: féculas, que se encuentran principalmente en los cereales, legumbres y tubérculos, y azúcares, que están presentes en los vegetales y frutas. Los carbohidratos son utilizados por las células en forma de glucosa, principal combustible del cuerpo. Tras su absorción desde el intestino delgado, la glucosa se procesa en el hígado, que almacena una parte como glucógeno, (polisacárido de reserva y equivalente al almidón de las células vegetales), y el resto pasa a la corriente sanguínea. La glucosa, junto con los ácidos grasos, forma los triglicéridos, compuestos grasos que se descomponen con facilidad en cetonas combustibles. La glucosa y los triglicéridos son transportados por la corriente sanguínea hasta los músculos y órganos para su oxidación, y las cantidades sobrantes se almacenan como grasa en el tejido adiposo y otros tejidos para ser recuperadas y quemadas en situaciones de bajo consumo de carbohidratos.

- Almidón

Un carbohidrato complejo es el almidón, $(C_6H_{10}O_5)_x$, inodoro e insípido, en forma de grano o polvo, abundante en las semillas de los cereales y en los bulbos y tubérculos. Las moléculas de almidón están compuestas de cientos o miles de átomos, que corresponden a los distintos valores de x , de la fórmula anterior, y que van desde unos cincuenta a varios miles.

La digestión del almidón por el cuerpo humano sigue el siguiente proceso: la hidrólisis comienza en la boca por la acción de la ptialina presente en la saliva y se completa en el intestino delgado. El cuerpo no consume toda la glucosa absorbida en la digestión del almidón, sino que transforma una gran parte de ella en glucógeno que almacena en el hígado. (El glucógeno, denominado almidón animal, posee una estructura casi idéntica a la de la amilopectina). A medida que el cuerpo precisa de glucosa, la hidrólisis del glucógeno la libera en el flujo sanguíneo. Al igual que el almidón de las plantas, el glucógeno sirve de reserva de energía en los animales.

Los tubérculos y los rizomas incluyen varios tipos de papa o patata, la mandioca y el taro. Son ricos en almidón y relativamente bajos en proteína, pero aportan gran variedad de vitaminas y minerales.

- Grasas

Aunque más escasas que los carbohidratos, las grasas producen más del doble de energía. Por ser un combustible compacto, las grasas se almacenan muy bien para ser utilizadas después en caso de que se reduzca el aporte de carbohidratos. Resulta evidente que los animales necesitan almacenar grasa para abastecerse en las estaciones frías o secas, lo mismo que los seres humanos en épocas de escasez de alimentos.

Las grasas de la dieta se descomponen en ácidos grasos que pasan a la sangre para formar los triglicéridos propios del organismo. Los ácidos grasos que contienen el mayor número posible de átomos de hidrógeno

en la cadena del carbono se llaman ácidos grasos saturados, que proceden sobre todo de los animales. Los ácidos grasos saturados son aquellos que han perdido algunos átomos de hidrógeno. En este grupo se incluyen los ácidos grasos monoinsaturados que han perdido sólo un par de átomos de hidrógeno y los ácidos grasos poliinsaturados, a los que les falta más de un par. Las grasas poliinsaturadas se encuentran sobre todo en los aceites de semillas. Se ha detectado que las grasas saturadas elevan el nivel de colesterol en la sangre, mientras que las no saturadas tienden a bajarlo. Las grasas saturadas suelen ser sólidas a temperatura ambiente; las insaturadas son líquidas.

6.10 Líneas Nutricionales

Las necesidades de nutrientes y energía varían de un individuo a otro, y también en función de la edad, el sexo, el nivel de actividad física de la persona y otros factores como su estado de salud y antecedentes genéticos.

Una dieta equilibrada es la que contiene la cantidad adecuada de energía (calorías), según las necesidades de cada persona y la proporción correcta de nutrientes que aportan energía.

Por lo general se recomienda que la mayoría de las personas debería obtener no más de un tercio de la energía a partir de las grasas, de las cuales, sólo un tercio tendrían que ser grasas saturadas.

Más o menos, la mitad de la energía dietética de una persona debería provenir de los carbohidratos, sobre todo de los complejos, procedentes

de alimentos ricos en almidón como el pan, las papas, la mandioca y la pasta.

Las variedades de grano entero, suelen ser una buena fuente de fibra dietética. La fibra es importante para la función intestinal y puede ayudar a reducir el riesgo de enfermedades cardíacas y algunos tipos de cáncer.

Finalmente las frutas y verduras tienen efectos beneficiosos en la salud. Se recomienda consumir unos 400 gramos (cinco o seis porciones) al día.

7. MARCO QUIMICO

7.1 Ácido cianhídrico

Fórmula: HCN.

Composición: C: 44.44%; H: 3.73% y N: 51.83%.

Peso molecular: 27.03 g/mol.

7.1.1_Generalidades

El cianuro de hidrógeno es un gas incoloro, inflamable, el ácido es muy débil, venenoso, de baja viscosidad y con un olor característico a almendras amargas. Scheele lo preparó en disolución en 1782 y Gay-Lussac lo obtuvo como un compuesto puro en 1815.

Las disoluciones acuosas de cianuros, también tienen olor a almendras amargas y se descomponen lentamente en el agua, si el medio es ácido se libera cianuro de hidrógeno.

Tanto el cianuro de hidrógeno, como los cianuros sólidos o en disolución son tóxicos por absorción por la piel, ingestión e inhalación. Para la vida acuática son extremadamente peligrosos pues mientras que para algunas especies se ha encontrado que una concentración de 0.05 mg/l de cianuros libres es aceptable, otros son sensibles a concentraciones más bajas, lo que dificulta el establecimiento de concentraciones límite. Existen teorías en las que el HCN ocupa un papel definitivo en el origen de plantas y animales en la tierra, a través de la generación de aminoácidos (reacción CH_4 , NH_3). Se encuentra en muy pequeñas

cantidades en la sangre humana (0.02 a 0.04 mg/ml) y en las personas que fuman o consumen muchas verduras, el contenido es ligeramente mas alto. Este exceso es convertido por el organismo en tiocianato, el cual es eliminado por la orina.

Pequeñas cantidades de este compuesto, se forman al quemar hidrocarburos en atmósferas deficientes de aire y también se encuentra en la estratosfera.

Se puede obtener de los residuos de la remolacha a pequeña escala y a gran escala existen varios métodos. El proceso Castner consiste en combinar coque y amoníaco con sodio líquido para formar cianuro de sodio, el cual después de acidular genera cianuro de hidrógeno. En el proceso BMA, se lleva a cabo una oxidación catalítica de mezclas de amoníaco y metano. Otro método de obtención involucra la reacción de amoníaco y metano con aire en presencia de catalizadores de platino.

También se obtiene como subproducto en la fabricación de acrilonitrilo por amoxidación de propileno y en otros casos puede deshidratarse formamida para obtenerlo, sin embargo este método no es viable económicamente. A nivel laboratorio, se puede obtener acidulando ferrocianuro de potasio.

Este compuesto es indispensable en la industria química, pues se utiliza en la elaboración de compuestos como adiponitrilo, para producir nylon, metacrilato de metilo, para obtener plásticos acrílicos, cianuro de sodio, para recuperar oro y plata, triazinas, para herbicidas, metionina, usado

como suplemento alimenticio de animales y como quelatante en el tratamiento de agua residual, entre otros usos.

En el área médica y en el área biológica se usan con frecuencia, lo cual facilita la disponibilidad de este elemento y la ocurrencia no solo de accidentes sino también de suicidios.

Debido a su toxicidad, se usó por décadas como veneno en las cámaras de gas y plaguicida, utilizándose, por ejemplo en cultivos de naranja, en silos de granos o para fumigar muebles que después serían vendidos como antigüedades. Durante la combustión de plásticos y tapices de elementos similares se libera cianuro, hecho importante en los accidentes de aviación en los cuales muchas muertes pueden atribuirse a la acción del cianuro directamente.

En la actualidad estos usos han desaparecido debido a su alta toxicidad y actualmente se usa principalmente en la recuperación de metales preciosos y como materia prima en la elaboración de otros productos químicos.

7.1.2 Propiedades físicas y termodinámicas

Punto de fusión: -13.24°C .

Punto triple: -13.32°C .

Punto de ebullición: 25.7°C .

Densidad (respecto al agua a 4°C): 0.715 g/ml (0°C), 0.7017 g/ml (10°C) y 0.6884 g/ml (20°C).

Presión de vapor (kPa): 6.697(-29.5 ° C), 35.24 (0 ° C) y 107.6 (27.2 ° C).

Densidad de vapor (a 31 ° C): 0.947.

Tensión superficial (20 ° C): 19.68 dyn/cm.

Viscosidad del líquido (20.2 ° C): 0.2014 Cp.

Calor específico (J/mol): 58.36 (líquido a 33.1 ° C), 70.88 (líquido a 16.9 ° C) y 36.03 (gas a 27 ° C).

Calor de fusión (-14 ° C): 7.1×10^3 kJ/mol.

Calor de formación (kJ/mol): -130.5 (gas a 25 ° C) y 105.4 (líquido a 25 ° C).

Calor de combustión: 642 kJ/mol.

Temperatura crítica: 183.5 ° C.

Densidad crítica: 0.195 g/ml.

Presión crítica: 5.3.4 atm.

Constante dieléctrica: 158.1 (0 ° C) y 114.9 (20 ° C).

Momento dipolar (gas a 3-15 ° C): 2.09 debe.

Constante de ionización (25 ° C): 7.2×10^{-10} .

Conductividad: 3.3×10^{-6} .

Calor de vaporización: 25.2 kJ/mol.

Calor de polimerización: 42.7 kJ/mol.

Entropía (gas a 27 ° C y 750 mm Hg): 202 J/mol ° C.

Punto de inflamación en copa cerrada (flash point): -17.8 ° C.

Límites de explosividad (en aire a 750 mm Hg y 20 ° C): 6-41 % en volumen.

Temperatura de auto ignición: 538 ° C.

Índice de refracción (líquido a 10 ° C): 1.2675.

Solubilidad: miscible con agua, etanol y ligeramente con éter.

7.1.3 Propiedades químicas

El HCN arde en el aire con una flama azul y es un producto altamente peligroso cuando se expone al calor, flamas u oxidantes. Forma mezclas explosivas con el aire. Puede polimerizar exotérmicamente a pH entre 5 y 11, esta reacción de polimerización se lleva a cabo entre el HCN e iones cianuro por lo que la presencia de agua y calor, contribuyen a que esta reacción se lleve a cabo. Para evitar estos riesgos, debe almacenarse con un contenido menor al 1% en peso de agua, en lugares frescos y debe ser inhibido con ácido sulfúrico, fosfórico o acético.

La cantidad de ácido, utilizada como inhibidor debe ser perfectamente controlada, ya que un exceso de ácidos fuertes como sulfúrico, clorhídrico o nítrico provocan la hidrólisis violentamente explosiva del HCN. La relación entre H_2SO_4 y HCN a la que puede presentarse este tipo de reacción es de 1:1 ó 2: 1. Además, en los tanques, el calor puede acelerar la reacción entre el ácido (usado como inhibidor) y las paredes de éstos, consumiéndolo y provocando la polimerización violenta. Lo mismo sucede con cualquier contaminante que agote el ácido estabilizador.

Durante el inicio de la reacción de polimerización, se desarrolla un color amarillo-café en el cianuro de hidrógeno, seguido de generación de calor. Si fuera posible, una forma de evitar la explosión es agregar ácido y enfriar. El polímero generado no es tóxico, pero debe tenerse cuidado, pues pueden quedar restos de HCN ocluidos en el sólido.

Otro tipo de reacciones violentas se presentan con acetaldehído y con cloro se genera cloruro de cianógeno, el cual trimeriza violentamente, en presencia de trazas de HCl. o NH_4Cl . Al pasar cloruro de hidrógeno a una disolución alcohólica de HCN, se produce cloruros de alquiliminioformatos y la reacción es explosiva.

Los cianuros de mercurio y algunos otros metales pesados son explosivos sensibles a la fricción y el impacto. Con dióxido de carbono se generan violentamente espumas al calentarse, lo mismo ocurre cuando el HCN se despresuriza de estados supercalientes.

8. MARCO BIOLOGICO

8.1 Efectos en la salud humana

El cianuro es producido por el cuerpo humano y exhalado en pequeñas concentraciones con cada respiración. Más de mil plantas también lo producen, como el sorgo, el bambú y la casava (mandioca). Concentraciones relativamente bajas de esta sustancia pueden ser tóxicas para los seres humanos, la flora y la fauna.

El cianuro es fuertemente tóxico para los humanos. El cianuro de hidrógeno gaseoso y las sales alcalinas del cianuro pueden ingresar al cuerpo por inhalación, ingestión o absorción a través de los ojos y la piel. El nivel de absorción de la piel aumenta cuando ésta se encuentra cortada, deteriorada o húmeda. Las sales de cianuro se disuelven con facilidad y se absorben al entrar en contacto con las membranas mucosas.⁷

8.2 Fisiopatología

El grado de toxicidad del cianuro de hidrógeno (HCN) para los humanos depende del tipo de exposición. Como el cuerpo humano reacciona de formas diversas a una misma dosis, se considera que la toxicidad de una sustancia está expresada como la concentración o dosis que resulta letal para el 50% de los individuos expuestos. (LC50 o LD50). La concentración letal de cianuro de hidrógeno gaseoso (LC50) es de 100-300 partes por millón. La inhalación de esos niveles de cianuro causa la muerte en 10 a 60 minutos, teniendo en cuenta que cuanto más alta es

⁷ CÓRDOBA, Op. Cit., Pág. 158.

la concentración más rápido se produce la muerte. La inhalación de 2.000 partes por millón de cianuro hidrogenado puede ser fatal en tan solo un minuto. El valor LD50 por ingestión del cianuro de hidrógeno es de 50-200 miligramos, o de 1-3 miligramos por kilo de peso corporal. En contacto con la piel normal, el valor LD50 es de 100 miligramos por kilo de peso.

Si bien el tiempo de exposición, la forma de exposición y la dosis pueden variar, la acción bioquímica del cianuro es la misma una vez que ingresa en el cuerpo. Una vez que se encuentra en el torrente sanguíneo, el cianuro forma un complejo estable de citocromo oxidasa, una enzima que promueve el traspaso de electrones a las mitocondrias de las células durante la síntesis de trifosfato de adenosina (ATP). Si la citocromo oxidasa no funciona correctamente las células no consiguen aprovechar el oxígeno del torrente sanguíneo, lo que causa hipoxia citotóxica o asfixia celular. La falta de oxígeno provoca que el metabolismo cambie de aerobio a anaerobio, lo que conlleva a la acumulación de lactato en la sangre. El efecto conjunto de la hipoxia y la acidosis láctica provoca una depresión en el sistema nervioso central que puede causar paro respiratorio y resultar mortal. En concentraciones más altas, el envenenamiento por cianuro puede afectar otros órganos y sistemas del cuerpo, incluso el corazón.

