

AUTOR:
Edwin Jose
Florez Avendaño

Eidec
EDITORIAL



EVALUACIÓN DE LA PULPA
ENSILADA DE TOTUMO

En dos estados de maduración como alternativa en la alimentación bovina

EVALUACIÓN DE LA PULPA ENSILADA DE TOTUMO EN DOS ESTADOS DE MADURACIÓN COMO ALTERNATIVA EN LA ALIMENTACIÓN BOVINA

COLECCIÓN RESULTADO DE INVESTIGACIÓN

Primera Edición 2021 Vol. 1

Editorial EIDEC

Sello Editorial EIDEC (978-958-53018)

NIT 900583173-1

ISBN: 978-958-53770-2-8

Formato: Digital PDF (Portable Document Format)

DOI: <https://doi.org/10.34893/w7my-vp07>

Publicación: Colombia

Fecha Publicación: 19/11/2021

Coordinación Editorial

Escuela Internacional de Negocios y Desarrollo Empresarial de Colombia – EIDEC

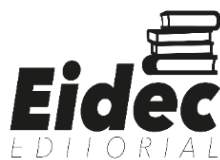
Centro de Investigación Científica, Empresarial y Tecnológica de Colombia – CEINCET

Red de Investigación en Educación, Empresa y Sociedad – REDIEES

Revisión y pares evaluadores

Centro de Investigación Científica, Empresarial y Tecnológica de Colombia – CEINCET

Red de Investigación en Educación, Empresa y Sociedad – REDIEES



Coordinadores editoriales

Roxana Pinilla Duarte

Editorial EIDEC

Dr. Cesar Augusto Silva Giraldo

Centro de Investigación Científica, Empresarial y Tecnológica de Colombia – CEINCET – Colombia.

Dr. David Andrés Suárez Suárez

Red de Investigación en Educación, Empresa y Sociedad – REDIEES – Colombia.

El libro **EVALUACIÓN DE LA PULPA ENSILADA DE TOTUMO EN DOS ESTADOS DE MADURACIÓN COMO ALTERNATIVA EN LA ALIMENTACIÓN BOVINA**, está publicado bajo la licencia de Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional (CC BY-NC 4.0) Internacional (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/deed.es>). Esta licencia permite copiar, adaptar, redistribuir y reproducir el material en cualquier medio o formato, con fines no comerciales, dando crédito al autor y fuente original, proporcionando un enlace de la licencia de Creative Commons e indicando si se han realizado cambios.

Licencia: CC BY-NC 4.0.

NOTA EDITORIAL: Las opiniones y los contenidos publicados en el libro **EVALUACIÓN DE LA PULPA ENSILADA DE TOTUMO EN DOS ESTADOS DE MADURACIÓN COMO ALTERNATIVA EN LA ALIMENTACIÓN BOVINA**, son de responsabilidad exclusiva de los autores; así mismo, éstos se responsabilizarán de obtener el permiso correspondiente para incluir material publicado por parte de la **Editorial EIDEC**.

**EVALUACIÓN DE LA PULPA
ENSILADA DE TOTUMO EN DOS
ESTADOS DE MADURACIÓN COMO
ALTERNATIVA EN LA
ALIMENTACIÓN BOVINA**

**EVALUATION OF TOTUMO
ENSILATED PULP IN TWO
MATURING STATES AS AN
ALTERNATIVE IN BOVINE FEEDING**

Autores:

Edwin José Florez Avendaño¹

¹ Ingeniero Agroindustrial, Universidad popular del Cesar; Magister en Ciencias y Tecnología de Alimentos, Universidad del Zulia. Docente de carrera adscrito al programa de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad del Cesar, correo: edwinflorez@unicesar.edu.co

Contenido

PRÓLOGO.....	13
AGRADECIMIENTOS.....	14
INTRODUCCIÓN.....	19
CAPÍTULO I.....	20
1. GENERALIDADES DEL TOTUMO.....	20
1.1 TOTUMO	20
1.1.1 Clasificación taxonómica.....	20
1.1.2 Cultivo y usos de totumo.....	20
1.1.3 La producción de frutos.....	21
1.2 SUSTANCIAS Y PRODUCTOS INDESEABLES EN LA ALIMENTACIÓN ANIMAL.....	21
1.2.1 Principio activo en la pulpa de totumo.....	22
1.2.2 ¿Por qué las plantas forman ácido cianhídrico?	24
1.2.3 ¿Cómo se genera el ácido cianhídrico y qué facilita su acumulación a niveles potencialmente tóxicos?.....	24
1.2.4 ¿Cómo se produce la toxicidad y cuáles son sus signos?	25
1.2.5 Glucósidos	26
1.2.6 Glucósidos cianogénicos.....	26
1.2.7 Cómo utilizar los frutos de totumo <i>crescentia alata</i> en alimentación animal.....	27
1.2.8 Estados del fruto del totumo y forma de consumo animal	28
1.2.9 Ensilado	29

CAPÍTULO II.....	33
2. MÉTODOS APLICADOS EN LA CARACTERIZACIÓN DE LA PULPA DE TOTUMO	33
2.1 Enfoque investigativo	33
2.2 Muestreo.....	33
2.3 Diseño experimental	33
2.4 Métodos fisicoquímicos.....	35
2.5 Métodos para determinación del ácido cianhídrico	36
2.7 Métodos para determinación de minerales.....	36
CAPÍTULO III.....	37
3. RESULTADOS FISICOQUÍMICOS DEL TOTUMO VERDE Y TOTUMO MADURO	37
3.1 Estructura del fruto por cada tratamiento	37
3.2 Temperatura promedio en los 8 días de ensilado.....	39
CAPÍTULO IV.....	44
4. PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS, NUTRICIONALES Y MINERALES POR TRATAMIENTOS EN TODO EL PROCESO DE ENSILADO	44
4.1 PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS Y NUTRICIONALES DE LA PULPA DE TOTUMO EN TODOS LOS TRATAMIENTOS	44
4.2 LA COMPOSICIÓN MINERAL DE LA PULPA DEL TOTUMO PARA LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS	54
CONCLUSIONES	65
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	66

Índice de Tablas

Tabla 1. <i>Clasificación taxonómica de totumo</i>	20
Tabla 2. <i>Sustancias y productos indeseables en la alimentación animal</i>	22
Tabla 3. <i>Parámetros analizados y métodos analíticos</i>	35
Tabla 4. <i>Pesos, desviación estándar, rendimientos y cortezas promedios de los totumos en los tratamientos</i>	37
Tabla 5. <i>Temperatura de ensilado en los 8 días</i>	39
Tabla 6. <i>El porcentaje de humedad, grados brix y acidez de la pulpa de totumo en los tratamientos</i>	41
Tabla 7. <i>Medias de pH, índice de madurez, proteína, carbohidratos, fibra y ácido cianhídrico (HCN) en los tratamientos</i>	44
Tabla 8. <i>La Composición mineral de la pulpa del totumo para los diferentes tratamientos</i>	54

Índice de Figuras

<i>Figura 1. Reacción Cianhidrina o nitrilo</i>	23
<i>Figura 2. Propanal cianhidrina</i>	23
<i>Figura 3. Peso del totumo (Verde y Maduro) en el proceso de ensilado</i>	38
<i>Figura 4. Rendimiento del totumo (Verde y Maduro) en el proceso de ensilado</i>	39
<i>Figura 5. Comportamiento del pH de la pulpa de totumo</i>	45
<i>Figura 6. Comportamiento del índice de madurez del totumo</i>	46
<i>Figura 7. Comportamiento de la proteína en la pulpa del totumo</i>	47
<i>Figura 8. Comportamiento del carbohidrato de la pulpa del totumo.....</i>	49
<i>Figura 9. % de fibra cruda en la pulpa de totumo.....</i>	50
<i>Figura 10. Comportamiento del HCN en la pulpa del totumo</i>	52
<i>Figura 11. Comportamiento de la ceniza de la pulpa del totumo</i>	55
<i>Figura 12. Comportamiento del sodio de la pulpa del totumo</i>	56
<i>Figura 13. Comportamiento del potasio de la pulpa del totumo</i>	58
<i>Figura 14. Comportamiento del calcio de la pulpa del totumo</i>	59
<i>Figura 15. Comportamiento del fósforo de la pulpa del totumo</i>	61
<i>Figura 16. Comportamiento del magnesio de la pulpa del totumo</i>	63