Los síntomas de intoxicación aguda con cianuro incluyen confusión mental, parálisis muscular y dolor a la respiración. La dosis letal mínima por vía oral se ha estimado en 0,5 – 3,5 mg/kg de peso vivo. El cianuro ejerce sus efectos tóxicos al unirse al ión férrico de la citocromooxidasa de las mitocondrias, es decir, que produce una anoxia – anóxica por intoxicación citotóxica.

El efecto total es el cese de la respiración celular, la cual puede ocurrir en segundos o minutos de acuerdo a las concentraciones de cianuro en el intoxicado.

El principal producto de excreción del cianuro es el tiocianato cuya producción está catalizada por la rodénasa, enzima ampliamente distribuida en la mayoría de los tejidos de los mamíferos. Otras rutas metabólicas menores incluyen su reacción con la cistina para dar tiazolina y una ruta oxidativa que rinde finalmente dióxido de carbono y formiato. Otra ruta adicional minoritaria es su combinación con la hidroxicobalamina. Esta ruta puede ser la vía metabólica normal de las cantidades pequeñas de cianuro en el organismo.

8.2.1 Signos y Síntomas

Los síntomas iniciales del envenenamiento pueden aparecer tras la exposición a concentraciones de entre 20 y 40 p.p.m. cianuro de hidrógeno gaseoso, y pueden revelarse como dolor de cabeza, somnolencia, vértigo, ritmo cardíaco rápido y débil, respiración acelerada, enrojecimiento facial, náusea y vómito. Estos síntomas pueden estar acompañados por convulsiones, dilatación de las pupilas, piel fría y húmeda, ritmo cardíaco aún más rápido y respiración superficial. En el tramo final y más agudo del envenenamiento, las pulsaciones se vuelven lentas e irregulares, la temperatura corporal comienza a descender, los labios, la cara y las extremidades toman un color azulado, el individuo cae en coma y muere. Estos síntomas pueden ocurrir ante una exposición sub - letal al cianuro, pero disminuirán los efectos si el cuerpo comienza a desintoxicarse y expulsa la sustancia

como tiocianato, 2-amino tiazolina, 4-ácido carboxílico, con otros metabolitos menores.

Podemos enunciarlos diciendo que se inician con irritación de mucosas, taquicardia, arrítmica, convulsiones, pérdida del conocimiento y midriasis. Es posible que el paciente manifieste sensación de angustia y disnea. Se establece el colapso cardio – respiratorio y sobreviene la muerte.

El paciente puede presentar olor característico a “almendras amargas” y la piel catiónica – rosada; signos que pueden ser de gran valor para el diagnóstico presuntivo de la intoxicación.

La mortalidad es muy alta, pero en caso de recuperación se pueden presentar signos neurológicos debidos a la anoxia sufrida por el sistema nervioso central, estos fenómenos son de características extra – piramidales.

8.2.2 Tratamiento

El cuerpo posee diversos mecanismos para expulsar el cianuro de forma efectiva. El cianuro reacciona con el tiosulfato y produce tiocianato en reacciones catalizadas por enzimas de azufre como la rodanasa. El tiocianato es liberado por la orina en cuestión de días. Si bien el tiocianato es siete veces menos tóxico que el cianuro, en concentraciones altas provenientes de una exposición crónica al cianuro puede afectar la glándula tiroides. El cianuro tiene más afinidad por la metahemoglobina que por la citocromo oxidasa, y juntos forman cianometahemoglobina. Si éstos u otros mecanismos de desintoxicación

no son superados por la concentración de cianuro y el tiempo de exposición a la que el cuerpo estuvo expuesto, se puede evitar que el envenenamiento por cianuro sea fatal.

Algunos de los antídotos disponibles hacen uso de estas defensas naturales que posee el cuerpo. El tiosulfato de sodio, que se administra en forma intravenosa, provee al organismo el azufre necesario para mejorar la transformación del cianuro en tiocianato. El nitrito amílico, el nitrito sódico y el dimetil aminofenol (DMAP) son usados para aumentar la cantidad de metahemoglobina en la sangre, que, al mezclarse con el cianuro, forma cianometahemoglobina no tóxica. También se utilizan compuestos de cobalto para crear complejos no tóxicos y estables de cianuro, pero tal como sucede con el nitrito y el dimetil aminofenol el cobalto es tóxico.

El cianuro no se acumula ni se biomagnifica, por lo que exposiciones prolongadas a concentraciones subletales de cianuro no necesariamente causarán intoxicación. Sin embargo, se ha detectado envenenamiento crónico en individuos que consumen cantidades importantes de plantas que contienen cianuro como la casava. La exposición prolongada al cianuro provoca lesiones en el nervio óptico, ataxia, hipertensión, desmielinización, neuropatía óptica de Leber, bocio y bajas en la función tiroidea. No existen evidencias de que la exposición prolongada al cianuro tenga efectos teratogénicos, mutagénicos o cancerígenos en los seres vivos.

El tratamiento corriente de la intoxicación aguda por cianuro es la administración de nitrito o de ésteres de nitrito, como el nitrito de amilo, que convierten la hemoglobina (Fe^{2+}) en metahemoglobina (Fe^{3+}). Los

niveles aumentados de metahemoglobina circulante separan el cianuro de la citocromooxidasa con la que continuará la respiración. La detoxificación final del cianuro se facilita administrando tiosulfato, necesario para la formación de tiocianato.

Aunque los efectos de la intoxicación aguda por cianuro están bien establecidos, los resultados de la intoxicación crónica no lo están tanto. La ingestión de mandioca en ciertas partes de África y de América del sur se asocia, al menos con dos desórdenes que no ocurren en zonas donde el consumo es bajo o en individuos que consumen mandioca libre de cianuro. La alteración conocida como neuropatía atáxica tropical (TAN), que se caracteriza por atrofia óptica, ataxia y desordenes mentales, se da en zonas del África occidental en donde la mandioca es el alimento básico de la dieta. Los individuos que la padecen tienen concentraciones muy bajas de aminoácidos azufrados en la sangre y elevados niveles de tiocianato en el plasma.

Los síntomas de la enfermedad desaparecen cuando los pacientes se someten a dietas libres de cianuro y recurren cuando se vuelve a sus hábitos de comida tradicionales. Esto no debe sorprender dado los elevados niveles sanguíneos de tiocianato, un bociógeno bien establecido.

Otro síndrome relacionado, que se asocia al consumo por mucho tiempo de cianuro, es el conocido como ambliopía tropical. Se caracteriza por atrofia del nervio óptico, lo que da lugar a ceguera y prevalece en las poblaciones que consumen mandioca como alimento fundamental de su dieta. La administración durante mucho tiempo de dosis subletales de

cianuro a los animales da lugar a la destrucción del tejido del nervio óptico. Efectos similares se han observado en personas expuestas a concentraciones bajas de cianuro durante largos periodos de su vida.

Los efectos tóxicos del consumo continuado de cianuro los modifican otros componentes de la dieta y el bocio inducido por cianuro no se observa si la dieta tiene concentraciones adecuadas de yodo. La destrucción neurológica inducida por el cianuro solo se aprecia generalmente en poblaciones mal nutridas. La fuente última de azufre requerida para la conversión del cianuro en tiocianato son los aminoácidos azufrados. Las dietas deficitarias en estos aminoácidos determinan una menor capacidad detoxicante del cianuro y un aumento de sus concentraciones circulantes. El consumo crónico de cianuro con dietas marginalmente deficientes en proteína aumenta la deficiencia en azufre de tales dietas. Por tanto el consumo de alimentos que contienen glucósidos cianogenéticos no solo puede dar lugar a efectos tóxicos atribuibles directamente al cianuro, sino proveer también indirectamente los efectos característicos de la malnutrición proteica.

8.3 El cianuro en el medio ambiente

Existen ciertas bacterias, algas y hongos que producen cianuro en forma natural. También muchas especies del mundo vegetal, como los granos (café, garbanzos), las frutas (semillas, pepitas y huesos de manzana, cereza, pera, damasco, durazno y ciruela), las almendras y nueces de cajú, los vegetales de la familia de las coles, los cereales (mijo, sorgo), las raíces (casava, papa, rábano y nabo), los tréboles blancos y los brotes de bambú. Los procesos de combustión incompleta en los incendios forestales son una fuente importante de cianuro, así como

también de los artículos que contienen nylon, que producen cianuro a través de la despolimerización.

Una vez que se encuentra en el medio ambiente, la reactividad del cianuro provee numerosos caminos para degradarlo y atenuar sus efectos:

Complejación

El cianuro forma compuestos iónicos de estabilidades varias con muchos metales. La mayoría de estos compuestos son menos tóxicos que el cianuro en estado puro, sin embargo, los compuestos ácidos disociables débiles como los de cobre y zinc son inestables y devuelven el cianuro al medio del que provino. Los complejos de cianuro de hierro son importantes debido a la abundancia de hierro en el suelo y la estabilidad que tiene este compuesto en la mayoría de las condiciones ambientales. Sin embargo, el cianuro de hierro está supeditado a la descomposición fotoquímica y puede liberar el cianuro si se lo expone a rayos ultravioleta. Los complejos metálicos de cianuro también están sujetos a diversas reacciones que pueden reducir las concentraciones de cianuro en el ambiente, como se explica a continuación.

Precipitación

Los compuestos de cianuro y hierro forman precipitados insolubles al combinarlos con hierro, cobre, níquel, manganeso, plomo, zinc, cadmio, estaño y plata. El cianuro de hierro forma precipitados con hierro, cobre, manganeso, cadmio y zinc con pH de 2 a 11.

Absorción

Los complejos de cianuro con metales son absorbidos por los componentes orgánicos e inorgánicos del suelo, incluso por los óxidos de

aluminio, hierro y manganeso, ciertos tipos de arcilla, feldespatos y carbón orgánico. Aunque el poder de retención del cianuro en materia inorgánica no es muy conocido, el cianuro está fuertemente relacionado con la materia orgánica.

Cianato

La oxidación del cianuro a un cianato menos tóxico requiere la presencia de un fuerte agente oxidante como el ozono, el peróxido de hidrógeno o el hipoclorito. Sin embargo, la absorción de cianuro por la materia orgánica e inorgánica del suelo suele mejorar la oxidación en circunstancias normales.

Tiocianato

El cianuro forma tiocianato menos tóxico al reaccionar con algunos sulfuros. Algunas fuentes potenciales de sulfuros son el azufre en estado libre y los minerales sulfúricos como la calcopirita (CuFeS_2), la calcosita (Cu_2S) y la pirrotina (FeS), como así también con sus productos oxidados, tales como los polisulfuros y los tiosulfatos.

Volatilización

En los pH más comunes del ambiente, el cianuro toma la forma de cianuro de hidrógeno, con cianuro de hidrógeno gaseoso evolucionando lentamente con el tiempo. La cantidad de cianuro que se pierde en este proceso se incrementa con menores valores de pH, con mayor aireación de la solución y con temperaturas altas. También se pierde cierta cantidad de cianuro por volatilización de la superficie del suelo.

Biodegradación

En condiciones aerobias, la actividad microbiana convierte al cianuro en amoníaco, que a su vez se convierte en nitrato. Este proceso ha

resultado efectivo con concentraciones de cianuro de hasta 200 partes por millón. Si bien también existe degradación biológica en condiciones anaerobias, las concentraciones de cianuro mayores a 2 partes por millón son menos tóxicas para estos microorganismos.

Hidrólisis

El cianuro de hidrógeno puede ser hidrolizado a ácido fórmico o formiato de amonio. Si bien la reacción no es inmediata, es significativa en aguas freáticas en condiciones anaerobias.

8.4 Efectos sobre la fauna

Si bien el cianuro reacciona con rapidez en el medio ambiente y se degrada o forma complejos y sales de estabilidades variables, es tóxico para muchos organismos vivientes, incluso en concentraciones muy bajas.

Organismos y animales marinos.

Los peces y los invertebrados marinos son especialmente sensibles a la exposición al cianuro. Concentraciones de cianuro libre en el ambiente marino que oscilan entre 5,0 y 7,2 microgramos por litro reducen la capacidad nadadora e inhiben la reproducción de muchas especies de peces. Otros efectos adversos pueden ser mortalidad retardada, patologías, respiración entrecortada, alteraciones osmoregulatorias y alteraciones del crecimiento. En concentraciones de 20 a 76 microgramos por litro, el cianuro es mortal para una gran cantidad de especies, y en concentraciones que superen los 200 microgramos por litro el efecto tóxico es rápido para la mayoría de las especies marinas. Los invertebrados experimentan efectos no letales adversos si son

expuestos a concentraciones de entre 18 y 43 microgramos por litro de cianuro libre, y efectos letales entre 30 y 100 microgramos por litro.

Las algas y las macrófitas son capaces de tolerar concentraciones de cianuro aún más altas que las que toleran los peces y los invertebrados, y no demuestran efectos adversos a 160 microgramos por litro o más. Las plantas acuáticas parecen inmunes al cianuro incluso en concentraciones que resultan mortales para la mayor parte de los peces marinos, de agua dulce e invertebrados. Por otro lado, el cianuro puede llegar a afectar la estructura de las plantas.

El efecto tóxico del cianuro para la vida marina es probablemente causado por el cianuro de hidrógeno que ha sido ionizado, disociado o descompuesto fitoquímicamente por compuestos que contienen cianuro.

Los efectos tóxicos de los iones de cianuro para los organismos acuáticos no resultan significantes, así como tampoco lo son las reacciones de la fotodisociación del ferrocianuro y del ferricianuro. Son los efectos de la concentración de cianuro de hidrógeno del agua y no la concentración total de cianuro, los que resultan de suma importancia a fin de determinar el grado de toxicidad para la vida marina.

La sensibilidad de los organismos marinos al cianuro es específica de cada especie y se ve afectada por el pH, la temperatura y los niveles de oxígeno del agua, así como también por la etapa de vida y la condición del organismo.

Aves

El valor LD50 para las aves oscila entre 0,8 miligramos por kilo de peso (palomas mensajeras americanas) y 11,1 miligramos por kilo de peso

(pollos de corral). La mayoría de las especies más sensibles tuvieron alguno de los síntomas (agitación, parpadeo, salivación y letargo), entre medio minuto y cinco minutos después de haber ingerido la sustancia, mientras que las especies más resistentes tardaron hasta diez minutos en sufrir alguno de los síntomas. Todas las especies expuestas a dosis altas experimentaron respiración forzada y profunda seguida de agitación y respiración cada vez más superficial. Si bien en la mayoría de los casos la muerte ocurrió entre 15 y 30 minutos, las aves que sobrevivieron por más de una hora a los efectos del cianuro se recuperaron, posiblemente gracias a la metabolización del cianuro a tiocianato y su consiguiente excreción.

La ingestión de soluciones de cianuro puede provocar mortalidad retardada en las aves. Puede suceder que aunque las aves beban agua que contiene cianuro no mueran inmediatamente, pero puede haber una descomposición en el medio ácido del estómago y producirse cantidades suficientes de cianuro que resultan tóxicas.

Los efectos subletales por exposición al cianuro en las aves, como susceptibilidad a los predadores, no han sido totalmente investigados o informados.

Mamíferos

Los efectos tóxicos del cianuro en los mamíferos son relativamente comunes debido a la vasta cantidad de plantas de forraje que contienen cianuro, como el sorgo, la hierba del Sudán y el maíz. Los niveles de cianuro que poseen estas plantas suelen aumentar en épocas de florecimiento. Las zonas áridas y el aumento en el uso de estas plantas

como forraje favorecen la acumulación de glucósidos cianogénicos en ciertos vegetales.

El valor LD50 para los mamíferos oscila entre 2,1 miligramos por kilo de peso (coyote) y 6,0-10,0 miligramos por kilo de peso (ratones blancos de laboratorio). Entre los diez primeros minutos luego de la ingestión se comienzan a detectar los síntomas de envenenamiento: excitación acompañada por temblores musculares, salivación, lagrimeo, defecación, micción, respiración dificultosa seguidos de descoordinación muscular, agitación y convulsiones. En general, los efectos del cianuro descienden del ganado vacuno a ganado ovino a caballos y luego a ganado porcino, siendo el ganado vacuno el que más sufre los efectos del cianuro, los ciervos y los alces suelen ser relativamente resistentes a los efectos.

Si bien el cianuro está presente en el medio ambiente y en varias plantas, su toxicidad no se ha extendido debido a varios factores: El cianuro no persiste por mucho tiempo en el medio ambiente y no se acumula en el organismo de los animales que han sido estudiados.

No se han encontrado evidencias acerca de la biomagnificación del cianuro en la cadena alimenticia. Si bien la intoxicación crónica por cianuro existe, su toxicidad es baja. Las dosis subletales reiteradas rara vez tienen efectos acumulativos adversos. Muchas especies son capaces de tolerar dosis altas e intermitentes de cianuro por largos períodos.

9. MARCO PSICOPEDAGÓGICO

9.1 Constructivismo y Aprendizaje Significativo

“Lo que plantea el constructivismo pedagógico es que el verdadero aprendizaje humano es una construcción de cada alumno que logra modificar su estructura mental, y alcanzar un mayor nivel de diversidad, de complejidad y de integración. Es decir, el verdadero aprendizaje es aquel que contribuye al desarrollo de la persona. Por esto el desarrollo no se puede confundir con la mera acumulación de conocimientos, de datos y experiencias discretas y aisladas. Al contrario, el desarrollo del individuo en formación es el proceso esencial y global en función del cual se pueda explicar y valorar cada aprendizaje particular, como lo han planteado los pedagogos clásicos. La clásica discusión pedagógica entre educar e instruir precisamente aclaró que lo importante no era informar al individuo, ni instruirlo sino desarrollarlo, humanizarlo.”⁸

El constructivismo es la idea que mantiene que el individuo tanto en los aspectos cognitivos y sociales del comportamiento como en los afectivos su conocimiento no es copia fiel de la realidad, sino una construcción de ser humano.

La concepción constructivista del aprendizaje escolar se sustenta en la idea de que la finalidad de la educación que se imparte en la escuela es promover los procesos de crecimiento personal del alumno en el marco de la cultura del grupo al que pertenece. Uno de los enfoques

⁸ PORLAN, R. y otros. Constructivismo y escuela. Sevilla. 1989.

constructivistas es el **"Enseñar a pensar y actuar sobre contenidos significativos y contextuales"**.

El aprendizaje ocurre solo si se satisfacen una serie de condiciones: que el alumno sea capaz de relacionar de manera no arbitraria y sustancial, la nueva información con los conocimientos y experiencias previas y familiares que posee en su estructura de conocimientos y que tiene la disposición de aprender significativamente y que los materiales y contenidos de aprendizaje tienen significado potencial o lógico.

Las condiciones que permiten el logro del aprendizaje significativo requieren de varias condiciones: la nueva información debe relacionarse de modo no arbitrario y sustancial con lo que el alumno ya sabe, depende también de la disposición (motivación y actitud) de éste por aprender, así como los materiales o contenidos de aprendizajes con significado lógico.

Estudios precedentes de distintos campos coinciden en afirmar que el conocimiento no es el resultado de una simple copia de la realidad preexistente, sino de un proceso dinámico e interactivo a través del cual la información externa es interpretada y reinterpretada por la mente que va construyendo progresivamente modelos explicativos cada vez más complejos y potentes." Conocemos la realidad a través de modelos que construimos para explicarla, siempre susceptibles de ser mejorados o cambiados."

- TEORÍA PIAGETIANA. Esta teoría se ha ocupado fundamentalmente de la construcción de estructuras mentales y

ha prestado una escasa atención a los contenidos específicos; en segundo lugar el proceso de construcción del conocimiento es un proceso fundamentalmente interno e individual, basado en el proceso de equilibración, y la influencia del medio sólo puede favorecer o dificultar. Sin embargo se han presentado numerosas críticas en cuanto a los inconvenientes que a lo largo estos han presentado, por tanto se ha propuesto lo siguiente: El objetivo de la enseñanza es favorecer la construcción de estructuras de pensamiento (clasificación, conservación, seriación, etc.), ya que es el dominio de dichas estructuras lo que permite la comprensión de los diferentes contenidos. Los alumnos deben construir su propio conocimiento a través de un proceso de descubrimiento relativamente autónomo, en el que el papel del profesor es proponer experiencias y situaciones que ayuden a ese proceso; sin embargo según Piaget, la mayor parte de la investigación psicológica y didáctica ha sido centrada en una perspectiva individual, olvidando el hecho de que cualquier conocimiento se genera en un contexto social y culturalmente organizado.

- RAFAEL PORLAN. Es condición indispensable para poder compartir los significados personales y trabajar con ellos, que la vida del aula se base en los principios de libertad de expresión y de respeto a las opiniones ajenas, A partir de lo anterior se vuelve necesario abordar didácticamente las concepciones de los alumnos, donde los enseñantes, desarrollen una doble dimensión de su profesionalidad, por un lado siendo facilitadores del aprendizaje de sus alumnos, y por otro lado, la de investigar su propia actividad profesional.” la responsabilidad de hacer

evolucionar las concepciones es del sujeto que aprende, la responsabilidad del profesor ha de ser la de dinamizar, apoyar y facilitar ese proceso.” Partiendo de un enfoque constructivista, los conocimientos deseables para los alumnos han de diseñarse como una síntesis de diferentes aportaciones, entonces se tendrán en cuenta el análisis histórico y epistemológico de los conceptos y modelos disciplinares, el análisis de la problemática socio-ambiental y cultural más relevante.

La relación del estudiante con el conocimiento está dominada por dos elementos determinantes, la concepción del conocimiento que emerge del contexto cultural y que de alguna manera se manifiesta a través de las ideas espontáneas y preteorías y la concepción de conocimiento que se propicie desde la escuela.

Algunas de las metas tienen que ser más específicas dependiendo de cada sociedad, en la actualidad el conocimiento es una necesidad ¿Qué sentido tiene poseer los recursos que tenemos sino sabemos que hacer con ellos? por esto es necesario que los sistemas educativos se propongan como objetivo la educación en la cual el individuo sea el protagonista o sea, solo un hábil solucionador de preguntas planteadas por otros; un protagonista capaz de ver preguntas propias, con el firme convencimiento de que sean preguntas importantes.

Para terminar es de entender que dos personas pueden compartir los mismos conocimientos, pero es diferente que estos se conciban como una verdad absoluta a que se conciban como una construcción, no tratando de repetir nuevamente que el conocimiento se construye, sino

de construirlo efectivamente en el aula, en este sentido se puede afirmar que no solo la observación está cargada de teoría (Hanson Rusell, 1997) sino que además se encuentra determinada por la actitud de quien observa.

"Entender es descubrir, o reconstruir mediante descubrimiento, y esto debe satisfacerse, si se quiere formar individuos capaces de producción y creatividad y no simplemente de repetir"
PIAGET.

9.2 Manuales Educativos

9.2.1 Generalidades:

Los manuales representan en la actualidad el medio de enseñanza más ampliamente utilizado en el mundo y, por consiguiente, tiene notables implicaciones de naturaleza económica, pedagógica y social en cada nación. Estos son considerados en general, como materiales impresos cuyo objetivo, estructura y presentación de contenidos en forma metódica siguen un diseño determinado con miras a promover en el lector un proceso de aprendizaje y formación mediante el estudio, comprensión y aplicación del contenido.

Por el nivel educativo podemos clasificar los manuales en: escolares, universitarios y de educación no formal. Según su presentación, especificaciones científico – pedagógicas, los manuales se diferencian en; textos escolares, manuales universitarios, talleres y cuadernos de trabajo, manuales auto formativos, guías para el maestro y cartillas instruccionales.

9.2.2 Características:

En términos generales los manuales educativos se caracterizan por presentar cuatro visiones generales en su elaboración:

1. Ideología: estimula la reflexión y la consolidación de los contenidos fomentando directa e indirectamente valores o actitudes más encaminadas hacia la solución de problemas.
2. Científica: transmite conceptos actualizados dentro del marco investigativo en forma objetiva y rigurosa.
3. Docente: lleva implícito el papel del maestro en el texto y su utilización pedagógica. Permite que los contenidos sean asimilados por el lector mediante una conducción de su proceso de aprendizaje apoyándose en los siguientes principios que fundamentan el diseño manual:
 - Fomentar el aprendizaje significativo adquiriendo nuevos conceptos los cuales son contrastados por el lector con su propio repertorio de conocimientos, esto se logra si el manual presenta de manera esencial y sistematizada los contenidos que son básicos y relevantes para el lector, si facilita la incorporación del nuevo conocimiento a la estructura cognoscitiva, estimula procesos de análisis y toma de posición razonada y permite establecer las relaciones causa efecto a fin de facilitar la comprensión del texto.⁹

⁹ VARGAS, Maria E. Programa de Educación continua: guía para la elaboración de módulos. Bogotá: ASCOFAME, 1991. p. 18.

- Promover en el lector la asimilación de los contenidos, al realizarle un tratamiento de cuando ya tenga en cuenta aspectos esenciales con calidad científica, adecuación y organización.
 - Estimular el autoaprendizaje despertando la motivación del lector, transfiriendo adecuadamente la experiencia profesional – docente del autor, de una manera presencial – oral a una no presencial escrita, sin que pierda su carácter dinámico y activo; esto mediante el uso de lenguaje coloquial, redacción sencilla y comprensible, buen estilo, el uso de ejemplos, analogías, comparaciones, llamadas de atención al lector, preguntas retóricas y otro tipo de herramientas didácticas.
 - Promover la aplicación de los contenidos en la realidad del lector, conduciendo a la acción transformadora de su medio institucional, comunitario o familiar.
 - Generar aprendizaje por la propia experiencia del lector lo cual requiere su participación activa y permanente en el desarrollo del manual.¹⁰
4. Didáctica: tiene en cuenta estrategias que ayudan al lector a repasar, evaluar, profundizar y aplicar el contenido y de esta forma garantizar su aprendizaje. Las herramientas didácticas pueden ser tantas como el autor conciba; algunas de estas son:

¹⁰ VARGAS. Op. cit. p. 33, 35.

Los objetivos de aprendizaje: ponen de relieve los propósitos de la lección, se redactan en términos conductuales, con la finalidad de medir o cuantificar su logro.

Preguntas exploradoras: precisan lo que se va a tratar en el texto, la respuesta constituye el contenido de cada tema.

Repaso: invita al lector a definir, identificar, describir o recordar ciertos puntos para afianzar el conocimiento adquirido y reconocer las debilidades, inseguridades o errores durante el estudio.

Auto evaluación: busca que el lector evalúe por si mismo la comprensión del material estudiado y medir el logro de los objetivos de aprendizaje, respondiendo preguntas que abarcan todo lo visto.

Ejercicios: ejercitan al lector sobre un determinado aspecto, pueden ser diseñados para resolverse o no en el mismo material.

Preguntas para reflexionar: estimulan el pensamiento crítico y reflexivo sobre un determinado problema de interés general y fomentan el pensamiento socio – afectivo.

Lecturas que se sugieren: están dirigidas para que los lectores que lo deseen puedan investigar o consultar otros textos sobre el tema de su interés.

El Glosario: desempeña un papel de diccionario a la mano que define los términos más importantes a lo largo del tema.

9.2.3 Pasos para escribir un manual escolar:

- Formulación del problema: que sería la elaboración de un texto a partir de una problemática identificada como la existencia de textos mediocres, la inexistencia de textos especializados, la falta de textos adecuados, etc.
- La delimitación: que abarcaría fronteras académicas y geográficas del material.
- La justificación: la cual trataría de explicar la conveniencia del texto, desde el punto de vista pedagógico, científico y hasta económico.
- Los objetivos: que serían los que el autor propone alcanzar, una vez terminado el libro.
- El marco teórico: que lo conformaría todo el sustento conceptual que serviría de soporte y sustentación, para innovar, experimentar y elaborar el texto. Estaría respaldado por toda una investigación bibliográfica previa, que permitiría seleccionar las temáticas fundamentales.
- La hipótesis: la cual sirve de guía para ver hasta que punto el autor no se desvió de sus propósitos.

- La programación tentativa, que resume el contenido temático del texto, diferenciado y jerarquizado lógicamente, teniendo en cuenta los siguientes organizadores propuestos por Vargas.¹¹:

Iniciales o básicos: permiten despertar en el lector su interés personal por aprender y lo orientan en los fines perseguidos por el autor. Estos son la carátula, la introducción y el objetivo general.

Del contenido: permite establecer qué debe ser aprendido, aumenta la interpretación y ayuda a la comprensión de los contenidos. Hacen parte de este grupo todos los elementos relacionados con la estructura del aprendizaje tales como la tabla de contenido, preguntas exploradoras o lecturas sugeridas, etc.

Intermedios o impulsores: estos se dirigen a controlar el desarrollo del proceso de instrucción, verificar la asimilación del conocimiento y la aplicación del mismo mediante los ejercicios de auto evaluación formativa y repaso; permitiendo así, que el lector relacione los nuevos conocimientos con los que ya posee.

De cierre: promueven a manera de conclusión o resumen la integración y/o recapitulación de los puntos principales del texto.

9.2.4 Estructuración:

Como criterio fundamental para la estructuración de la temática se debe tener en cuenta la aplicación de las visiones generales, que caracterizan

¹¹ VARGAS, Op. cit. p. 24 – 30

los manuales educativos, por ser esta la pauta que diferencia realmente estos materiales de cualquier texto netamente técnico.