PRÓLOGO

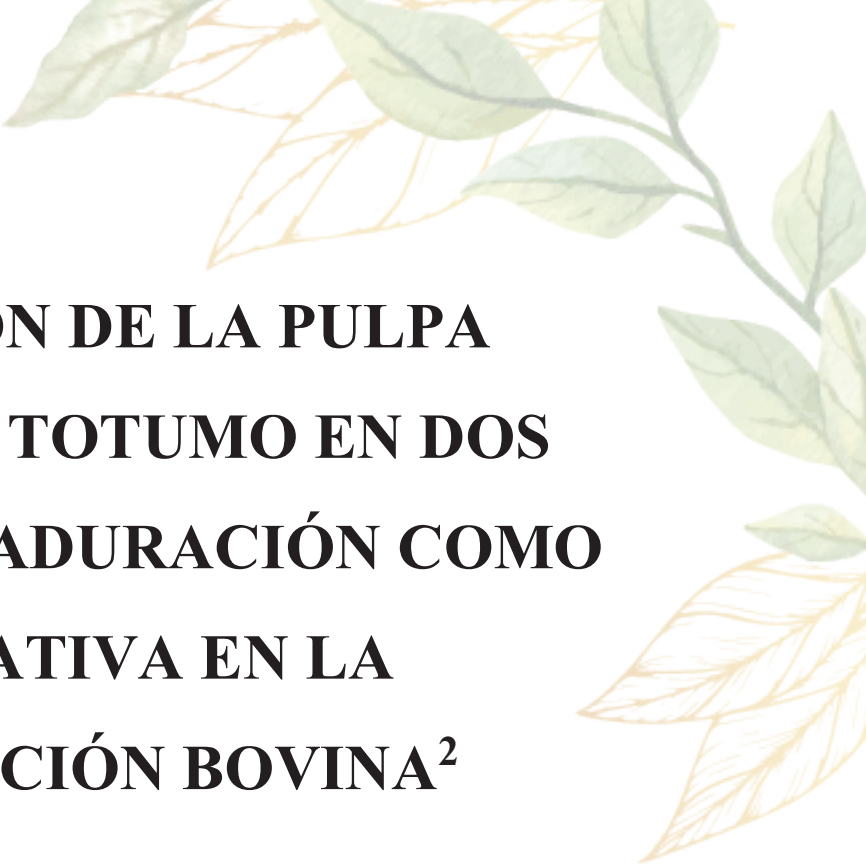
Una de las tendencias mundiales y de globalización en alimentos, se encuentra enfocada en el aprovechamiento de materias primas sub utilizadas ricas en nutrientes. Por lo que este libro tiene como objetivo el éxito de dar a conocer aspectos del árbol del totumo y su fruto como otra alternativa alimentaria para los seres vivos. A pesar de ser un cultivo silvestre, tiene un potencial nutricional en carbohidratos, proteína y minerales, con bajos contenidos de ácido cianhídricos, que hoy se pretende explotar para lograr su desarrollo agroindustrial a partir de su pulpa.

En este escrito se encontrarán recopilaciones que describen el árbol de totumo y su fruto, sus usos, investigaciones regionales, nacionales e internacionales y avances en cuanto a su aprovechamiento, tanto para el beneficio animal como humano.



AGRADECIMIENTOS

A DIOS todo poderoso creador del cielo de la tierra, del mar y todo lo que respira. Por darnos la vida, la fortaleza y la ayuda para iniciar y terminar este libro de mucha importancia para el desarrollo agroindustrial de la región y el País.



**EVALUACIÓN DE LA PULPA
ENSILADA DE TOTUMO EN DOS
ESTADOS DE MADURACIÓN COMO
ALTERNATIVA EN LA
ALIMENTACIÓN BOVINA²**

**EVALUATION OF TOTUMO
ENSILATED PULP IN TWO
MATURING STATES AS AN
ALTERNATIVE IN BOVINE FEEDING**

Edwin José Florez Avendaño³

Pares evaluadores: Red de Investigación en Educación, Empresa y Sociedad – REDIEES.⁴

² Evaluación de la pulpa ensilada de totumo en dos estados de maduración como alternativa en la alimentación bovina

³ Ingeniero Agroindustrial, Universidad popular del Cesar; Magister en Ciencias y Tecnología de Alimentos, Universidad del Zulia. Docente de carrera adscrito al programa de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad del Cesar, correo: edwinflorez@unicesar.edu.co

⁴ Red de Investigación en Educación, Empresa y Sociedad – REDIEES. www.rediees.org

EVALUACIÓN DE LA PULPA ENSILADA DE TOTUMO EN DOS ESTADOS DE MADURACIÓN COMO ALTERNATIVA EN LA ALIMENTACIÓN BOVINA

Edwin José Florez Avendaño

RESUMEN

Los bovinos producidos en el Caribe colombiano durante la época de sequía presentan pérdidas de peso debido a la escasez de alimentos ricos en proteínas y carbohidratos. Con el fin de contribuir en la solución se planteó evaluar la pulpa ensilada de totumo como alternativa en la alimentación animal mediante técnicas de secado de la pulpa para reducir la concentración de ácido cianhídrico. El estudio se realizó en el Centro de Investigación y desarrollo de Ingeniería de la Universidad Popular del Cesar, Valledupar-Colombia. La pulpa se evaluó en dos estados de maduración (verde y maduro) ensilada por cuatro y ocho días, estrujada, secada al sol y al horno. Se aplicó un diseño completamente al azar de seis tratamientos y tres repeticiones. Se utilizaron métodos manuales para el despulpado. En el análisis fisicoquímico de la pulpa se usaron técnicas de titulación, refractometría, potenciometría, fotometría de llama, secado en mufla e hidrólisis enzimática. Los rendimientos en pulpa del totumo maduro y verde fueron de 57,87% y 59,63% respectivamente. La pulpa de totumo maduro, ensilada por cuatro días, estrujada y secada al sol, arrojó mayor porcentaje de carbohidratos con 42,71 y la de totumo verde, estrujada, sin ensilado y sin secado, fue menor con 5,44. Desde el punto de vista nutricional y de contenido de ácido cianhídrico HCN, la pulpa del totumo maduro, con ocho días de ensilado, estrujada y secada al horno se considera como la alternativa más conveniente para alimentación bovina.

ABSTRACT

Cattle produced in the Colombian Caribbean during the dry season have lost weight because of the scarcity of food rich in protein and carbohydrates. To help in the solution, the pulp silage of totumo was evaluated as an alternative in animal feeding. Drying techniques to reduce the concentration of hydrocyanic acid of the pulp were used. The study was conducted at the Center for Research and Development of Engineering Popular

University of Cesar, Valledupar, Colombia. The pulp was evaluated in two stages of maturity (green and ripe), silaged during four and eight days, crushed, sun-dried and baked. A completely randomized design with six treatments and three replications was used. Manual methods were used for pulping. For physicochemical analysis of the pulp, titulation, refractometry, potentiometry, flame photometry, drying flask and enzymatic hydrolysis techniques were used. Pulp yields in mature and green totumo were 57.87% and 59.63% respectively. Totumo pulp ripe silage during four days, crushed and dried in the sun, threw a higher percentage of carbohydrates with 42.71, and the green calabash, crushed, without silage and without drying, was lower with 5.44. From a nutritional standpoint and HCN hydrocyanic acid content, the pulp of ripe calabash, with eight days of silage, crushed and dried in the oven is considered to be the most suitable for cattle feed.

PALABRAS CLAVE: Totumo, pulpa, ácido cianhídrico, ensilado, secado.

Keywords: Totumo, pulp, hydrogen cyanide, silage, dry.

INTRODUCCIÓN

El árbol de totumo (*Crescentia cujete* L) pertenece a la familia Bignoniáceas, recibe los nombres de calabaza, jícaro, morro, tapara, estelí y guira, tiene como nombre científico *Crescentia* y la especie que se estudió fue *cujete*; éste se reproduce de manera silvestre en Centroamérica y Suramérica, se reproduce por semilla y esquejes, llega a tener una altura de ocho metros, un diámetro de 25 centímetros, una producción máxima a partir del octavo año de 27 kilogramos fruto por árbol / año; el fruto demora en el árbol de 5 a 7 meses antes de caer, es resistente a la sequía y a pesar de su buen contenido de proteína y carbohidratos, actualmente no se aprovecha [59].

Existe en el departamento del Cesar la necesidad de tener al alcance alimentos naturales ricos en nutrientes, que garanticen en gran parte del año la productividad y los bajos costos de producción, en los hatos ganaderos. En nuestra naturaleza, para la época de verano se encuentran alternativas de alimentación para bovinos como es el totumo, fruto silvestre cuya pulpa se usa como expectorantes, antiinflamatorio, laxante, purgante, calmantes de dolores menstruales, jarabes y su corteza para elaborar artesanías, cantimploras, cucharas, totumas, vasijas. La pulpa de totumo en sus características fisicoquímicas y nutricionales, puede facilitársela a los ganaderos como otra alternativa de alimento del ganado, ya que tradicionalmente los alimentan con pastos naturales, los cuales en épocas de sequía escasean y su calidad nutritiva (proteína, carbohidratos y fibra) se ve reducida drásticamente, convirtiéndose en un problema hasta el punto que se refleja en la baja producción y calidad de la leche y carne. Los empresarios en el afán de buscar cómo alimentar sus bovinos, compran alimentos concentrados de altos precios, lo que ha incrementado los costos de producción en la ganadería, como también en los alimentos para el consumo humano [42].

CAPITULO I

1. GENERALIDADES DEL TOTUMO

1.1 TOTUMO

1.1.1 Clasificación taxonómica

Tabla 1. Clasificación taxonómica de totumo

Familia	Reino	Filo	Clase	Orden	Nombre científico
Bignoniáceas	Plantae	Magnoliophyta,	Magnoliopsida	Labiales	<i>Crescentia cujete L</i>

Tiene como Nombre común: Árbol de las Calabaza (Panamá); Totumo (Colombia), Jícara y morro (Costa Rica, Guatemala) y Estelí-Nicaragua; Güira cimarrona. Etimológicamente, *Crescentia*, es dedicado a Pietro Crescenzi (1230-1321), autor italiano de un trabajo sobre la naturaleza. Cujete, de su nombre popular nativo [59].

1.1.2 Cultivo y usos de totumo

Se multiplica por semillas y por esquejes. Es un árbol que se cultiva como una curiosidad, en zonas subtropicales como Canarias. El fruto seco y vacío sirve como utensilio casero y para la confección de algunas artesanías. La madera es usada localmente para la fabricación de herramientas e implementos agrícolas. Sus semillas contienen un aceite comestible similar al aceite de oliva, y se mezclan molidas con arroz para la preparación de la bebida llamada “horchata”. Su pulpa se ha utilizado tradicionalmente con fines medicinales como purgante, laxante, emoliente, febrífugo, expectorante, anticonceptivo y calmante de las molestias menstruales. Asimismo, por sus propiedades antibacterianas y antiinflamatorias se ha utilizado para tratar hemorroides y diversas afecciones de la piel [16].

1.1.3 La producción de frutos

Comienza al 5º año, llegando a producir hasta 27kg/árbol/año a partir del 8º año. La producción de frutos por árbol varía entre 10-200 (promedios de 60-80), con 10-30g de semilla por fruto. Se distribuye a lo largo de todo el año, aunque la cosecha se concentra en dos periodos: primera (agosto–octubre) y postrera (diciembre – abril). Se estima una producción de 35g de alcohol de 1 kg de pulpa, con la extracción de aproximadamente 220-270g de pulpa de frutos de 330-450g. El fruto de ambas especies (*Cujete* y *Alata*) consiste en una cáscara externa dura (25% de peso) que contiene una pulpa blanca (50-60% de peso). Durante la fermentación de los azúcares la pulpa cambia su color hacia negro, momento en que la pulpa sirve como alimento para el ganado y caballos, al comérsela no destruyen todas las semillas, sino que algunas salen en el estiércol, donde se conservan durante la época seca. Al pasar por el tracto digestivo de los animales las semillas son tratadas por los ácidos estomacales, los cuales facilitan su germinación. Cuando las lluvias mojan el estiércol las semillas germinan ahí mismo. *La Crescentia Cujete* se propaga por semilla, la cual al no pasar por el tracto digestivo de un animal requiere de un tratamiento pre germinativo – sumergir en agua corriente por 24 horas. La verdadera distribución natural de ambas especies es difícil de determinar, ya que ambas han sido plantadas ampliamente en huertos, y las semillas son dispersadas por bovinos y equinos [16].

1.2 SUSTANCIAS Y PRODUCTOS INDESEABLES EN LA ALIMENTACIÓN ANIMAL

En la siguiente tabla 2 se relacionan las sustancias y productos indeseables en la alimentación animal, para tener en cuenta al momento de elaborar dietas, concentrados u ensilados y de esta manera garantizar la inocuidad del alimento y la salud del ganado.

Tabla 2. Sustancias y productos indeseables en la alimentación animal

Productos	Alimentos para animales	Contenido máximo en mg/kg (ppm) en alimentos para animales referido a un contenido de humedad del 12 %
Ácido cianhídrico	Materias primas para la alimentación animal, excepto:	50
	³ / ₄ semillas de lino	250
	³ / ₄ tortas de lino	350
	³ / ₄ productos de mandioca y tortas de almendras	100
	Piensos completos, excepto:	50
	³ / ₄ piensos completos para pollitos	10

Fuente: Diario Oficial de las Comunidades Europeas (1999). [17]

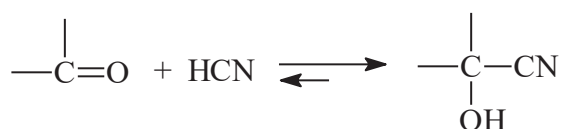
1.2.1 Principio activo en la pulpa de totumo

La pulpa del fruto es muy rica en ácidos crecéntico, tartárico, cítrico, tánico y cianhídrico (Chopra, 1986) También contiene alcaloides cuaternarios y poli fenoles, la pachona, ácido géstísico y 1,4 naftoquinona, 2-(1'-hidroxietil)-hidroxifurano; azúcares,

proteínas, ácidos oleico y linoleico (Grenaud, 1987) Con los frutos de esta planta las diferentes culturas Americanas han fabricado recipientes, adornos, herramientas de caza, protectores corporales a modo de vestimenta, pero también han utilizado el Totumo como fuente de alimento y planta medicinal [10].

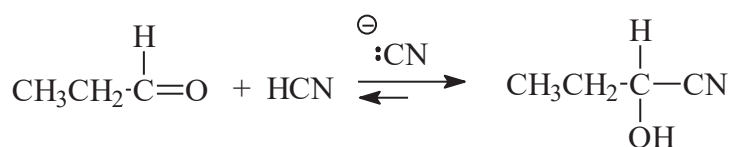
El " HCN " se adiciona a los aldehídos y cetonas para formar compuestos llamados **cianhidrinas** o **nitrilos** [10].

Figura 1. Reacción Cianhidrina o nitrilo



El HCN es un líquido incoloro (p. eb. 26.5°C, por lo cual, hasta cierto punto, se le puede considerar un gas), de olor a almendras amargas y **extremadamente venenoso**. Debido a que es un ácido muy débil (pKa = 9.1), la concentración de ión cianuro (una base fuerte y un nucleofílico fuerte) en equilibrio es muy baja, las cianhidrinas generalmente se preparan a partir del cianuro de potasio y el ácido sulfúrico.

Figura 2. Propanal cianhidrina



En la naturaleza existen plantas e insectos que son capaces de sintetizar cianhidrinas, las cuales al ser ingeridas causan envenenamiento al liberarse enzimáticamente HCN dentro del cuerpo. Ejemplos de estas; (b) calabazo o totumo (*Crescentia cujete*), los frutos de esta planta son utilizados por nuestros campesinos para la elaboración de totumas. La pulpa de la fruta contiene cianuro de hidrógeno; (c) yuca (*Manihot esculenta*), uno de los principales

alimentos de los trópicos de América, la corteza exterior de la raíz tuberosa es capaz de producir mayor cantidad de HCN que la parte interna.

El ácido cianhídrico (HCN, por sus siglas en inglés) es también conocido como ácido prúsico o cianuro de hidrógeno. El HCN se encuentra entre los venenos más potentes y de efectos más rápidos hasta hoy conocidos. Aunque muchas plantas, como, por ejemplo: el lino, el trébol blanco, el gramón, etc., tienen la potencialidad para producir envenenamiento por HCN, los sorgos (*Sorghum spp.*) se consideran los principales causantes de toxicidad en los rumiantes.

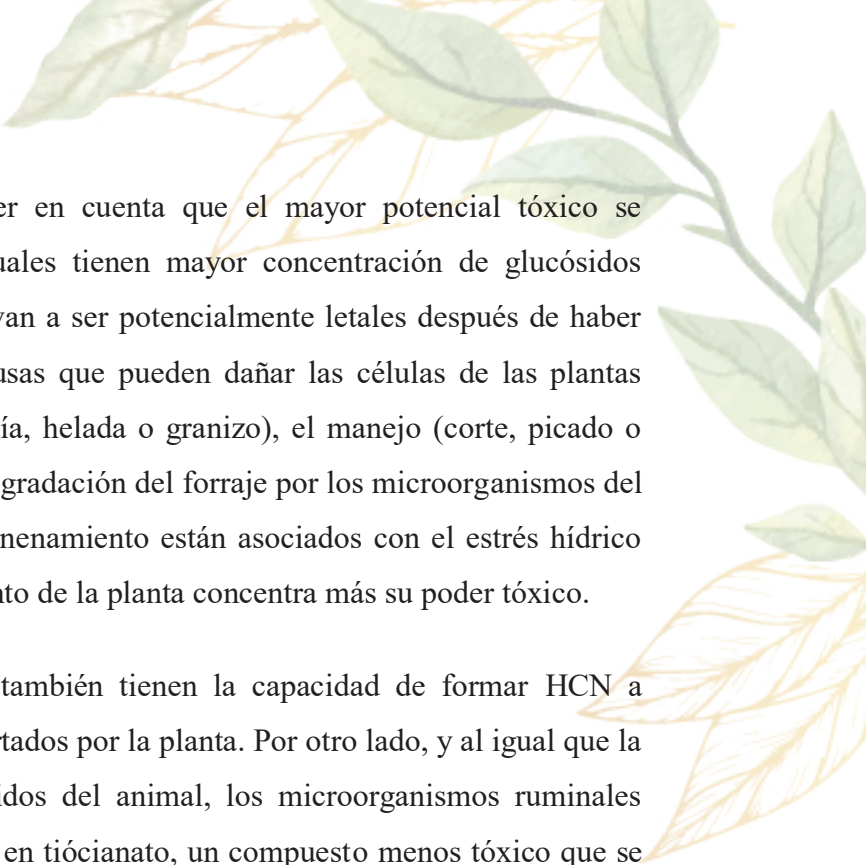
1.2.2 ¿Por qué las plantas forman ácido cianhídrico?

El rol del HCN en las plantas no se conoce completamente. Sin embargo, hay evidencia que indica que este compuesto actuaría como un mecanismo de defensa de las plantas contra las enfermedades y la depredación por insectos y otros herbívoros, como, por ejemplo, el ganado.

En Australia, una creencia popular sostiene que “la plantas son más tóxicas cuando son atacadas por insectos durante una estación seca”. Por otro lado, se demostró que la palatabilidad y, como consecuencia, la aceptabilidad de las plantas productoras de HCN, disminuye a medida que aumenta la concentración de este compuesto en las mismas.

1.2.3 ¿Cómo se genera el ácido cianhídrico y qué facilita su acumulación a niveles potencialmente tóxicos?