Los recursos: que son los elementos y factores que el autor requiere para investigar y hacer su material.

El cronograma: que explica las fechas de iniciación y finalización de cada etapa del proyecto de investigación y presentación definitiva del texto.

La elaboración del módulo: en el cual se trabajan las actitudes de aprendizaje, sus formas de evaluación, las ilustraciones y en general todos los elementos relacionados con el desarrollo de la estructura temática programada. Hasta asegurar que la producción del material llena las características pedagógicas de diseño (objetivos, desarrollo, actitud de aprendizaje, evaluación) y de forma (coherencia, estructura, secuencia) que aseguran el aprendizaje significativo.

9.2.5 Funciones Específicas De La Cartilla

- ✓ Presentar la información en forma secuencial y sistematizada.
- ✓ Estimular actividades positivas y motivar el aprendizaje hacia la solución de problemas.
- ✓ Propiciar la auto evaluación permanente del aprendizaje.
- ✓ Se puede usar en cualquier sitio, circunstancia y lugar.

10. METODOLOGÍA

10.1 Población

Es importante destacar que para la obtención de información del presente trabajo fue necesario viajar a la región del Vaupés donde se aplicaron una serie de instrumentos como entrevistas y encuestas sencillas a las personas de la comunidad.

Para la aplicación de los instrumentos ya mencionados se trabajó con los agricultores de la región, alumnos del grado once y exalumnos del colegio José Eustacio Rivera de Mitú, éstos últimos oscilaban entre los 17 y 21 años, es un colegio mixto donde este tipo de población tiene un grado de educación que les permite comprender y asimilar de mejor manera los conceptos que se tratan en el material didáctico acerca de lo realizado en el presente trabajo.

Seguido de esto se diseñó y se elaboró una unidad pedagógica, específicamente el diseño de una cartilla didáctica donde además de encontrar información acerca de la planta y elaboración del producto, en este caso “la fariña”, se encuentra también la toxicología de la planta y las implicaciones e impactos que pueden estar generando tanto en la salud de la persona como en la comunidad y en el medio ambiente.

Finalmente este material escrito es enviado a la comunidad como una fuente de información para las personas que allí se encuentran y que les

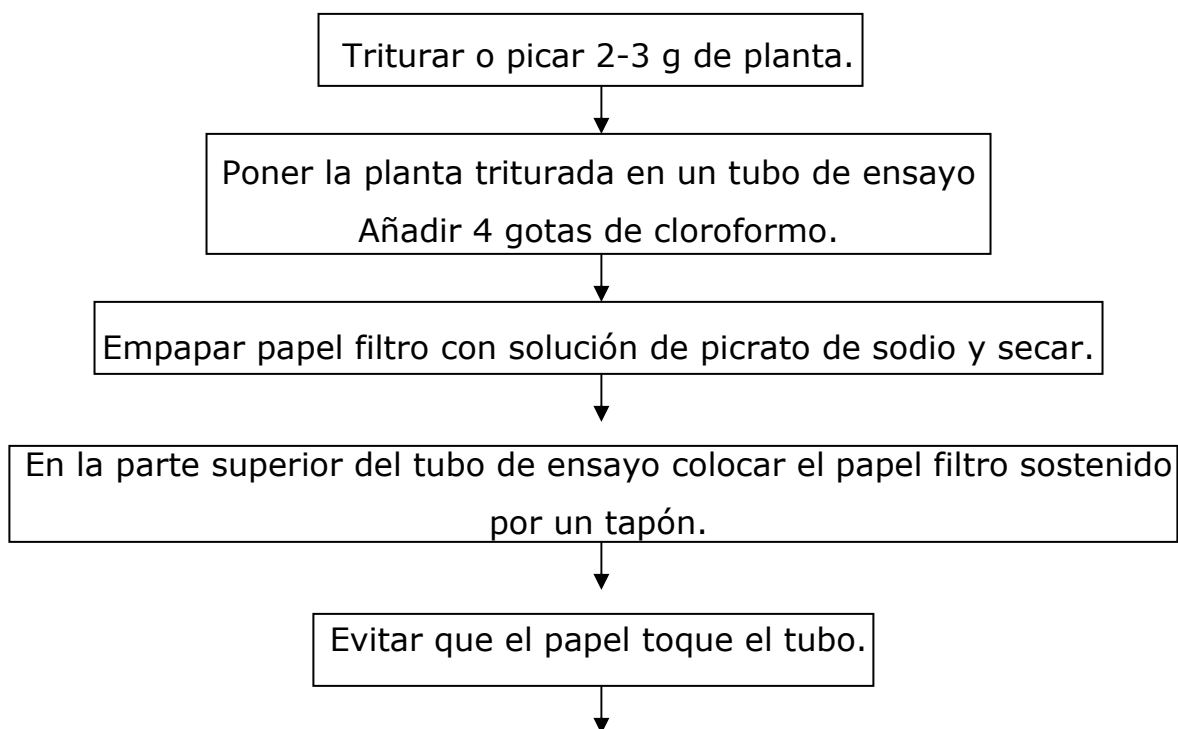
permita contrastar en forma más dinámica los hechos teóricos expuestos con las actividades diarias que realizan.

10.2 Trabajo con la Planta y el Producto Final

Se recolectó el tubérculo “la yuca” y el producto ya elaborado “la fariña” y se llevó a cabo un análisis de laboratorio en la Universidad Pedagógica Nacional, donde se obtuvieron resultados comparativos en cuanto al reconocimiento del veneno presente en esta planta, como las trazas que probablemente se encuentran en la fariña.

10.2.1 Determinación cualitativa de glucósidos cianogenéticos en la planta y producto final

PROTOCOLO

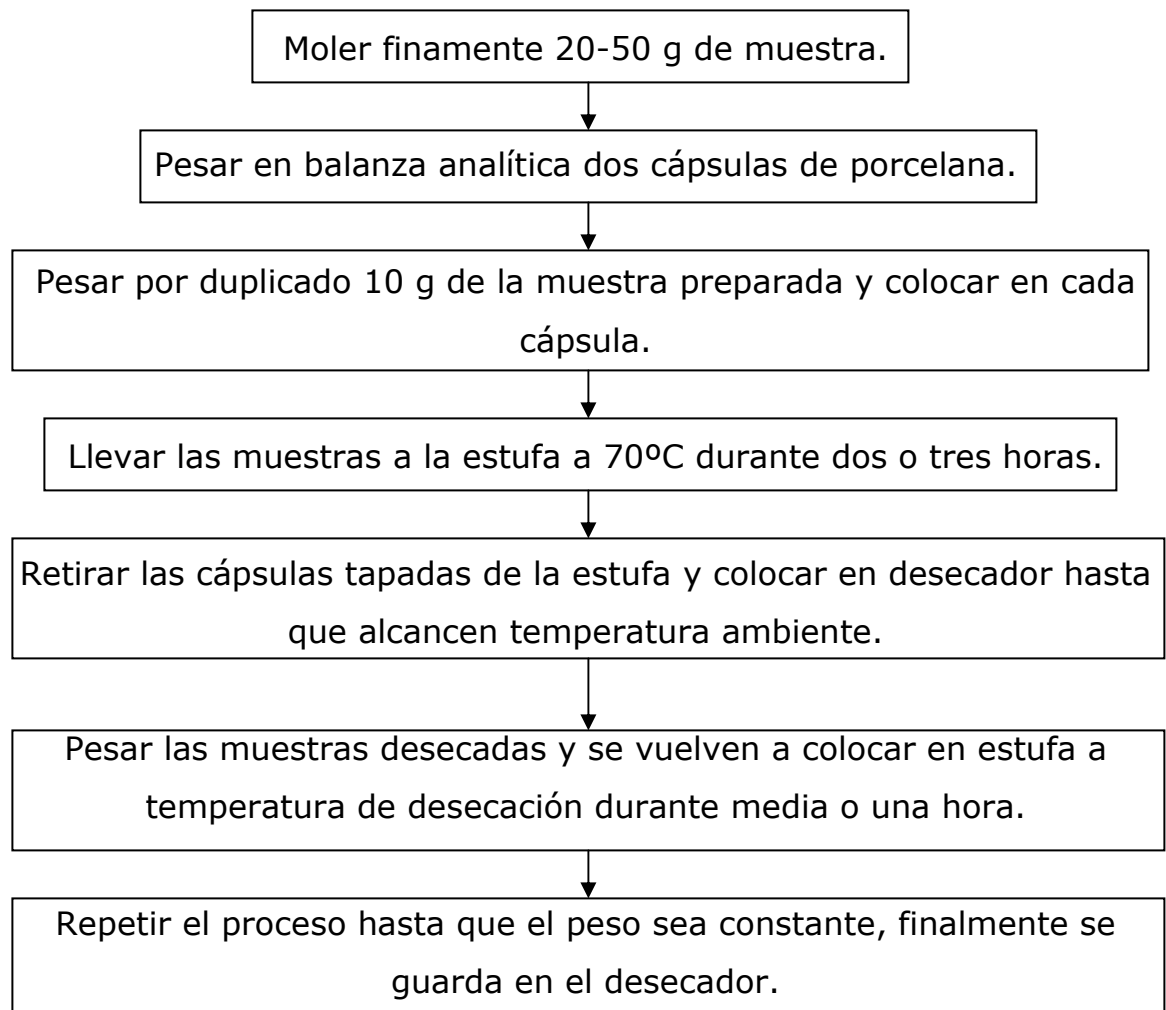


Dejar a 30-35° unas tres horas.

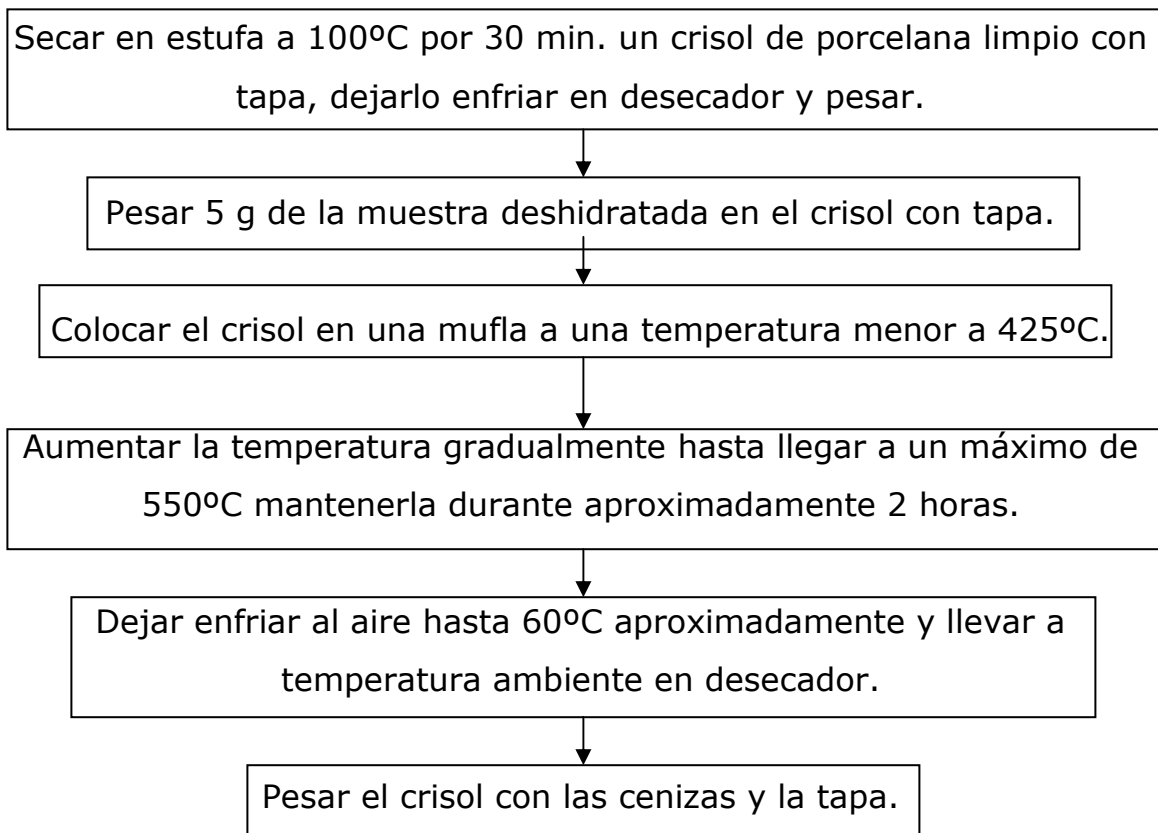
Si el papel no cambia a rojo la prueba es negativa.