El HCN se libera a partir de la interacción entre un glucósido cianogénico (no tóxico) y una enzima hidrolítica (β -glucosidasa), en un proceso conocido como cianogénesis. El hecho de que el glucósido y la enzima se encuentran en compartimentos diferentes de la planta restringe su contacto y así, la liberación de HCN. Por lo tanto, la ruptura de las células de la planta sería el paso necesario para facilitar la interacción entre estos compuestos y, consecuentemente, para liberar el HCN. Con base a lo expuesto anteriormente, cualquier causa que dañe la planta predispondrá a la formación de HCN y, por ende, a un mayor potencial tóxico de la misma [7].



Sin embargo, es importante tener en cuenta que el mayor potencial tóxico se encuentra en los sorgos jóvenes, los cuales tienen mayor concentración de glucósidos cianogénicos y enzimas y, por lo tanto, van a ser potencialmente letales después de haber sufrido daño celular. Algunas de las causas que pueden dañar las células de las plantas productoras de HCN son: el clima (sequía, helada o granizo), el manejo (corte, picado o pisoteo del forraje), la masticación y la degradación del forraje por los microorganismos del rumen. La mayoría de los casos de envenenamiento están asociados con el estrés hídrico debido a que la restricción en el crecimiento de la planta concentra más su poder tóxico.

Los microorganismos ruminales también tienen la capacidad de formar HCN a partir de los glucósidos cianogénicos aportados por la planta. Por otro lado, y al igual que la enzima (rodanasa) localizada en los tejidos del animal, los microorganismos ruminales tienen la habilidad de transformar el HCN en tiocianato, un compuesto menos tóxico que se excreta fácilmente por orina. Sin embargo, el proceso de desintoxicación del HCN es estrictamente dependiente de la disponibilidad de azufre en la dieta. Como se mencionó al inicio, una de las desventajas de los sorgos es su bajo contenido de azufre, lo cual, probablemente, repercute sobre su potencial tóxico en rumiantes.

1.2.4 ¿Cómo se produce la toxicidad y cuáles son sus signos?

La fatalidad del envenenamiento por HCN es función de la capacidad del rumen y de los tejidos de desintoxicar al animal. El HCN es rápidamente absorbido y, a través del torrente sanguíneo, llega a los tejidos donde bloquea la utilización del oxígeno inhibiendo la cadena respiratoria a nivel celular.

Los signos incluyen excitación, dificultad para respirar, presencia de espuma en la boca y el morro, salivación, convulsiones y, finalmente, el animal muere por asfixia. En general, el cuadro de intoxicación es agudo. La muerte ocurre, aproximadamente, dentro de los 15 minutos de iniciado el consumo. Normalmente, se encuentra a los animales muertos debido a que, en los episodios agudos de envenenamiento, los signos se desencadenan muy rápidamente posibles que ambos compuestos (nitritos y HCN) estén en altas concentraciones al mismo tiempo, ya que el estrés hídrico incrementa ambos compuestos tóxicos.

Se demostró que la formación de HCN es función del pH ruminal, es decir, a medida que se incrementa el pH la liberación de HCN aumenta. Deben tomarse precauciones para evitar la acidosis ruminal. En este sentido, se aconseja suplementar con niveles moderados de granos y evitar el sobre consumo de los mismos, asegurando una superficie de comedero de 50 a 70cm/animal.

Se recomienda el suministro de azufre. Como se mencionó anteriormente, el proceso de destoxificación de HCN en el rumen y en los tejidos del animal, requiere de azufre. El hecho de que el alimento no aporte niveles adecuados de este mineral, repercute en el poder de destoxificación y, por ende, en la probabilidad de envenenamiento. Por otro lado, los animales expuestos a la destoxificación de HCN tienen un mayor requerimiento de azufre para mantenimiento. Como vehículo de suministro se puede usar un suplemento energético (maíz, cebada, etc) administrado previo al pastoreo. Otra opción, de bajo costo y de simple de suministro, es el uso de bloques de sal para lamer (conteniendo alrededor de un 5% de azufre).

1.2.5 Glucósidos

Estos compuestos se sintetizan cuando un azúcar se une, mediante su carbono anomérico reductor, a un grupo alcohol propio o de otro compuesto que puede o no ser azúcar. Cuando el OH pertenece a un monosacárido se producen oligosacáridos, que por estar enlazados por un átomo de oxígeno recibe el nombre genérico de O-glucósidos; a esta unión se le llama enlace glucosídicos [7].

1.2.6 Glucósidos cianogénicos

Son aquellos cuya hidrólisis genera ácido cianhídrico, y que consumido en concentraciones elevadas pueden ser muy peligrosos; los más conocidos son la durrina del sorgo, la amigdalina de las almendras amargas y la linamarina de la tapioca, entre muchos otros [7].

Estos compuestos llegan a generar hasta 300 mg de HCN por cada 100 gramos de productos; la dosis letal oral para el humano varía de 0.5 a 3.5 miligramos de HCN por

Kilogramos de peso, por lo que un individuo de 70 kg de peso podría tener serios problemas de salud al consumir 100 g de ciertos productos.

Por tener una dieta variada, el hombre consume continuamente estos compuestos en cantidades bajas, sin embargo, el cianuro ingerido en estas condiciones se elimina por conversión a tiocianato mediante el ión sulfito y la enzima rodanasa con actividad de la transferasa.

Los glucósidos cianogénicos son solubles en agua y se pueden eliminar por lixiviación de la semilla que lo contenga. Otra forma de reducir el HCN es provocando la reacción de su síntesis, seguida de un calentamiento que causa la volatilización de este compuesto [7].

1.2.7 Cómo utilizar los frutos de totumo *crescentia alata* en alimentación animal.

1. ¿Cómo recolectar los frutos?

Seleccionar del árbol/ suelo frutos amarillos o empezando a amarillar. Guardarlos sobre un plástico o dentro de sacos, para que no se deshidraten y pierdan valor nutritivo. A los 5-6 días tendrán un color oscuro indicando que están maduros y listos para procesar [16].

2. ¿Cómo preparar los frutos?

Quebrar los frutos con un mazo para sacar la pulpa. Asegúrese de que no queden desechos de la cáscara en la pulpa, pues estos pueden atorarse en la garganta del ganado. La pulpa se deposita directamente en los comederos - no se necesita combinarla con suplementos.

3. ¿Qué ración se debe dar?

Vacas en producción y sementales - 3.6-4.4 kg/animal/día (medio balde). Otro ganado mayor de 3 meses - 1-1.3 kg/animal/día. Para adaptar el animal al suplemento empezar con un cuarto de balde durante 8-10 días, y en adelante brindar la ración completa.

Ventajas: manera fácil de mejorar la producción en la época seca, los frutos contienen cantidades importantes de proteínas y carbohidratos para aumentar la producción de leche en un 25-50%, disminuye los costos pues no hay que comprar concentrados o melaza.

1.2.8 Estados del fruto del totumo y forma de consumo animal

1. Cáscara verde tierna. No debe extraerse en esta etapa. El fruto y semillas son de color blanco, poco palatable para el ganado y no está apto para explotarlo industrialmente.
2. Cáscara verde amarillo. Listo para extraerlo y enfardarlo.
3. Cáscara café oscuro. Punto óptimo de suministrar al ganado y con potencial de industrialización (extraer aceite, semillas para horchata etc).

Existen dos maneras de ofrecérselo al ganado; a través de la pulpa y de la harina que puede ser balanceada con otros ingredientes [46].

Pulpa entera: Este acto se realiza cuando el fruto ha tomado el color café oscuro y la pulpa el color negro que se requiere para suministrarlo y se sirven en comederos limpios y amplios. Los resultados nos arrojan que una cantidad de 25 a 35 jícaros diarios por vaca, incrementaría la producción de leche en un 20 a 25%.

Harina: esta vía es más lenta, con la ventaja que puede brindarse como harina pura o mezclada con otros ingredientes y contribuir al balance de un producto concentrado.

Pasos para obtener harina

1. Selección de frutos
2. Ruptura de cáscara y extracción de pulpa
3. Secado en planchas de concreto o láminas totalmente expuestas al sol hasta endurecer y que pierda suficiente humedad.

4. Elaboración de harina mediante molino.
5. Suministrar harina pura o balancear para elaboración de concentrado.

1.2.9 Ensilado

En ensilaje es un método para conservar verde el forraje, principalmente los desechos agroindustriales o alimentos como el plátano, la yuca, los cítricos y el pescado, en almacenes conocidos como silos. Mediante un proceso de fermentación anaerobia controlada, se mantiene estable la composición del material ensilado durante largo tiempo a través de la acidificación del medio [56].

Por otra parte, el ensilado es también el producto final de la fermentación anaerobia controlada sobre el forraje segado o los desechos agroindustriales, actividad que se lleva a cabo dentro del silo.

El silo, a su vez, es el depósito o almacén en el cual el material a ensilar es confinado con el objetivo de llevar a efecto la fermentación. Sin embargo, el silo no se limita exclusivamente a este proceso, sino que también se le emplea en la agricultura como almacén de granos.

El alimento a ensilar, que se comprime con el fin de evitar la presencia de oxígeno y su posible descomposición, experimenta una serie de transformaciones bioquímicas que permiten conservarlo a través del tiempo gracias a la acción de las enzimas en la planta, que tienen lugar en los procesos respiratorios y posteriormente en el metabolismo bacteriano de los carbohidratos y proteínas del material ensilado.

En este método de preservación se lleva a cabo una serie de distintos procesos fermentativos, como la fermentación acética, donde en las células vegetales se desarrollan ciertas bacterias coliformes que producen ácido acético a partir del ácido láctico y cuya actividad requiere una temperatura de 18 a 25 °C. La fermentación láctica, a su vez, corre a cargo de bacterias lácticas que degradan los azúcares y otros carbohidratos solubles presentes en el forraje hasta producir ácido láctico. Las bacterias que llevan a cabo esta fermentación necesitan condiciones sin oxígeno [56].

Las fermentaciones secundarias son procesos bacterianos indeseables y que es preciso minimizar. La más peligrosa es la fermentación butírica, producida por bacterias que se desarrollan entre 20-40 °C. El incremento de amoníaco generado por esas bacterias tiende a favorecer la proliferación de especies del género *Bacillus*, que generan aún más amoníaco, y algunos microorganismos nocivos que pudren el alimento almacenado.

También puede tener lugar una fermentación alcohólica, a cargo de levaduras, con producción de etanol y otros alcoholes; aunque afecta poco al proceso de ensilado, una excesiva formación de alcoholes se traduce en un peligro de toxicidad para el ganado.

Para que exista una fermentación óptima y además controlada es necesaria la adecuada proporción entre las bacterias lácticas y los carbohidratos solubles. Sin embargo, debido a la falta de tales carbohidratos o un bajo contenido de materia seca en algunos forrajes a ensilar, para evitar que produzcan un ensilaje de mala calidad se pueden emplear diferentes aditivos para inducir y optimizar el proceso fermentativo, como la melaza, la pulpa de cítricos o el maíz triturado, que proveen una fuente de azúcares solubles que la bacteria utiliza para producir ácido láctico, estabilizando así el medio. Si el forraje ensilado posee más de 70% de humedad, los aditivos aseguran que el nivel de azúcares solubles sea suficiente para realizar el proceso. Otra forma de optimizar la fermentación es mediante la introducción de enzimas que actúan sobre el sustrato, lo que se hace inoculando bacterias lácticas que están disponibles comercialmente y que, al ser agregadas, incrementan la población bacteriana y mejoran el proceso de fermentación [56].

Uso del ensilado

El principal uso del ensilado es producir alimento para los animales (rumiantes primordialmente) cuando hay escasez en las épocas de estiaje. El producto final debe obtenerse sin que se produzcan sustancias tóxicas para la salud animal durante el proceso, con un mínimo de pérdidas de materia seca y de nutrientes y manteniendo un buen sabor para el ganado.

Inicialmente, el objetivo de esta técnica fue la conservación del forraje húmedo en óptimas condiciones y sin alterar sus nutrimentos. A pesar de ello, no solo se emplea para

ese propósito, sino también para la preservación de los subproductos agroindustriales de yuca, pescado, plátano, caña, maíz y sorgo, entre otros.

El ensilaje es una técnica exitosa y de fácil elaboración. Sin embargo, existen algunos puntos que deben ser tratados antes de llevar a cabo el proceso con el fin de obtener un producto de buena calidad y evitar así pérdidas económicas. Para esto, la materia a ensilar se debe recolectar en la etapa óptima de madurez para asegurar un máximo rendimiento y un buen contenido nutricional. También se debe optimizar el porcentaje de humedad reduciéndola o aumentándola, adicionar aditivos para mejorar la preservación o acrecentar el valor nutritivo del producto, evitar la entrada de aire distribuyendo y apisonando uniformemente el silo y, por último, sellarlo perfectamente y de esta manera, evitar el deterioro [56]

Características de un buen ensilaje

Las características de un ensilaje elaborado correctamente son el olor, la ausencia de moho, el color y la palatabilidad del producto. En efecto, debe poseer un agradable olor alcoholácido como resultado de la fermentación, en contraste con el olor fétido del mal ensilaje; no debe haber moho en él, pues de haberlo no será apto como alimento; el color que debe tener es verde pardusco, uniforme en el exterior y en el interior, así como la palatabilidad apropiada, lo que hace que el ensilado sea bien aceptado e ingerido por el animal [56].

Ventajas de la preparación de ensilaje de residuos de cosecha y de subproductos locales

Un problema para el ensilaje de subproductos agroindustriales es la disponibilidad estacional, a menudo acentuada por su alto contenido de agua. Sin embargo, muchos de ellos tienen un alto valor nutritivo. En los países industrializados se cuenta con procedimientos e infraestructura para convertir estos subproductos en harinas ricas en proteínas o en energía. Estas oportunidades no existen en los países tropicales menos desarrollados, sobre todo en las pequeñas aldeas donde a menudo estos subproductos se convierten en fuentes de contaminación: muy pronto se avinagran, son invadidos por

mohos y pierden gran cantidad de sus nutrientes solubles en el efluente del residuo. Los resultados de la investigación demuestran que el ensilado de los mismos subproductos es una opción más apropiada y aconsejable para su conservación por períodos prolongados (Lien et al., 1994; Bouqué y Fiems, 1988; Hadjipanayiotou, 1993, 1994; Kayouli, 1989; Kayouli et al., 1993; Kayouli y Lee, 1998) [19].

Las mayores ventajas del ensilaje son:

- (i) Uso eficaz para la alimentación estratégica en períodos críticos;
- (ii) Aumento del forraje almacenado, sobre todo al asegurar alimento de vacas por parir;
- (iii) Alimentos para reducir la presión sobre las praderas pastoreadas;
- (iv) Aumento de la ración del ganado en época seca;
- (v) Es un buen alimento barato hecho en la finca que reduce el costo de producción de leche y carne;
- (vi) Mejora la palatabilidad, reduce considerablemente la incidencia de sustancias tóxicas que se encuentran normalmente en algunas especies vegetales (como glucósidos cianogénicos en hojas frescas de yuca) y destruye microorganismos dañinos que pueden encontrarse en camadas avícolas o desechos de pescado; y
- (vii) Puede asumir el papel de alimento base que debe ser suplementado con otros alimentos, o ser empleado para suplementar la ración base de animales en pastoreo [19].

CAPÍTULO II

2. MÉTODOS APLICADOS EN LA CARACTERIZACIÓN DE LA PULPA DE TOTUMO

2.1 Enfoque investigativo

En esta investigación evaluativa, se implementaron las técnicas de estrujado, ensilado, secado solar y horneado, en la pulpa de totumo verde y totumo maduro, ensilada por 8 días. Por medio de los métodos de la Asociación Oficial de Química Analítica (AOAC, 1990) se determinó el potencial nutritivo (Proteínas, Fibra cruda, y Carbohidratos), también se evaluaron los parámetros fisicoquímicos (pH, 0Brix, Acidez, Índice de madurez, Humedad, Ceniza.), la concentración del HCN y finalmente los minerales (sodio, potasio, calcio, fósforo y magnesio).

2.2 Muestreo

La población de esta investigación estuvo conformada por los frutos de totumos que crecen en forma silvestre. Por lo que la muestra fue totalmente aleatoria y representativa. De diferentes puntos de la cabecera municipal de Valledupar – Cesar - Colombia, se cosecharon 40 frutos en el estado de maduración 1 (totumo verde) y 27 frutos en el estado de maduración 2 (totumo maduro) (Oyuela, 2004). Todos los frutos en iguales condiciones de tamaño y color, respectivamente.

2.3 Diseño experimental

Se aplicó un diseño experimental completamente a azar, un análisis estadístico o de varianza de los datos y la prueba o análisis de medias por tukey con un nivel de confianza de 95 %. Modelo estadístico; $Y_{ij} = \mu + \tau_i + \epsilon_{ij}$ Y_{ij} = Respuesta del i - esimo tratamiento en la j - esima repetición. μ = Media General τ_i = Efecto asociado al i – ésimo tratamiento. ϵ_{ij} = Error experimental asociado al i – ésimo tratamiento en la j – ésima repetición.

Los tratamientos fueron:

T0: Pulpa de totumo verde sin ensilado, estrujada y sin secado.

T1: Pulpa de totumo verde ensilado por 4 días, estrujada y secada al sol.

T2: Pulpa de totumo verde ensilado por 8 días, estrujada y secada en horno.

T3: Pulpa de totumo maduro sin ensilado, estrujada y sin secado.

T4: Pulpa de totumo maduro ensilada por 4 días, estrujada y secada al sol.

T5: Pulpa de totumo maduro ensilada por 8 días, estrujada y secada en horno.

2.4 Procedimiento

Este trabajo de investigación se desarrolló en la planta piloto y en el Centro de Investigación y Desarrollo de la Ingeniería de la Universidad Popular del Cesar, Valledupar Colombia. Los totumos se cosecharon verde y maduro con cuatro y seis meses de proceso de maduración fisiológica respectivamente, despulpado con un objeto corto punzante y estrujado manual, con posterior ensilado por cuatro y ocho días en tanques de plástico hermético, a los que se les realizó monitoreo diario de la temperatura, arrojando en promedio 32,2 0C

Se hizo el muestreo de los totumos verdes y maduros con cuatro y seis meses de proceso de maduración fisiológica en el árbol, respectivamente. Con base a los tratamientos planteados en el diseño experimental y por medio de los métodos de la Asociación oficial de química analítica AOAC de 1990 se determinó el potencial nutritivo (proteínas, fibra cruda, y carbohidratos), también se evaluaron los parámetros fisicoquímicos (pH, Obrix, acidez, índice de madurez, humedad, ceniza) y finalmente los minerales (sodio, potasio, calcio, fósforo y magnesio).