10.2.2 Análisis Bromatológico

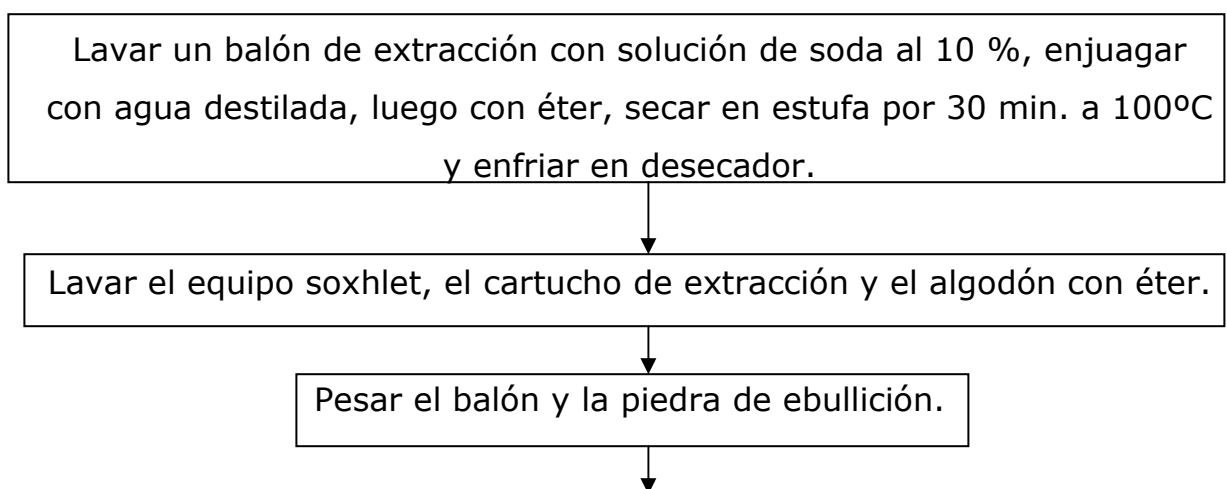
- Determinación de Humedad (AOAC) 7.003/84, 930.15/90 Adaptado

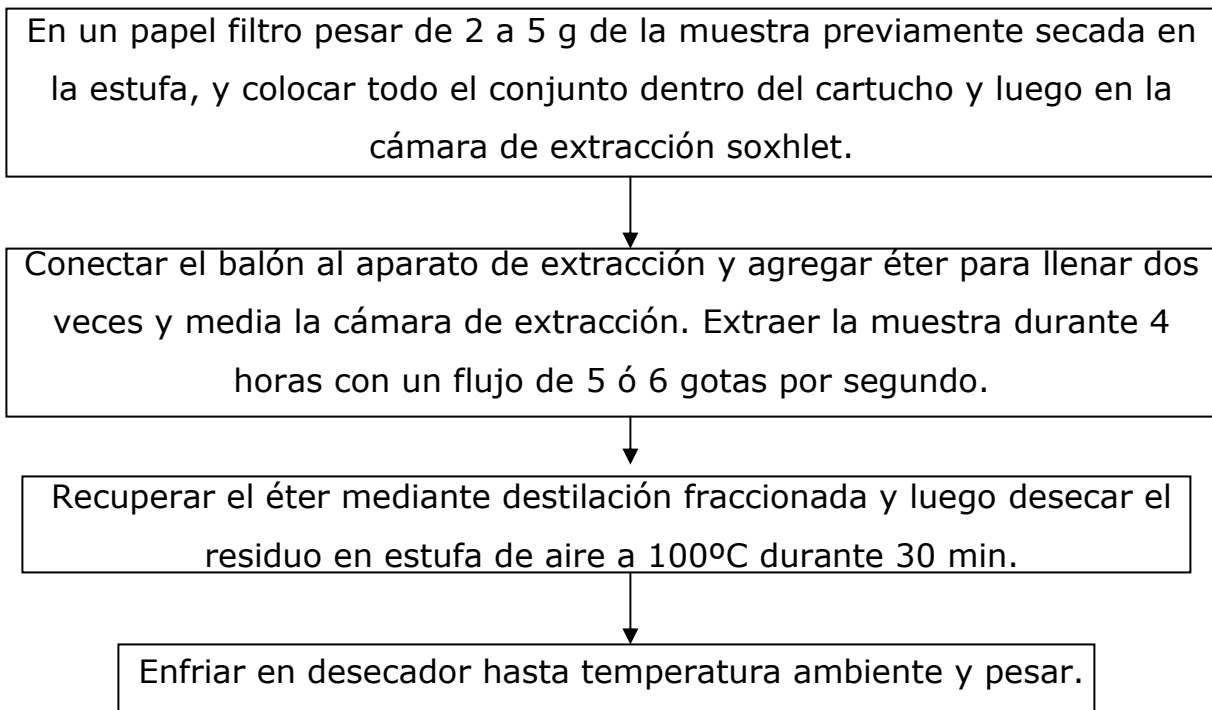


- Determinación de cenizas (AOAC) 7.009/84, 942.05/90 Adaptado

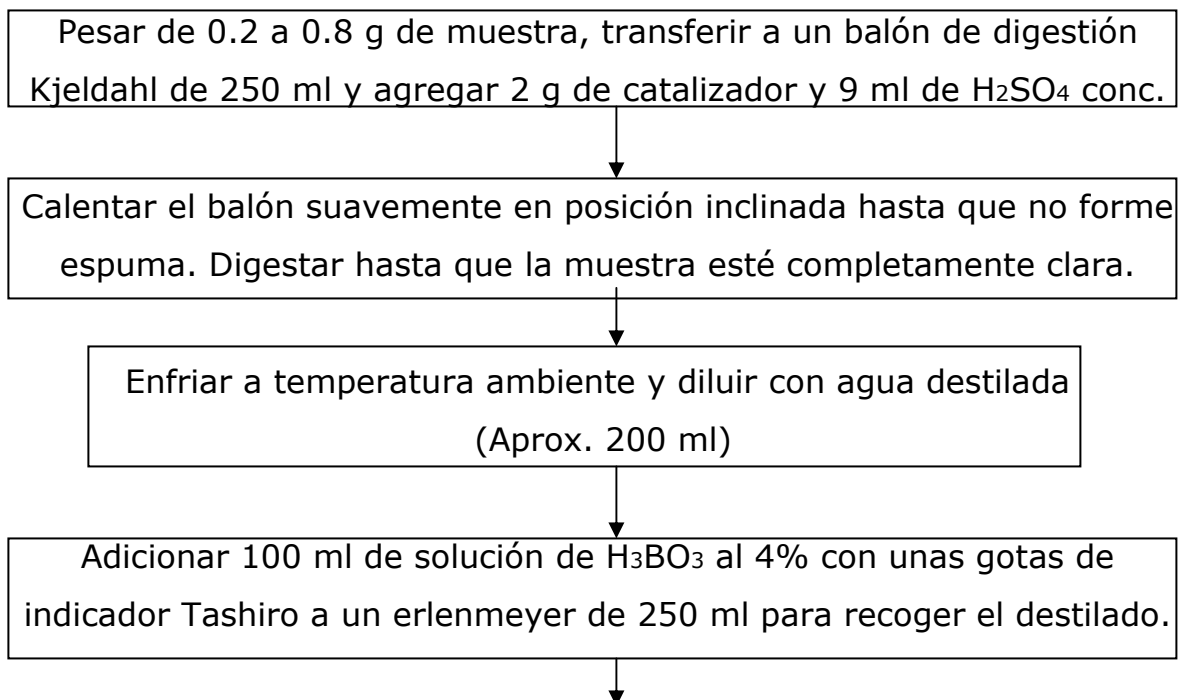


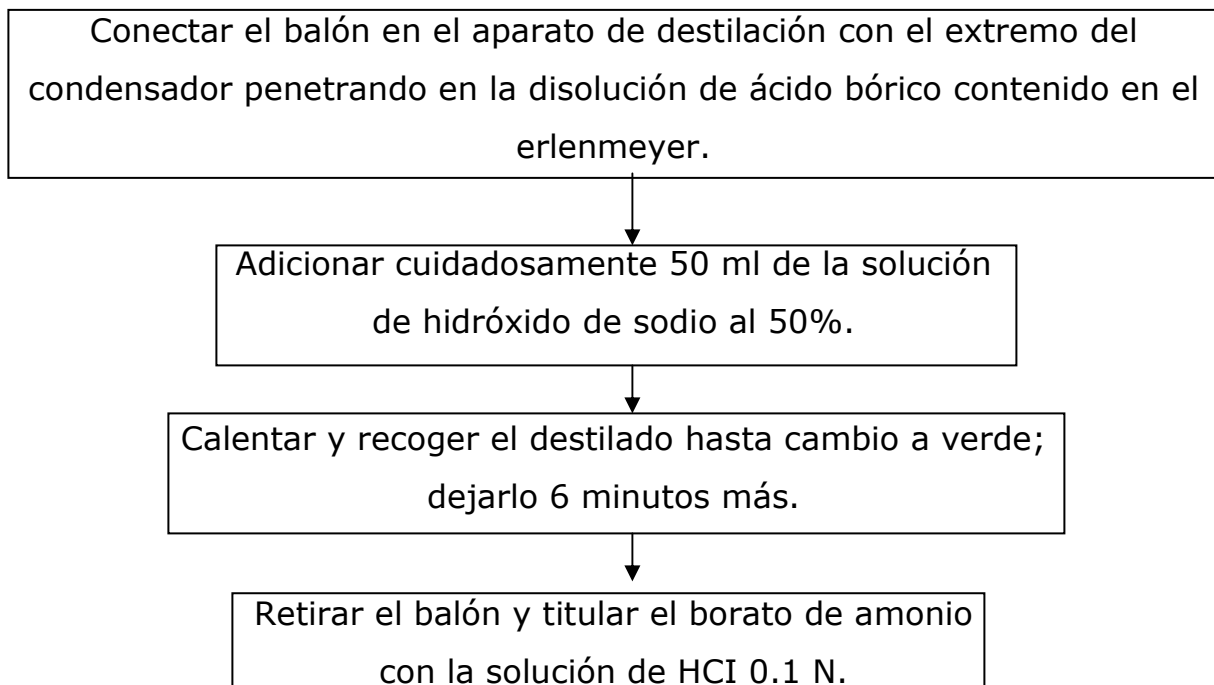
- Determinación del extracto etéreo (AOAC) 7.060/84, 920.39/90 Adaptado





- Determinación de nitrógeno (proteína). Método Kjeldahl



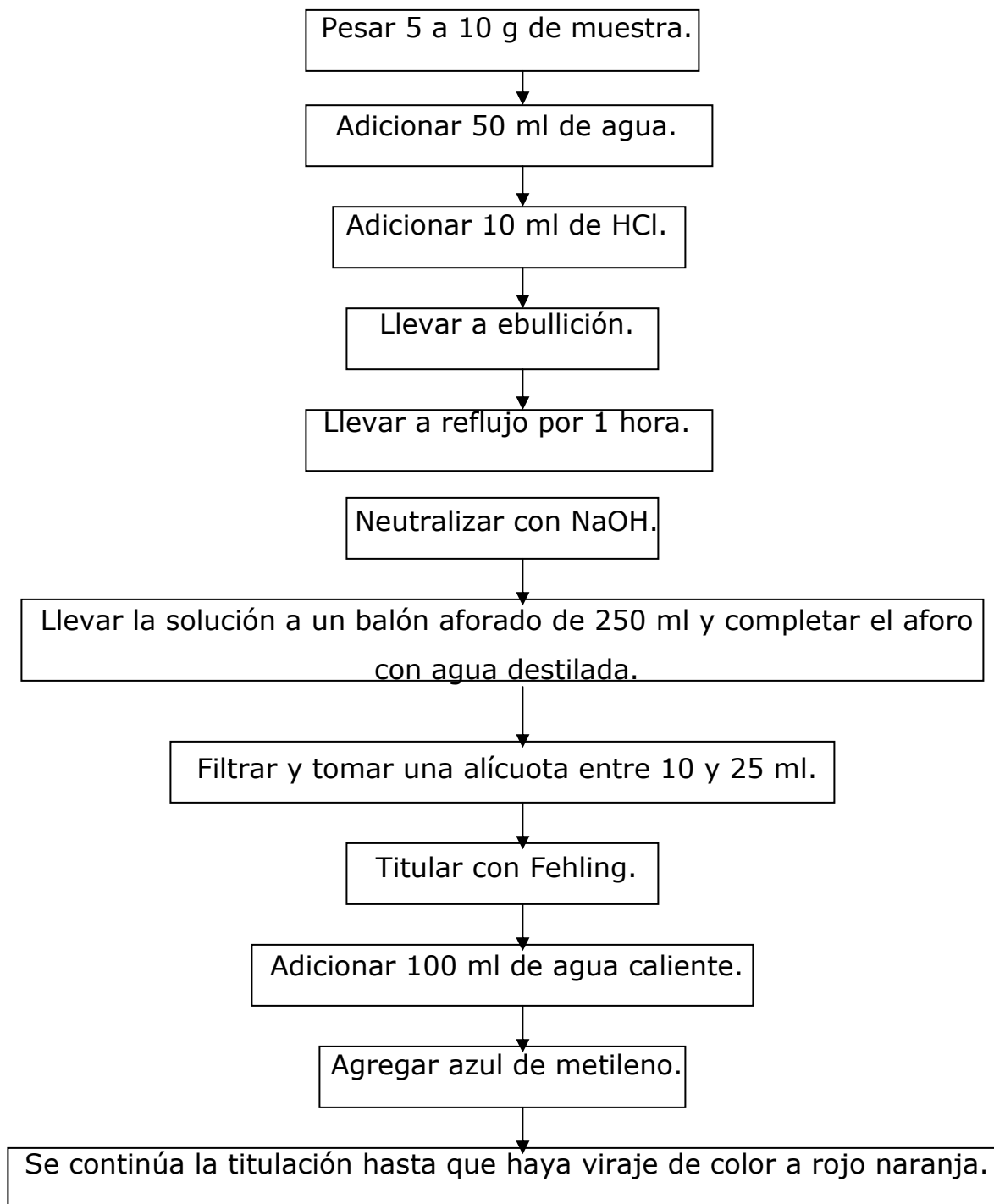


- Determinación de Carbohidratos

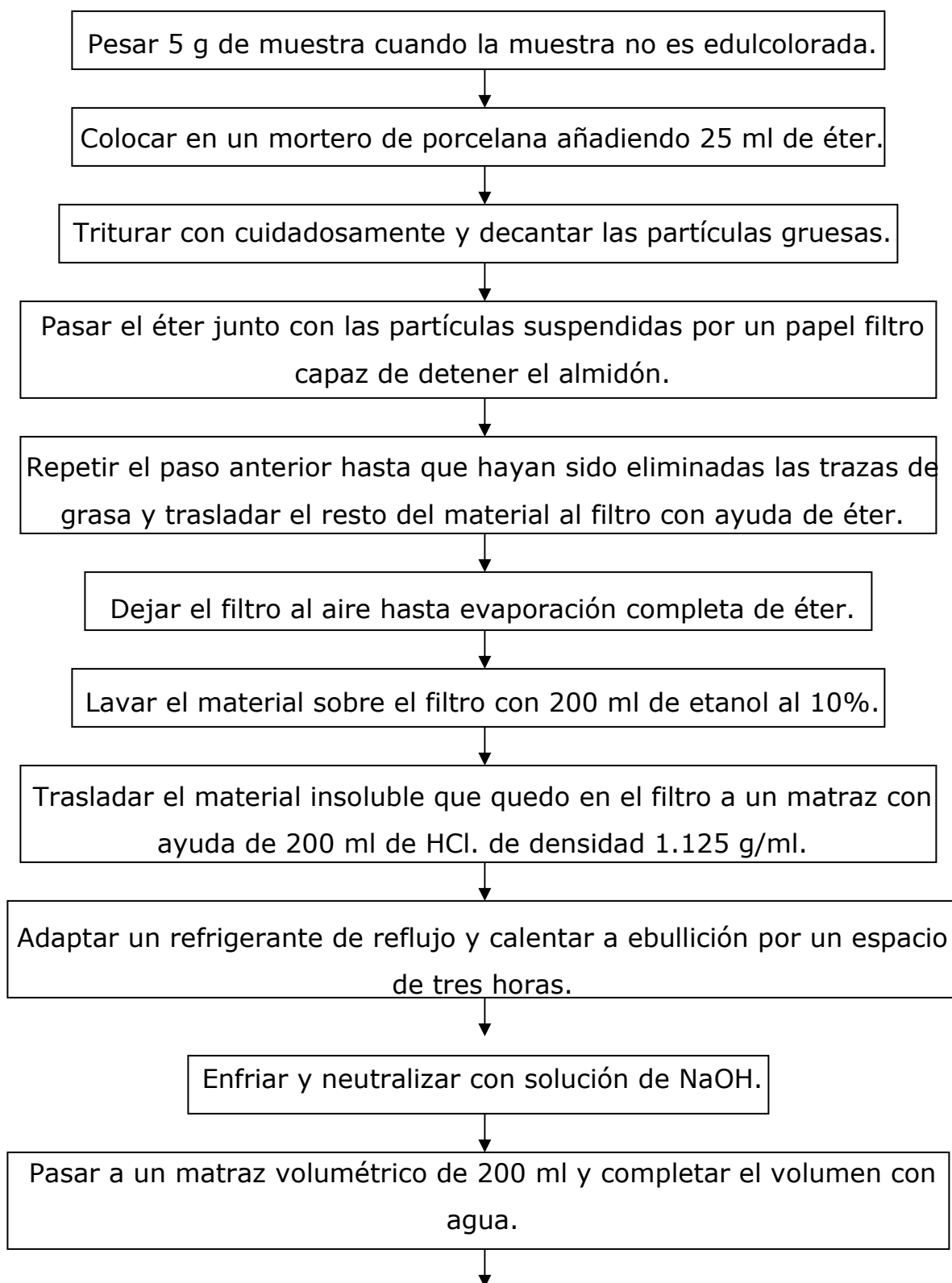
“Este grupo abarca numerosos compuestos que van desde los azúcares simples mono y disacáridos como la glucosa y la sacarosa, hasta los más complejos como el almidón y la celulosa.