El secado de la pulpa se hizo por radiación solar en láminas de Zinc a una temperatura promedio de 40 grados centígrados y al horno en latas por convección natural a 60 grados centígrados; esto con el objetivo de determinar la influencia de la temperatura en la concentración del ácido cianhídrico. La cantidad del ácido cianhídrico (HCN), se determinó en pulpa seca a 12 °C por el método de hidrólisis enzimática, aplicada en los laboratorios de Centro Internacional de Agricultura Tropical CIAT en Palmira (Colombia).

Según los tratamientos:

Los 15 totumos verdes del T₀, recién cosechados, se pesaron, despulparon y estrujaron de forma manual en un balde de 12 litros. Los 10 totumos verdes del T₁, después de 4 días de ensilado, se pesaron, despulparon y estrujaron de forma manual en baldes de

12 litros, con secado al sol sobre láminas de zin, hasta el 12 % de Humedad. Los 10 totumos verdes del T₂, después de 8 días de ensilado, se pesaron, despulparon y estrujaron de forma manual en baldes de 12 litros, con secado al horno a 60 °C, hasta el 12 % de Humedad. Los 9 totumos maduros del T₃ recién cosechados, se pesaron, despulparon y estrujaron de forma manual en baldes de 12 litros. Los 9 totumos maduros del T₄, después de 4 días de ensilado, se pesaron, despulparon y estrujaron de forma manual en baldes de 12 litros, con secado al sol sobre láminas de zin con 40 °C de temperatura promedio, hasta el 12 % de Humedad. Los 9 totumos maduros del T₅, después de 8 días de ensilado, se pesaron, despulparon y estrujaron de forma manual en baldes de 12 litros, con secado al horno a 60 °C, hasta el 12 % de Humedad.

Se tomaron 100 gramos de muestra por grupo o tratamientos, envasados herméticamente, rotulados y puestos en refrigeración a una temperatura de 0 – 4 °C. Posteriormente se analizaron por triplicado las variables estudiadas.

2.4 Métodos fisicoquímicos

En la Tabla 3 se muestran los parámetros analizados en el fruto del totumo y los métodos analíticos de la Asociación Oficial de Química Analítica (AOAC) utilizados en la investigación.

Tabla 3. Parámetros analizados y métodos analíticos

PARÁMETRO	MÉTODO	AOAC N0
Acidez	Titulación	(31.231 / 84.942.15 / 90)
⁰ Brix	Refractometría	(22.024 /84.932.12 /90)
Carbohidrato total	Relación matemática	-
Ceniza	Secado en mufla	(31.012 /84.940.26 /96)
Fibra Cruda	Digestión acida	(7.066 /84.962.09 /90)
Humedad	Secado en estufa	(7.003 /84.930.15 /90)
Índice de Madurez	Relación Matemática	-

Macrominerales (Na, K, Ca, P, y Mg.)	Espectrofotometría	985.35
Peso promedio	Relación matemática (Kg.total totumo/ # totumo)	-
pH	Potenciometría	(10.041 / 84)
Proteína bruta	Kjeldahl (N x 6,25)	(979.09 (15))
Rendimiento de pulpa	Relación matemática (Kg. Pulpa totumo/ Kg. totumo) (100)	-

Fuente: Propia, 2018.

2.5 Métodos para determinación del ácido cianhídrico

La concentración de HCN en la pulpa de totumo, se determinó por el método de hidrólisis enzimática, descrito por Bradbury y col. (1991), utilizado en el análisis de raíces y tubérculos por el Centro Internacional De Agricultura Tropical (CIAT) ubicado en el municipio de Palmira, departamento del Valle de Cauca, Colombia.

2.7 Métodos para determinación de minerales

Método Espectrofotometría de Absorción Atómica de llama. Método AOAC 985.35. Se basó en la destrucción de la materia orgánica por vía seca hasta lograr la digestión del alimento para posteriormente solvatar los residuos con ácido nítrico diluido para la posterior determinación de los analitos por Espectrofotometría de Absorción Atómica con llama.

CAPÍTULO III

3. RESULTADOS FISICOQUÍMICOS DEL TOTUMO VERDE Y TOTUMO MADURO

3.1 Estructura del fruto por cada tratamiento

En la tabla 4 se observa los datos del peso en gramos y el rendimiento en porcentaje del totumo por cada uno de los tratamientos.

Tabla 4. Pesos, desviación estándar, rendimientos y cortezas promedios de los totumos en los tratamientos

Tratamiento	Peso medio de Totumo en gramos	SD	Rendimientos			
			Pulpa		Corteza	
			g	%	g	%
T ₀	721,00	2.12	457,29	63,42	263,66	36,57
T ₁	685,12	1.32	386,06	56,35	299,06	43,64
T ₂	658,50	1.56	389,50	59,14	269,00	40,85
T ₃	475,70	2.30	288,19	60,58	187,50	39,41
T ₄	519,80	1.85	291,25	56,03	228,55	43,96
T ₅	422,77	3.54	240,99	57,00	181,78	42,99

T₀: Pulpa de totumo verde sin ensilado, estrujada y sin secado; T₁: Pulpa de totumo verde, ensilado por 4 días, estrujada y secada al sol; T₂: Pulpa de totumo verde, ensilado por 8 días, estrujada y secada en horno; T₃: Pulpa de totumo maduro sin ensilado, estrujada y sin secado; T₄: Pulpa de totumo maduro, ensilada por 4 días, estrujada y secada al sol; T₅: Pulpa de totumo maduro, ensilada por 8 días, estrujada y secada en horno. SD desviación estándar.

Fuente: Propia, 2018.

El peso promedio del totumo verde en el T₀, T₁ y T₂ al inicio del proceso de ensilado, según la tabla 4, fue de 721 gramos y al final del proceso de ensilado según la misma tabla fue de 658,5 gramos. El rendimiento de la pulpa de T₀ es mayor en 4,28 % que en T₂; porque durante el proceso de ensilado ocurrió una deshidratación o pérdida de peso del fruto, el cual fue del 8,6 %. Estos pesos están en el rango publicado por Roncallo et al en 1996. Sin embargo, el peso y rendimiento promedio de todo el proceso de ensilado fue de 689,75 gramos y 61,28 % respectivamente. Estos resultados están por debajo de los establecidos por Recalde, (2015) y difieren en un 79.2 %. Porque en la investigación, los frutos verdes y maduros se cosecharon en época de sequía y por lo tanto tuvieron un menor desarrollo fisiológico lo que influyó en la estructura física y química del totumo, arrojando resultados menores en comparación con otras investigaciones [51].

El peso promedio inicial del totumo maduro en el T₃, T₄ y T₅, fue de 475,70 gramos y según la tabla 11 al final del ensilado fue de 422,77 gramos. El mayor rendimiento en pulpa se presentó en T₃, con 3,58 % por encima de T₅; porque éste fruto está en un mayor estado de madurez, además durante el ensilado ocurrió una deshidratación y por ende una pérdida de 11,12 % de peso del fruto. Sin embargo, para todo el proceso hubo un peso y un rendimiento promedio de 449,235 gramos y 58,79 %. Estos están en el rango publicado por **Roncallo** et al 1996. Y por debajo de los publicados por Recalde, (2015). Estas diferencias se presentaron por el menor tamaño de los totumos, alcanzado por no haber logrado una total maduración fisiológica, por la climatología presentada en el año de la investigación, afectando la estructura fisicoquímica de los frutos [51].

Figura 3. Peso del totumo (Verde y Maduro) en el proceso de ensilado

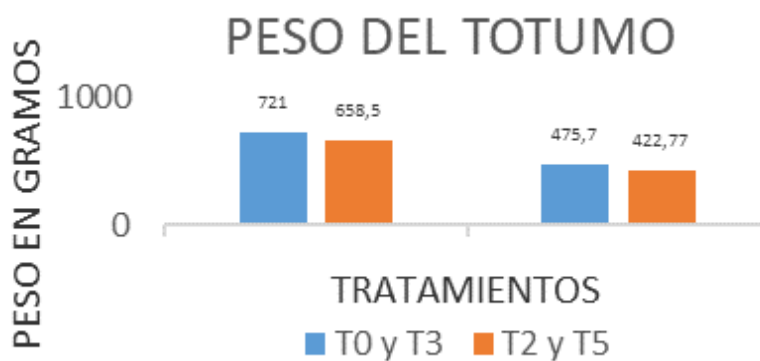
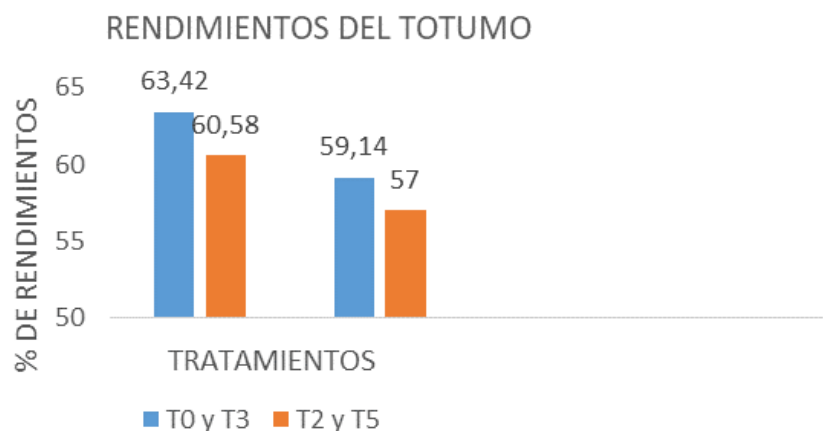


Figura 4. Rendimiento del totumo (Verde y Maduro) en el proceso de ensilado



3.2 Temperatura promedio en los 8 días de ensilado

En la tabla 5, se relacionan los días de ensilado de los totumos y los valores de temperaturas alcanzados en horas estipuladas.

Tabla 5. Temperatura de ensilado en los 8 días

Tiempo de ensilado (Días)	Temperatura (°C)	Hora de la medida
1	33	7 a.m.
	34	12 mm
	31	6 p.m.
2	34	7 a.m.
	34	12 mm
	33	6 p.m.
3	32	7 a.m.
	31	12 mm
	33	6 p.m.

4	30	7 a.m.
	31	12 mm
	31	6 p.m.
5	32	7 a.m.
	31	12 mm
	30	6 p.m.
6	32	7 a.m.
	31	12 mm
	29	6 p.m.
7	32	7 a.m.
	34	12 mm
	32	6 p.m.
8	31	7 a.m.
	32	12 mm
	31	6 p.m.
Promedio	32.2	+
SD	1.35	-

Fuente: Propia, 2018

Según la tabla 5 donde se encuentran los valores de temperaturas medidos durante los 8 días de ensilado del totumo, la mayor temperatura se presentó en los días 1, 2 y 7 del proceso de ensilado. Mientras que la de menor grado se presentó en el día 6. Sin embargo la temperatura promedio de todo el proceso de ensilado del fruto del Totumo fue de 32.2 grados centígrados.

En la tabla 6 se puede observar los porcentajes promedios de la Humedad, Grados Brix y Acidez de toda la pulpa de los totumos utilizados por cada tratamiento.

Tabla 6. El porcentaje de humedad, grados brix y acidez de la pulpa de totumo en los tratamientos

Tratamientos Variables	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅
Humedad (%)	60,12	12,50	12,90	61,79	12,70	12,80
SD	1.20	1.35	2.5	2.10	3.52	1.89
⁰ Brix (%)	10,00	11,00	12,33	13,00	14,60	14,00
SD	2.25	2.56	1.52	1.26	2.50	1.59
Acidez (%)	0,13	0,23	0,29	0,54	0,40	0,40
SD	2.15	2.18	3.25	4.50	1.45	2.69

T₀: Pulpa de totumo verde sin ensilado, estrujada y sin secado; T₁: Pulpa de totumo verde, ensilado por 4 días, estrujada y secada al sol; T₂: Pulpa de totumo verde, ensilado por 8 días, estrujada y secada en horno; T₃: Pulpa de totumo maduro sin ensilado, estrujada y sin secado; T₄: Pulpa de totumo maduro, ensilada por 4 días, estrujada y secada al sol; T₅: Pulpa de totumo maduro, ensilada por 8 días, estrujada y secada en horno. SD desviación estándar.

Fuente: Propia, 2018

En la tabla 6 se referencian los valores de la humedad durante el proceso de ensilado. La pulpa de totumo verde (T₀, T₁, T₂) presentó mayor porcentaje de humedad en el tratamiento 0 con 60,22 % y el de menor porcentaje fue el tratamiento 1 con 12,50; obviamente esta diferencia de 47,72 % se presentó porque la pulpa del T₀ no tuvo proceso de ensilado ni de secado, mientras que la pulpa del T₁ y T₂ si tuvieron un proceso de

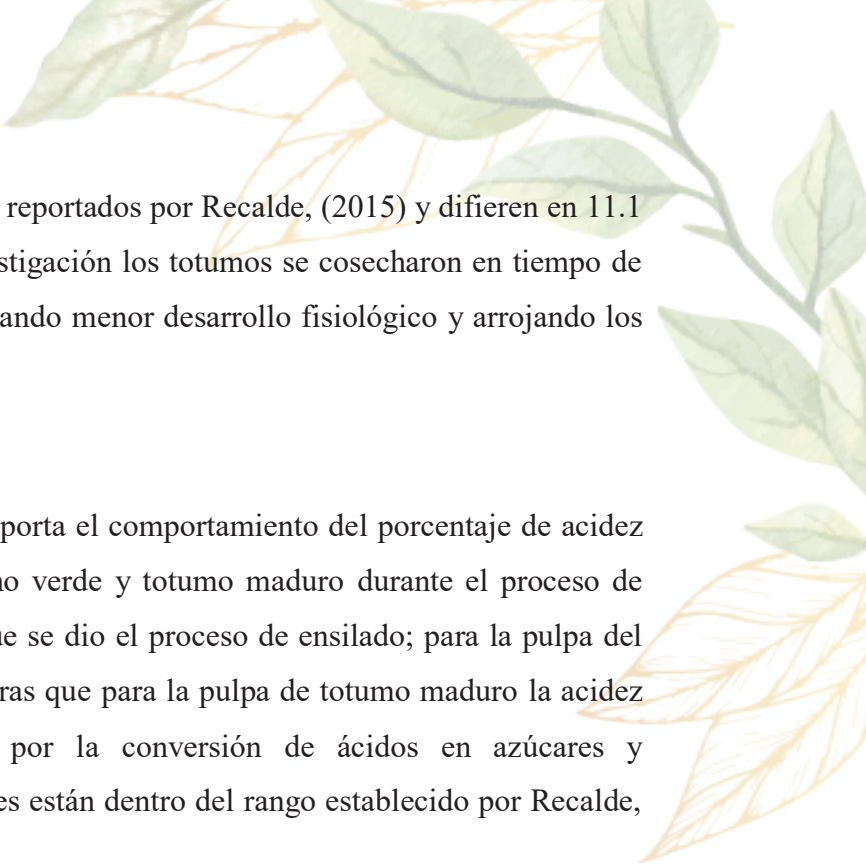
ensilado a una temperatura promedio de 32.2 °C (ver tabla 5) y secado al sol y al horno. Y la pulpa del totumo maduro (T₃, T₄, T₅) según la misma tabla 6, el tratamiento 3 fue el que tuvo mayor porcentaje de humedad con 61,79 y el de menor porcentaje fue tratamiento 4 con 12,70; obviamente esta diferencia de 49,09 % se presentó porque la pulpa del T₃ no tuvo proceso de secado, mientras que la pulpa del T₄ y T₅ si tuvieron un proceso de ensilado a una temperatura promedio de 32.2 °C y secado al sol y al horno.

Entre los tratamientos de la pulpa de totumo verde y totumo maduro, se puede evidenciar en la tabla 6, que el T₀ y el T₃ se diferencian solo en 1.67 % y se atribuye al estado de maduración fisiológica del totumo. Se puede apreciar que el T₁ y T₄ como también el T₂ y T₅ arrojaron pequeñas diferencias de 0.20 % y 0.10 % respectivamente y se atribuyen a que estos tratamientos recibieron las mismas técnicas de secado.

Estos resultados son menores y difieren en 20.2 % con los publicados por Montealegre, (2018), porque las muestras de totumo verde y maduro en esta investigación fueron tomadas de una población de árboles silvestres en épocas de sequía y esto afectó el desarrollo bioquímico del fruto y las características fisicoquímicas como por ejemplo la humedad [7].

Según la tabla 6 donde se reportan los datos de los grados °brix de todos los tratamientos, los valores fueron aumentando a medida que trascurrieron los días de ensilado, con un valor final de 12.33 % para el T₂ de la pulpa de totumo verde, y 14 % según la misma tabla para el T₅ de la pulpa de totumo maduro.

Entre los tratamientos de la pulpa de totumo verde y totumo maduro, se puede evidenciar en la tabla 6, que el T₀ y el T₃ se diferencian solo en 2.33 % y se atribuye al estado de maduración fisiológica del totumo y al avance que tenían en cuanto a conversión de ácidos en azúcares. Se puede apreciar que el T₁ y T₄ como también el T₂ y T₅ arrojaron diferencias de 3.60 % y 1.67 % respectivamente y se atribuyen al proceso bioquímico de las pulpas de los totumos que tenían al momento de recolectarse y a la concentración de sólidos que tuvieron estas pulpas de los tratamientos por evaporación del agua en los procesos de secado al sol y al horno.



Estos valores son menores que los reportados por Recalde, (2015) y difieren en 11.1 % y esto se presentó porque en esta investigación los totumos se cosecharon en tiempo de sequía con poca disponibilidad de agua dando menor desarrollo fisiológico y arrojando los datos ⁰Brix ya conocidos [51].

Con base a la tabla 6, donde se reporta el comportamiento del porcentaje de acidez de los tratamientos de la pulpa de totumo verde y totumo maduro durante el proceso de ensilado, la acidez se redujo a medida que se dio el proceso de ensilado; para la pulpa del totumo verde, llegó hasta 0,29 %. Mientras que para la pulpa de totumo maduro la acidez aumento hasta 0.54 %, precisamente por la conversión de ácidos en azúcares y volatilización de los mismos. Estos valores están dentro del rango establecido por Recalde, (2015) y coinciden en un 99.9 %.

Entre los tratamientos de la pulpa de totumo verde y totumo maduro, se puede evidenciar en la tabla 6, que el T₀ y el T₃ se diferencian solo en 0.41 % y se atribuye al estado de maduración fisiológica del totumo y al avance que tenían en cuanto a conversión de ácidos en azúcares. Se puede apreciar que el T₁ y T₄ como también el T₂ y T₅ arrojaron diferencias de 0.17 % y 0.11 % respectivamente y se atribuyen al proceso bioquímico de las pulpas de los totumos que tenían al momento de recolectarse y a la evaporación que tuvieron estas pulpas de los tratamientos en los procesos de secado al sol y al horno.