Mediante un procedimiento analítico sencillo no se puede determinar el gran grupo de carbohidratos puesto que está integrado por numerosas entidades químicas que carecen de una característica analítica común. Henneberg y Stohman, citados por Becker, dividieron por tanto, toda esta fracción en dos grupos: una parte insoluble en ácidos y bases a la que llamaron fibra bruta, y una fracción soluble a la que denominaron extracto no nitrogenado.”¹²

¹² BERNAL DE RAMÍREZ, Inés. Análisis de Alimentos. Santa fe de Bogotá. Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, 1993. 313 p.

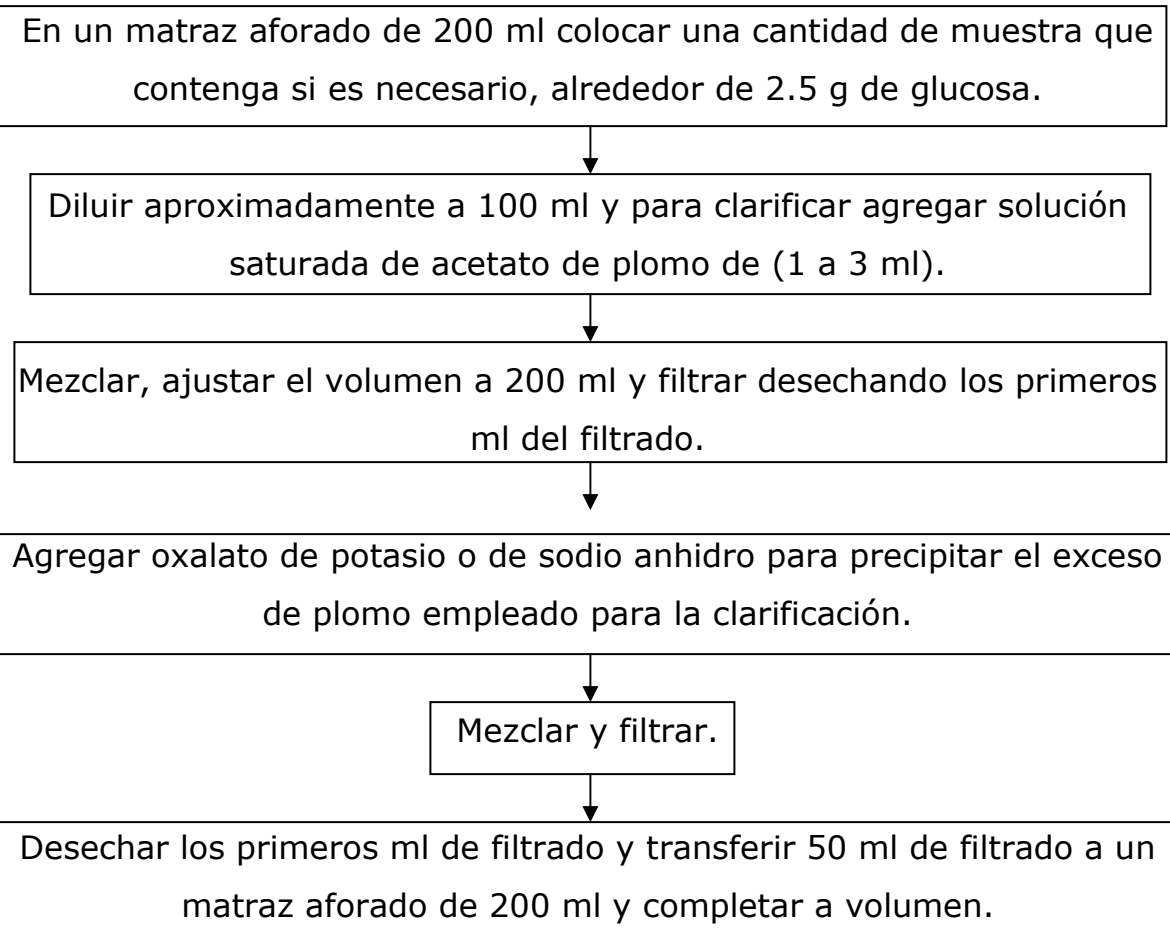


- Determinación de Almidón

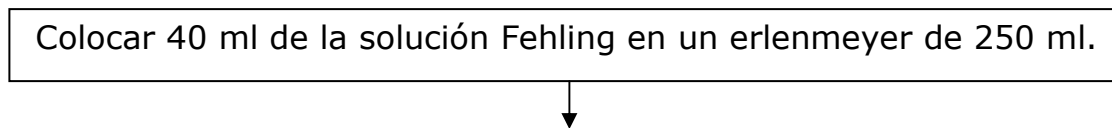


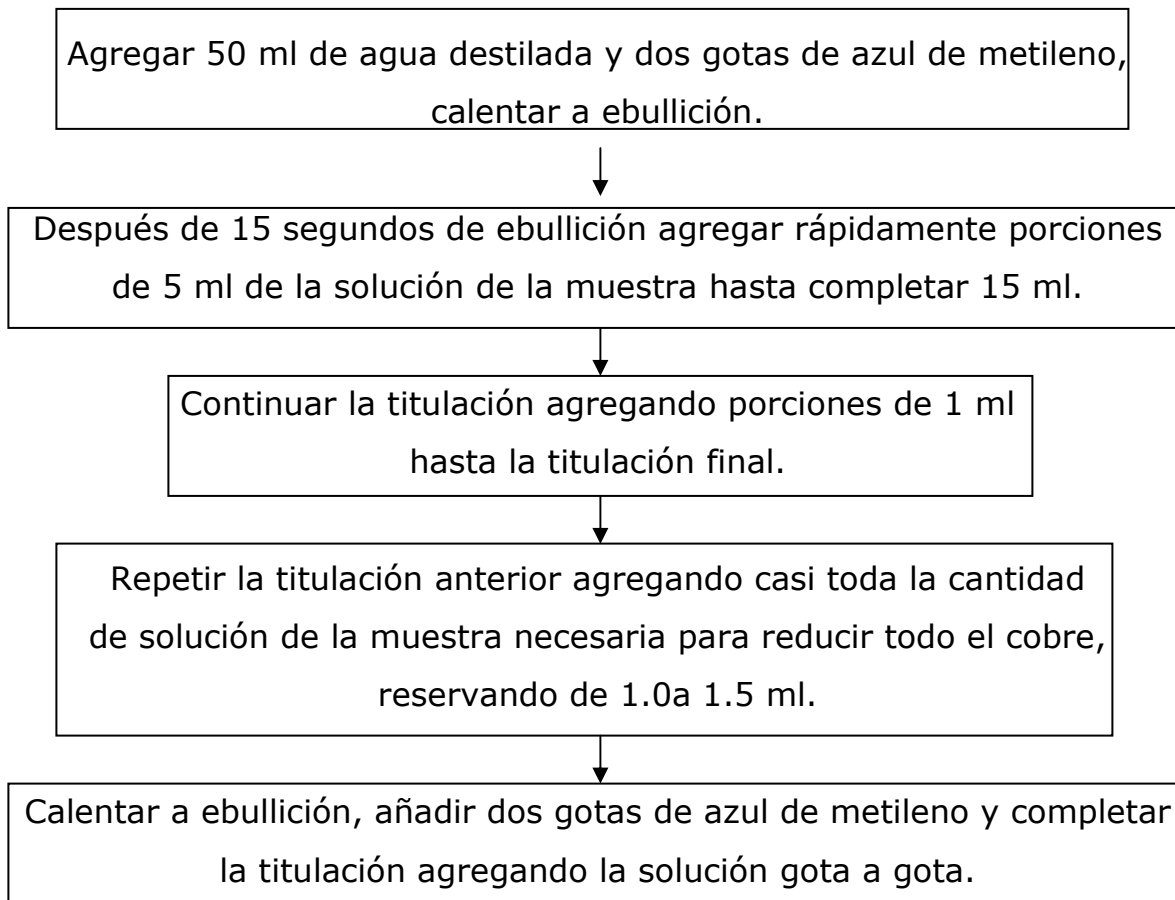
Filtrar por un filtro seco aun recipiente seco y con el filtrado se procede a determinar azúcares reductores.

- Determinación de azúcares reductores. Método volumétrico Lane Eynon. (AOAC) 31.034/84, 923.09/90. Adaptado.



Titulación





11. RESULTADOS

11.1 Del Análisis De Laboratorio

11.1.1 Determinación Cualitativa de Glucósidos cianogenéticos

	Frío	Caliente
Tubérculo	+++	+
Fariña	- - -	- - -

+++ = Rojo

++ = Rojo tenue

+ = Rosado oscuro

- - - = No presenta coloración alguna

Se realizó el ensayo de glucósidos cianogenéticos; llevando a cabo el principio en frío, los resultados para el tubérculo dieron positivos en caliente no presenta una coloración intensa, por lo tanto da para pensar que en el momento que se calienta la muestra el cianuro se evapora ya que es una sustancia muy volátil; con la fariña los resultados dan negativos tanto en frío como en caliente, después de repetir la prueba varias veces. Lo cual es un resultado que demuestra que el proceso que realizan en la región es confiable.

11.1.2 Datos teóricos de harina de raíz de yuca

Carbohidratos:	92.40%
Proteínas:	1.56%
Grasa:	0.88%
Ceniza:	2.00%
Fibra detergente neutra:	3.40%
Fibra detergente ácida:	1.95%
Hemicelulosa:	1.45%
Matéria seca:	100.00%



Aporte calórico de raíz de yuca: 383.76 Kcal. /100g

11.1.3 Datos experimentales de fariña

Humedad: 4.38 %

Cenizas: 7.40%

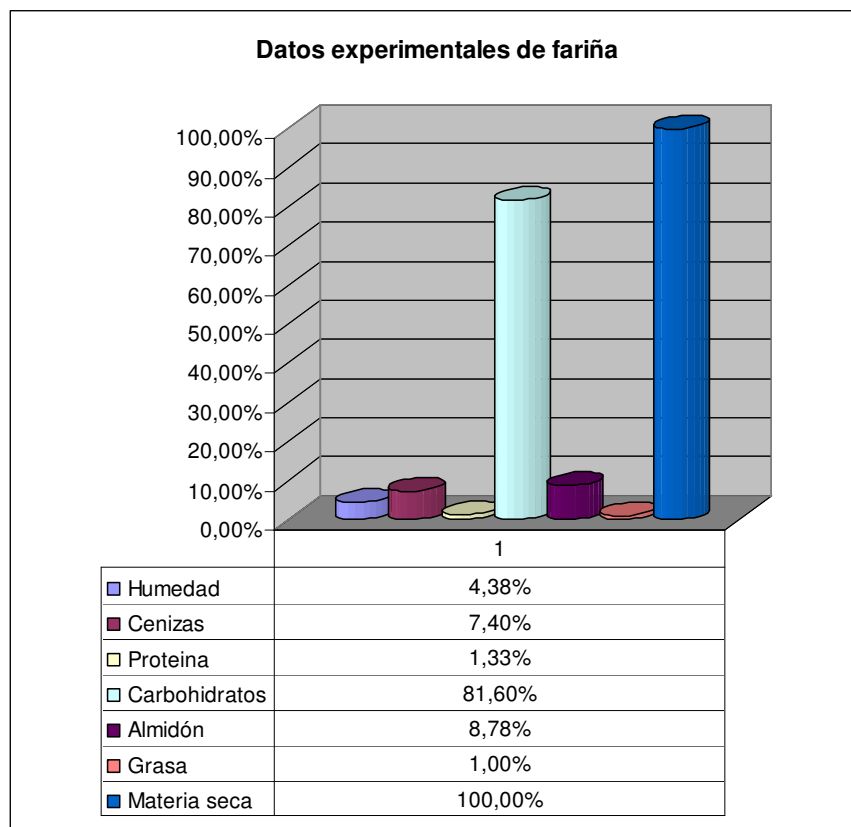
Proteína: 1.33 %

Carbohidratos: 81.60%

Almidón: 8.78%

Grasa: 1.00%

Materia seca: 100.00%



Aporte calórico de fariña: 340.72 Kcal. /100g

El resultado de humedad es más bajo de lo que esperábamos, ya que uno de los procesos implicados para la elaboración de la mandioca es, de hidratación y fermentación durante largos periodos de tiempo; los rangos establecidos en la literatura para harina de raíz de yuca es de 4.98%, y el dato experimental reportó 4.38% pero esto favorece la conservación del alimento por mucho más tiempo, evitando la contaminación del producto con hongos.

De acuerdo a las gráficas de análisis bromatológico de la harina obtenida de la *Manihot Sculenta Krantz* y la fariña, se aprecian diferencias notables entre el tubérculo y el alimento proveniente del mismo; en cuanto al contenido proteico en rangos de 1.56% a 1.33%, se presenta variación ya que el resultado es inferior al reportado por el tubérculo, sin embargo hay que tener en cuenta que el valor proteico corresponde en primera instancia a la proteína obtenida del tubérculo amargo crudo y el segundo al alimento en si, por tanto una de las recomendaciones es la de consumirla junto con alimentos ricos en proteínas ya sean de origen vegetal o animal, tales razones llevan a pensar que esta es una de las razones por la cuál algunas comunidades de la región reportan índices de desnutrición, pues los alimentos son los que proveen el cuerpo de las proteínas que el organismo requiere para un buen funcionamiento, además hay que tener en cuenta que la mandioca es un alimento básico entre estas comunidades no solo por que de alguna u otra forma es de fácil acceso y producción sino por que no requiere cuidados en la etapa agrícola, también es de tener en cuenta que el desequilibrio entre el consumo de yuca brava y proteínas conduce a que la persona sea más vulnerable al efecto tóxico del cianuro y más aún cuando el consumo de yuca es excesivo.

Los datos obtenidos en cuanto a grasa no varían mucho el reportado por la literatura es de 0.8% y el reportado como dato experimental reporta 1.00%.

En cuanto a los resultados obtenidos en carbohidratos, como es de conocimiento su contenido en el tubérculo es bastante alto, el reportado por la literatura es de 92.40% y el de la Fariña es de 81.60%, hay variación pero sigue siendo alto el contenido, por tal razón este alimento es considerado de gran importancia en la alimentación mundial ya que provee a los jornaleros y a los niños de fuentes altas de energía.

El contenido de cenizas es bastante alto, pero no presenta mayor variación, el valor literario es de 7.40% y el reportado experimentalmente es de 7.1%, la razón por la cuál el contenido de cenizas es alto se debe a la presencia de algunos minerales como P, B, Ca, Mg, Mn, Na, K, S, Cu, Fe, Zn, por tanto es recomendado para personas hipertensas y con altos índices de colesterol.

El resultado en cuanto a almidón es alto pero lógico teniendo en cuenta que la yuca es fuente alta de azúcares, pero hay que tener en cuenta que el almidón se trata de extraer en el proceso de elaboración de la fariña, para otros beneficios.

11.2 De la aplicación de instrumentos

Es importante tener en cuenta que las encuestas llevadas a cabo tanto con los agricultores como los alumnos y exalumnos del Colegio José Eustasio Rivera del Departamento del Vaupés, se enfocaron

directamente a lo que ellos conocían al respecto del veneno contenido en la *Manihot Sculenta Krantz* o yuca brava amarilla y a los peligros que representa un mal manejo de ella, teniendo en cuenta la relación que guarda el tema con la vida diaria y la caracterización de cada grupo.

Esta encuesta les permitió preguntarse realmente que tanto conocen de una actividad tan cotidiana para ellos como es la del contacto casi semanal con el tubérculo y el veneno que ellos extraen y eliminan para su propio beneficio y subsistencia.

De esta forma se identificó qué conocimientos tienen y cuáles son erróneos o confusos.

11.3 De la obtención de datos

Para la obtención de datos en la presente investigación, el primer grupo en el cuál se aplicó la encuesta debió ser caracterizado inicialmente, por medio de la aplicación de la primera parte de esta, con el fin de poder acercarnos mejor a las características de cada grupo, ya que es de importancia reconocer que hay factores extra académicos como el ambiente en el que se han desarrollado y la parte socioeconómica en la cuál han vivido ya que de alguna u otra forma influyen en los intereses de cada persona.

11.3.1 Caracterización de agricultores y fabricantes de fariña

Con el fin de identificar la información o ideas previas que tenían los agricultores y fabricantes de fariña fueron desarrolladas unas encuestas

donde se evidencia qué tanto conocen al respecto de la toxicología de la yuca brava y los efectos que tiene en el organismo.

Tras la aplicación de la primera parte de la encuesta que fue asignada específicamente a las personas que fabricaban y comercializaban fariña u otro alimento procedente de la yuca brava o *Manihot Sculenta Krantz* podemos decir que:

- Fueron entrevistados a través de una encuesta al azar 13 personas de diferentes comunidades indígenas del departamento del Vaupés, se entrevisto a 3 hombres y a 10 mujeres, es de aclarar que la producción por tradición la lleva la mujer, cuyas edades oscilan entre 15 y 61 años que llevan en el oficio hasta más de 50 años.
- La mayoría de las personas encuestadas son indígenas que se dedican a la agricultura itinerante, cortando y quemando áreas aisladas de selva de 0.5 a 1.5 Ha denominadas chagras donde siembran gran diversidad de plantas con dominancia de la yuca brava, además de la comercialización de alimentos obtenidos a partir de esta, que es lo que básicamente les da el sustento, solo 3 personas se dedican a actividades diferentes a las de agricultura.

11.3.2 Resultados obtenidos en las encuestas a los agricultores y fabricantes de fariña

La mayoría de los agricultores tienen amplia experiencia en la fabricación de alimentos obtenidos a partir de la yuca brava, y aprendieron por tradición familiar ya que el legado va de generación en generación, pero es de aclarar que la tradición se conserva solo en familias enteramente indígenas.

Es de mencionar que la mayoría de los habitantes a nivel Departamental subsisten gracias a actividades como la pesca y la agricultura, en su mayoría de la siembra de yuca brava, que además de comercializarse, es un alimento diario y tradicional.

A pesar de llevar tanto tiempo en el trabajo de sembrar yuca brava, aún no es de su conocimiento el nombre del veneno que está presente en la yuca brava, existe una confusión entre el líquido que se extrae de la yuca que finalmente es un suero, al veneno que realmente esta presente y que ellos conocen y extraen para el consumo de diferentes alimentos además de otros usos que se le dan.

Según información de la comunidad han existido envenenamientos de animales y de personas.

La comunidad en general desconoce fuentes de información acerca de la yuca brava o alguno de sus alimentos.

Después de extraer el veneno de la yuca brava a través del elemento llamado matafrío, el líquido es llevado a una olla, este líquido por lo general es desechado a la tierra o simplemente hervido durante algunas horas para evaporar el veneno y poder ser consumido finalmente.

11.3.3 Resultados obtenidos con los alumnos y exalumnos del Colegio José Eustasio rivera de mitú vaupés

Las encuestas llevadas a cabo con los alumnos y exalumnos del Colegio José Eustasio Rivera constaron de dos partes al igual que las encuestas llevadas a cabo con los agricultores, primero una caracterización de la persona y después entrando a los conocimientos que los alumnos tenían con respecto a la yuca brava y su parte toxicológica.

La mayoría de los estudiantes pertenecen al Vaupés con excepción de 4 que vienen de otras regiones de Colombia pero que llevan varios años en el Departamento y que son consumidores de Fariña por tradición familiar.

La mayoría de los estudiantes son mestizos, pero con ancestros indígenas, la tradición de sembrar yuca y de fabricar fariña se pierde a medida que pasa el tiempo, solo se conserva en aquellos que viven de su producción y venta.

En cuanto a saber cómo se hace el alimento, simplemente es una vaga idea de la cual han oído, pero que por supuesto no han visto y no conocen a ciencia cierta como es, saben de la existencia de la yuca brava amarilla pero desconocen sus propiedades, consumen diariamente

sus derivados pero no saben cual es su valor o su importancia como alimento.

A pesar de ser la yuca brava amarilla parte de su dieta diaria, aún desconocen temas muy importantes, como, qué tan beneficioso puede ser en el organismo el hecho de que estén consumiendo un alimento que talvez no tenga las medidas necesarias que le aseguren que no es perjudicial para la salud, además de ser un derivado de un tubérculo venenoso, que es capaz de matar a un animal o persona en cuestión de minutos.

Así mismo la mayoría de las personas encuestadas conocen o han oído de la existencia de un veneno contenido en la yuca brava, pero existe una confusión o un desconocimiento en cuanto a él. Se lleva a cabo la extracción de un líquido de la masa de yuca, es allí donde se exprime la mayoría del veneno, que de someterse al fuego durante algunas horas se consideraría que éste desaparece o se evapora gracias a que el HCN es un gas volátil que ebulle a solo a 25.7°C.

Por otro lado, en la comunidad existe información sobre yuca brava encaminada más que todo hacia la parte de cultivos y cuidados en la agricultura; no existe documento o no se conoce en la población algún documento al respecto de la toxicología de la yuca brava y su forma de actuar cuando es consumida.

12. OBSERVACIONES

- En el momento de seguir protocolos para procedimientos en el laboratorio, se redujeron los reactivos y la muestra a la mitad para realizar cada ensayo, ya que si se realizaba con las cantidades normales el proceso se hacia mucho más lento en comparación de otros alimentos.
- Al llevar a cabo diferentes ensayos con la fariña específicamente en el ensayo de proteínas, carbohidratos y almidón se desprendían olores fuertes y picantes por tanto se llevaron a cabo con ayuda de extractores, es posible que estos olores sean característicos del ácido que estuvo presente en la yuca brava, que es donde a partir de ella se obtiene finalmente el alimento.
- En el proceso que los indígenas desarrollan a lo largo de la elaboración de productos obtenidos a base de yuca brava, se nota el desgaste de la piel especialmente en las manos y brazos, es posible que se deba al contacto con el ácido.

13. RECOMENDACIONES

- Para llevar a cabo el trabajo de investigación en el laboratorio, es necesario contar con diferentes muestras, ya que éstas se pueden alterar dependiendo de las condiciones climáticas y de almacenamiento a las que se encuentran sometidas.
- Es necesario hacer una recolección de muestras frescas, muestras no tan frescas para establecer índices de comparación y de esta manera serán más efectivos los resultados.
- Los reactivos deben prepararse de manera que se encuentren frescos y sin estar contaminados o alterados, además se debe establecer un horario para hacer más efectivas las pruebas y de esta manera no se presentarán inconvenientes.
- El desarrollo de las encuestas o instrumentos de recolección de datos deben estar siempre bajo la dirección de la persona que busca la información, es importante ya que se verifica que la información que da el encuestador no es alterada o resulta por terceras personas.
- Las preguntas o dudas que se presenten a lo largo de la investigación por parte de la población escogida debe ser tomada en cuenta para desarrollar un documento que se acerque más a sus intereses.

- Dentro del análisis bromatológico es recomendable llevar a cabo el ensayo de fibra y así mismo el reconocimiento de minerales, puesto que en el presente trabajo por factores de tiempo no se pudieron llevar a cabo y sin embargo son componentes importantes de este alimento.

14. CONCLUSIONES

- En la investigación llevada a cabo se tomaron referencias bibliográficas del departamento del Vaupés; según investigaciones que han llevado a cabo entes administrativos de la región, se obtuvieron datos donde se daba a conocer la problemática de desnutrición en la población especialmente en las regiones apartadas de la capital de este departamento, de estos datos partimos a determinar realmente que valor nutricional estaba aportando la fariña en las personas consumidoras; hay que tener en cuenta que éste no es el único alimento que se obtiene a partir de la yuca, puesto que también encontramos otros como el *casabe* y la *tapioca*, este último básicamente es almidón de yuca.
- Si bien este tipo de cultivos de raíz como la yuca brava, constituye reservas importantes para los periodos de hambruna o escasez de alimentos para los habitantes de la región, así mismo su régimen alimentario no es el mejor ya que suelen tener carencias de uno o varios nutrientes. Por ejemplo en algunas ocasiones se suprime el consumo de grasas (claro esta que en exceso son nocivas, pero su ingestión en cantidades moderadas es de suma importancia para el buen funcionamiento del organismo) y se incrementa el consumo de carbohidratos.
- La *Manihot Sculenta Krantz* “yuca brava” es una planta que no solo contiene niveles letales de principios tóxicos, sino que también posee factores antinutricionales potenciales tales como

los inhibidores de la tripsina, una enzima encargada de la digestión de proteínas, por tal motivo debe elaborarse correctamente antes del consumo para así desintoxicar las raíces y no causar daños al organismo.

- El glucósido cianogenético que se encuentra en la *Manihot Sculenta Krantz* "yuca brava" es la linamarina, un compuesto estable que no causa ningún daño al organismo si pasa intacto sin alterarse hasta ser eliminado por el cuerpo, pero resulta ser bastante dañino al romperse las células de la yuca y convertirse en ácido cianhídrico tóxico al entrar en contacto con la enzima linamarasa.

15. BIBLIOGRAFÍA

- BERNAL DE RAMÍREZ, Inés. Análisis de Alimentos. Santa fe de Bogotá. Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, 1993. 313 p.
- Biblioteca de consulta Microsoft Encarta 2005.
- BORRERO, Milciades y PÉREZ, Marleny. Vaupés Mito y Realidad. Mari Jiti Kiti. 2004.
- BROWN, Theodore y otros. QUÍMICA La ciencia central. Prentice Hall. 1998.
- BUITRAGO A. JA, La yuca en la alimentación animal. Centro Internacional de Agricultura Tropical. (CIAT). Cali, Colombia. 1990. 450 p.
- CARRETERO, Mario. Constructivismo y Educación. Ed. Luís Vives. 1993.
- CHADWICK, C. B. Estrategias cognoscitivas y afectivas de aprendizaje. Revista Latinoamericana de Psicología, 1988,1-32.
- CÓRDOBA, Darío. Toxicología. 1991.

- COULTATE, T. P. Manual de Química y Bioquímica de Alimentos. Ed. Acribia S.A. 1998.
- GALLEGO, Rómulo y PÉREZ Royman. La Enseñanza de las ciencias Experimentales "El Constructivismo del Caos". Ed. Magisterio. 1997.
- GREWOOD JOHN, Los usos de la mandioca .Ceres (Roma) Vol., 23, No. 131 Pág., 40 – 45.
- MEJIA GUTIERREZ, Mario. La Estrella Fluvial del Orinoco Colombia, área de alta diversidad de yuca brava "Manihot Sculenta Krantz. Colombia Amazónica. Vol. 2 No. 2 Diciembre 1987.
- MOH, C.C. Correlation between hydrocyanic acid levels in leaf and root of cassava (Manihot Sculenta Krantz).
- MORENO, Luís E. Y WALDEGG, Guillermina. La epistemología constructivista y la didáctica de las ciencias: ¿coincidencia o complementariedad? Enseñanza de las ciencias. 1998. 16 (3) 421-429.
- PORLAN, R. y otros. Constructivismo y escuela. Sevilla. 1989.
- SILVA MECHE, Bernabé. Nueva generación. La Imagen del Nuevo Siglo. Plan de Desarrollo del Vaupés. 1998 – 2000.

- TAKAYUKI, Shibamoto. Introducción a la Toxicología de los Alimentos. Ed. Acribia S.A. 1996.
- TAMAYO Y TAMAYO, Mario. El Proceso de la Investigación Científica. Ed. Limusa. 1999.
- TRIANA, Gloria. Procesamiento y Complejo Dietético de la Yuca Brava entre los Indígenas Puinaves del Río Inárida. Caldasia. Vol. 13 No. 64 Septiembre 1982.
- VARGAS, Maria E. Programa de Educación continua: guía para la elaboración de módulos. Bogotá: ASCOFAME, 1991. p. 18.
- [www. caem. com. ar](http://www.caem.com.ar)
- [www. clayuca. org](http://www.clayuca.org)
- [www. mifarmacia. es](http://www.mifarmacia.es)

16. GLOSARIO

Anoxia: Falta de oxígeno, insuficiencia respiratoria causada por falta de oxígeno.

Bromatología: Viene del griego “*Beopos*” que quiere decir “Alimento” y se relaciona con ciencias como la química, la biología y la física, igualmente con la nutrición, la bioquímica, la farmacología y la toxicología, saberes propios del profesional químico farmacéutico. Abarca el estudio de las sustancias alimentarias.

Calorímetro: Aparato para medir cantidades de calor.

Compuesto: Sustancia formada por dos o más elementos que se combinan en proporción invariable.

Catalizador: Sustancia que altera la velocidad de una reacción química sin sufrir en sí ningún cambio químico.

Eccemas: Dermatitis crónica que pasa por distintas fases a lo largo de su evolución.

Electrolito: Sustancia cuyas disoluciones acuosas conducen la electricidad.

Enzima: Sustancias orgánicas especializadas compuestas por polímeros de aminoácidos, que actúan como catalizadores en el metabolismo de los seres vivos.

Estratosfera: Estratosfera, capa superior de la atmósfera que empieza a una altitud entre los 12,9 y 19,3 Km. y que se extiende 50 Km. hacia arriba.

Euforbiáceas: Plantas angiospermas dicotiledóneas, hierbas, arbustos o árboles, muchas de las cuales tienen abundante látex, con frecuencia venenoso, flores unisexuales y frutos secos dehiscentes; p. ej., la lechetezna y el ricino.

Exotérmico: Proceso que va acompañado de desprendimiento de calor.

Glucógeno: Hidrato de carbono semejante al almidón, de color blanco, que se encuentra en el hígado y, en menor cantidad, en los músculos y en varios tejidos, así como en los hongos y otras plantas criptógamas. Es una sustancia de reserva que, en el momento de ser utilizada por el organismo, se transforma en glucosa.

Glucósido: Grupo de compuestos químicos complejos que se encuentran en los vegetales. Las enzimas de las plantas los descomponen en azúcares, entre los cuales suele encontrarse la glucosa, y en otras sustancias

Herbicidas: Producto Químico: Que destruye plantas herbáceas o impide su desarrollo.

Hidrosoluble: Que puede disolverse en agua.

Hidrólisis: Reacción de una sustancia con agua o sus iones

LC: Concentración letal

LD: Dosis letal

Metabolismo: Conjunto de reacciones químicas que efectúan constantemente las células de los seres vivos con el fin de sintetizar sustancias complejas a partir de otras más simples, o degradar aquellas para obtener estas.

Midriasis: Dilatación de la pupila.

Molécula: Unidad mínima de una sustancia que conserva sus propiedades químicas. Puede estar formada por átomos iguales o diferentes

Plasma: Parte líquida de la sangre o de la linfa, que contiene en suspensión sus células componentes.

Péptido: Molécula formada por la unión covalente de dos o más aminoácidos.

Polimerización: Reacción química en la que dos o más moléculas se combinan para formar otra en la que se repiten unidades estructurales

de las primitivas y su misma composición porcentual cuando estas son iguales.

p.p.m: Partes por millón

Reactivo: Sustancia empleada para descubrir y valorar la presencia de otra, con la que reacciona de forma peculiar.

Síntesis: Proceso de obtención de un compuesto a partir de sustancias más sencillas.

Tóxico: Perteneciente o relativo a un veneno o toxina.

Viscosidad: Propiedad de los fluidos que caracteriza su resistencia a fluir, debida al rozamiento entre sus moléculas.

Anexos

Anexo A



Anexo B

Encuesta # 1

Nombre: _____ Edad: _____
Ocupación: _____ Lugar de Nacimiento: _____
Etnia: _____

1. ¿Cuál de los siguientes alimentos propios de la región consume más frecuentemente?

- a) Fariña
- b) Tapioca
- c) Casabe

2. ¿Cómo conoció este producto alimenticio?

- a) Tradición familiar
- b) Amigos
- c) Centros culturales
- d) Otro ¿cuál?

3. Conoce usted ¿cómo se obtiene este alimento?

4. Sabía usted que este tubérculo posee un veneno

Si: _____ No _____ Cuál? _____

5. ¿Cómo cree que actúa el veneno cuando es consumido o ha tenido contacto con él?

6. ¿Ha tenido acceso o conoce alguna fuente de información respecto a los temas mencionados anteriormente?

Anexo C

Encuesta # 2

Nombre: _____ Edad: _____
Ocupación: _____ Lugar de Nacimiento: _____
Etnia: _____

1. ¿Cómo conoció la yuca brava?

2. ¿Cómo aprendió a preparar fariña, cuánto tiempo lleva preparándola?

3. ¿Cuál es el procedimiento para preparar el alimento?

4. ¿Cuáles son las normas de seguridad o los cuidados que usted tiene para fabricar el alimento?

5. Si se cometiera un error en la fabricación de la fariña ¿qué efectos en la salud de la persona ocasionaría?

6. Sabe usted cómo se llama el veneno que se extrae de la yuca brava?

7. Cómo lo extraen?

8. Para qué lo usan?

Anexo D

Encuesta # 3

Nombre: _____ Edad: _____
Ocupación: _____ Lugar de Nacimiento: _____
Etnia: _____

1. ¿Cuál de los siguientes alimentos propios de la región consume más frecuentemente?

- e) Fariña
- f) Tapioca
- g) Casabe

2. ¿Cree usted que este producto tiene un valor alimenticio importante?

3. ¿Cómo conoció este producto alimenticio?

- h) Tradición familiar
- i) Amigos
- j) Centros culturales
- k) Otro ¿cuál?

4. Conoce usted ¿cómo se obtiene este alimento?

5. El tubérculo conocido como yuca brava contiene un veneno sabe usted cuál es?

6. ¿Cómo cree que actúa el veneno cuando es consumido o ha tenido contacto con el?

7. ¿Ha tenido acceso o conoce alguna fuente de información respecto a los temas mencionados anteriormente?

Anexo E
TABLA N° 1

CARACTERIZACIÓN DE AGRICULTORES Y FABRICANTES DE FARIÑA DE MITÚ VAUPÉS

No	NOMBRE Y APELLIDO	LUGAR DE ORIGEN	OCUPACIÓN	EDAD	ETNIA
1	Fabiola Cruz Rodríguez	Carurú Vaupés	Agricultora	30	Indígena
2	Maria Concepción Baylon	Mitú Vaupés	Empleada	50	Indígena
3	Luz Mireya Ramírez	Caño Colorado	No Responde	15	Indígena
4	Enrique Pérez Pérez	Mitú Vaupés	No Responde	61	Mestizo
5	Olivia Rocío Torres S.	Mitú Vaupés	No Responde	23	Indígena
6	Severiano Silva Rodríguez	Camotí (Vaupés)	Agricultor	56	Indígena
7	Bernardita Torres Forero	Mitú Vaupés	Agricultor	50	Indígena
8	Luz Dary Ramírez	Carurú Vaupés	Agricultor	29	Indígena
9	Dora Valencia	Santacruz Vaupés	Agricultor	38	Indígena
10	Rita Cruz	Teresita Piramiriquí	Agricultor	54	Indígena
11	Deyanira García Vento	Pto Inárida Guainía	Comercio	27	Indígena
12	Luís Segundo Piñeros	Restrepo Meta	Agricultor	41	Mestizo
13	Elena Acuña	Mitú Vaupés	Ama De Casa	29	Indígena

OCUPACIÓN	No. DE PERSONAS	PORCENTAJE
Agricultor	7	53.8%
Empleado	1	7.69%
Ama De Casa	1	7.69%
Comerciante	1	7.69%
No Responde	3	23.076

Anexo F
TABLA N° 2

RESULTADOS ENCUESTA # 1

DIRIGIDA A AGRICULTORES Y FABRICANTES DE FARIÑA DE MITÚ VAUPÉS

APELLIDO	ITEM 1	ITEM 2	ITEM 3	ITEM 4	ITEM 4.1	ITEM 5	ITEM 6
Pérez	Fariña	TF	Sí	Si	+	-----	Si
Ramírez	Fariña	TF	Si	No	-	-----	-----
Cruz	Fariña	TF	Si	Si	No	No	No
Torres	Fariña	TF	Si	Si	No	Muerte	No
Silva	Fariña	TF	Si	Si	No	Muerte	No
Torres	Fariña	TF	Si	Si	No	Muerte	No
Baylon	Fariña	TF	Si	Si	No	Muerte	No

TF: Tradición Familiar

Anexo G

TABLA N° 3

RESULTADOS ENCUESTA # 2

DIRIGIDA A AGRICULTORES Y FABRICANTES DE FARIÑA DE MITÚ VAUPÉS

APELLIDO	ITEM1	ITEM2		ITEM4	ITEM5	ITEM6	ITEM7	ITEM8
Ramírez	Fariña	TF	20	1	4	NO	SI	6
Valencia	Fariña	TF	22	2	4	NO	SI	Bota a la tierra
Cruz	Fariña	TF	30	3	5	NO	SI	6
García	Fariña	TF	27	3	NS	NO	SI	Bota a la tierra
Piñeros	Fariña	TF	4	2	NS	NO	SI	Bota a la tierra

1. LIMPIAR EL LUGAR Y LOS ELEMENTOS
 2. COCINAR BIEN EL ALIMENTO Y ASEAR EL LUGAR
 3. NO HAY
 4. ENTOXICACIÓN COMO MALESTAR ESTOMACAL
 5. ENVENENAMIENTO
 6. SE HIERVE HASTA QUE SE EVAPORA
- TF: Tradición Familiar

Anexo H

TABLA N° 4

CARACTERIZACIÓN DE ALUMNOS Y EXALUMNOS DEL COLEGIO JOSE EUSTASIO RIVERA DE MITÚ VAUPÉS

No	NOMBRE Y APELLIDO	LUGAR DE ORIGEN	OCUPACIÓN	EDAD	ETNIA
1	Carlos Enrique Penagos	Mitú Vaupés	Estudiante	21	Mestizo
2	Daniel Armando Peña	Mitú Vaupés	Estudiante	20	Mestizo
3	Álvaro Peña Zarate	Mitú Vaupés	Estudiante	20	Mestizo
4	Jhon Jairo Agudelo Rincón	San Carlos Meta	Estudiante	25	Mestizo
5	Jheison Giraldo Peña	Mitú Vaupés	Estudiante	23	Mestizo
6	Carlos Orlando Hermosa	Medellín Antioquia	Estudiante	23	Mestizo
7	Hugo Mauricio Hermosa	Bucaramanga Santander	Estudiante	25	Mestizo
8	Carlos Javier Alarcón	Mitú Vaupés	Estudiante	18	Mestizo
9	Maria Lourdes García	Mitú Vaupés	Estudiante	18	Indígena
10	Felipe Gómez Díaz	Villavicencio	Estudiante	21	Mestizo

EDAD	No DE PERSONAS	PORCENTAJE	ETNIA	NÚMERO DE PERSONAS	PORCENTAJE
18 A 20	4	40%	Indígena	1	10%
21 A 23	4	40%	Mestizo	9	90%
24 A 25	2	20%	Otro	0	-----

Anexo I
TABLA N° 5

RESULTADOS ENCUESTA # 3
DIRIGIDA A ALUMNOS Y EXALUMNOS DEL COLEGIO JOSE EUSTASIO RIVERA DE MITÚ
VAUPÉS

No.	Apellido	ITEM1	ITEM2		ITEM2.1	ITEM3	ITEM4	ITEM5		ITEM6	ITEM7
1	Giraldo	Fariña	Si	Ns	TF	Si	Si	No	---	----	No
2	Agudelo	Fariña	No	X	Amigos	No	Si	Si	HCN	2	No
3	C. Hermosa	Fariña	No	Ns	Amigos	Si	Si	Si	---	----	No
4	Peña Celis	Fariña	No	Ns	TF	No	Si	No	---	----	No
5	Penagos	Fariña	No	Ns	TF	Si	Si	No	---	----	No
6	Gracia	Fariña	No	Ns	TF	Si	Si	No	---	----	No
7	Alarcón	Fariña	Si	X	TF	Si	Si	No	---	----	No
8	Gómez	Fariña	No	X	TF	Si	Si	Si	X	----	No
9	M. Hermosa	Fariña	Si	1	TF	Si	Si	Si	X	3	No
10	Peña Zarate	Fariña	Si	X	TF	No	Si	No	---	----	No

- 1. Es fuente de carbohidratos
- X. Respuesta incorrecta
- NS No sabe
- No responde
- 2. Envenenamiento
- 3. Muerte

Anexo J
TABLA N° 6

ANÁLISIS DE RESULTADOS ENCUESTA # 3

ITEM 1: ¿Cuál de los alimentos propios de la región consume con más frecuencia?

N° de personas	Respuesta	Porcentaje
10	fariña	100%
-----	-----	-----

ITEM 2: ¿Cree usted que la Fariña posee algún valor alimenticio importante?, por qué?

N° de personas	Respuesta	Porcentaje	Razón	N° de personas	Porcentaje
4	SI	40%	1	1	10%
6	NO	60%	No sabe	5	50%
-----	-----	-----	Errónea	4	40%

ITEM 3: ¿Cómo conoció el producto alimenticio?

N° de personas	Respuesta	Porcentaje
2	Amigos	20%
8	TF	80%
Otro	-----	----

Anexo K

ITEM 4 Y 5: Conoce usted ¿cómo se obtiene este alimento? El tubérculo conocido como yuca brava contiene un veneno sabe usted cuál es?

Nº de personas	Respuesta	Porcentaje	Nombre del veneno	Nº de personas	Porcentaje
10	SI	100%	HCN	1	10%
-----	-----	-----	X	2	20%
X	-----	-----	No sabe	7	70%

ITEM 6: ¿Cómo cree que actúa el veneno cuando es consumido o ha tenido contacto con el?

Nº de personas	Respuesta	Porcentaje
6	No sabe	60%
3	Muerte	30%
1	Envenenamiento	10%

ITEM 7: ¿Ha tenido acceso o conoce algún tipo e información respecto a los temas mencionados anteriormente?

Nº de personas	Respuesta	Porcentaje
10	NO	100%
-----	-----	-----

Anexo L



Anexo M



Anexo N



Anexo 0



Anexo P



Anexo Q

Humedad:

$$\% \text{ Humedad: } \frac{\text{Pérdida de peso}}{\text{Peso de muestra}} \times 100$$

Cenizas:

$$\% \text{ Cenizas: } \frac{\text{Peso de residuo}}{\text{Peso de muestra}} \times 100$$

Extracto etéreo:

$$\% \text{ Extracto etéreo: } \frac{\text{Peso de extracto}}{\text{Peso de muestra}} \times 100$$

Proteína:

$$\% \text{ Proteína: } \frac{(\text{Vol. Tit.} - \text{blanco}) \times N \text{ HCl} \times \text{Peso de N}}{\text{g. de muestra}} \times 100$$

Carbohidratos:

$$\% \text{ Carbohidratos: } \frac{\text{Vol. muestra} \times \text{Vol. inicial}}{\text{Vol. blanco} \times \text{g muestra} \times \text{vol. final}} \times 100$$