CAPÍTULO IV

4. PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS, NUTRICIONALES Y MINERALES POR TRATAMIENTOS EN TODO EL PROCESO DE ENSILADO

4.1 PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS Y NUTRICIONALES DE LA PULPA DE TOTUMO EN TODOS LOS TRATAMIENTOS

En la tabla 7 se relacionan las medias de pH, índice de madurez, proteína, carbohidratos, fibra y ácido cianhídrico (HCN) en los tratamientos.

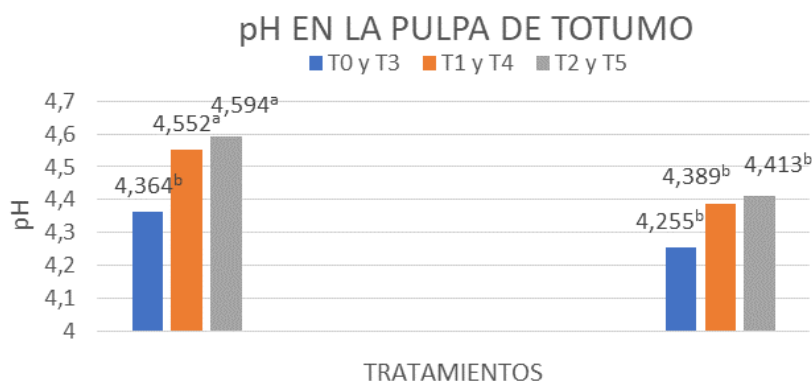
Tabla 7. Medias de pH, índice de madurez, proteína, carbohidratos, fibra y ácido cianhídrico (HCN) en los tratamientos

Variables en base seca	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅
pH	4,36 ^b	4,55 ^a	4,59 ^a	4,25 ^b	4,38 ^b	4,41 ^b
SD	1.23	1.56	2.50	1.20	1.18	2.10
Índice madurez	30,25 ^b	47,51 ^a	42,90 ^b	30,00 ^b	36,32 ^b	34,09 ^b
SD	2.23	3.12	3.52	2.21	1.59	2.10
Proteína (%)	8,44 ^b	9,96 ^a	10,32 ^a	8,84 ^b	10,29 ^a	10,56 ^{a,c}
SD	2.30	1.20	1.30	2.56	1.89	1.78
Carbohidrato	7,61 ^b	40,98 ^a	39,65 ^a	5,44 ^b	42,71 ^a	41,30 ^a
SD	4.23	1.23	1.30	4.12	1.32	1.41
(%) Fibra	11,43 ^b	14,26 ^a	14,23 ^a	9,43 ^b	11,20 ^b	11,63 ^b
SD	3.10	0.90	0.98	2.30	1.26	1.30
HCN (ppm)	11,00 ^a	6,50 ^b	5,50 ^b	4,00 ^b	4,00 ^b	2,00 ^b

SD	3.50	2.56	2.30	1.59	1.59	2.10
-----------	------	------	------	------	------	------

Fuente: Propia, 2018

Figura 5. Comportamiento del pH de la pulpa de totumo



a,b; Letras como superíndices diferentes e iguales en los valores de pH difieren e iguales estadísticamente respectivamente. Con $p < 0.05$.

Según la figura 5, donde se relaciona el comportamiento del pH de la pulpa de totumo de todos los tratamientos, durante el proceso de ensilado. Se evidencia que en los tratamientos de la pulpa de totumo verde, T₀ presenta diferencia estadísticamente significativa frente a los T₁ y T₂ y estos son iguales estadísticamente; lo que quiere decir que al determinar el potencial de hidrógeno en la pulpa de totumo verde en cualquiera de sus tratamientos al menos el valor de la pulpa del T₀ sería diferente desde el punto de vista estadístico, y los valores de la pulpa de los T₁ y T₂ serían iguales desde el punto de vista estadístico.

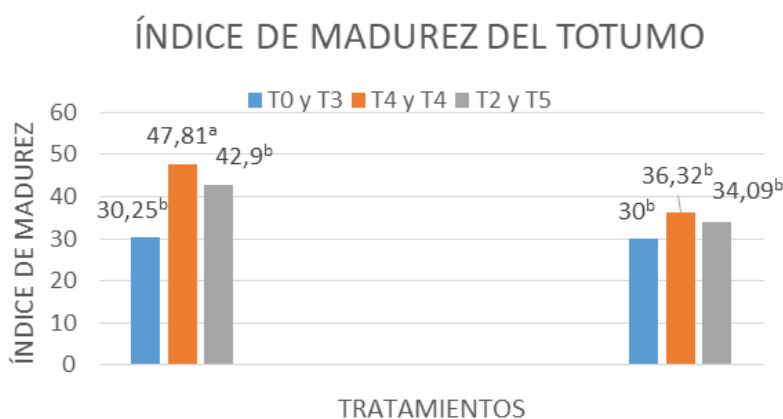
Los tratamientos de la pulpa de totumo maduro T₃, T₄ y T₅ son iguales estadísticamente; lo que quiere decir que al determinar el potencial de hidrógeno en la pulpa de totumo maduro en cualquiera de sus tratamientos el valor sería el mismo desde el punto de vista estadístico.

Tanto los tres primeros, como los tres últimos tratamientos presentaron aumento del pH, desde 4.364 hasta 4.594 y 4.255 a 4.413 respectivamente. Esto se debió al proceso de ensilado, al uso de los ácidos en la cadena respiratoria, a la conversión de ácidos en azúcares y a la evaporación de ácidos en el secado de la pulpa [7].

En la figura 5, también se evidencia que entre los tratamientos de la pulpa de totumo verde y los tratamientos de la pulpa de totumo maduro, solamente los tratamientos T₂ y T₁ con valores de 4,594 y 4,552 presentaron diferencias estadísticamente significativas frente a los demás. Lo que quiere decir que la madurez fisiológica de la pulpa de totumo afectó el potencial de hidrógeno.

El pH es menor en los tres últimos tratamientos que en los tres primeros, esto, porque hubo mayor liberación de ácido cianhídrico durante el proceso de estrujado y a la actividad enzimática en la pulpa de totumo maduro. Estos resultados son mayores que los reportados por Recalde, (2015) y difieren en 1,4%. Porque la muestra de totumo verde y maduro en comparación con otras investigaciones se tomó en verano, arrojando bajos porcentajes de humedad y el estrujado de la pulpa facilitó el contacto de enzimas-sustratos produciendo mayores concentraciones de ácidos. Sin embargo, el tiempo de exposición de la pulpa estrujada a la temperatura del medio ambiente, fue suficiente para que en parte se evaporara el ácido cianhídrico y redujeran la presencia de protones [7].

Figura 6. Comportamiento del índice de madurez del totumo



a,b; Letras como superíndices diferentes e iguales en los valores de pH difieren e iguales estadísticamente respectivamente. Con $p < 0.05$.

Con base a la figura 6 donde se describen los datos del comportamiento del índice de madurez del totumo de todos los tratamientos durante el proceso de ensilado; se evidencia que en los tratamientos de la pulpa de totumo verde, T₁ presenta diferencia estadísticamente significativa frente a los T₀ y T₂ y estos son iguales estadísticamente; lo que quiere decir que al determinar el índice de madurez en la pulpa de totumo verde en cualquiera de sus tratamientos al menos el valor de la pulpa del T₁ sería diferente desde el

punto de vista estadístico, y los valores de la pulpa de los T₀ y T₂ serían iguales desde el punto de vista estadístico.

Los tratamientos de la pulpa de totumo maduro T₃, T₄ y T₅ son iguales estadísticamente; lo que quiere decir que al determinar el índice de madurez en la pulpa de totumo maduro en cualquiera de sus tratamientos el valor sería el mismo desde el punto de vista estadístico.

En la figura 6, también se evidencia que, entre los tratamientos de la pulpa de totumo verde y los tratamientos de la pulpa de totumo maduro, solamente el T₁ con valor de 47,81 presentó diferencia estadísticamente significativa frente a los demás.

El T₃, T₄ y T₅ fueron los que presentaron menor índice de madurez, esto debido a que el totumo maduro, se cosechó con una mayor actividad enzimática y mayor desarrollo fisiológico. Además, porque el estrujado facilitó el contacto enzima (glucosidasa) – sustrato (glucósidos), lo que produjo más ácido cianhídrico [7].

Se observa que T₁ alcanza el mayor índice de madurez y al terminar el proceso T₂ se reduce hasta 42.81, esto debido, a que el porcentaje de acidez disminuye, por la utilización del ácido orgánico en la respiración y en la conversión a azúcares [51].

Figura 7. Comportamiento de la proteína en la pulpa del totumo



a,b; Letras como superíndices diferentes e iguales en los valores de pH difieren e iguales estadísticamente respectivamente. Con $p < 0.05$.

La figura 7 relaciona el comportamiento de la proteína de la pulpa de totumo durante todo el proceso de ensilado; se evidencia que en los tratamientos de la pulpa de totumo verde, T₁ presenta diferencia estadísticamente significativa frente a los T₀ y T₂ y estos son iguales estadísticamente; lo que quiere decir que al determinar el porcentaje de

proteína en la pulpa de totumo verde en cualquiera de sus tratamientos al menos el valor de la pulpa del T₁ sería diferente desde el punto de vista estadístico, y los valores de la pulpa de los T₀ y T₂ serían iguales desde el punto de vista estadístico.

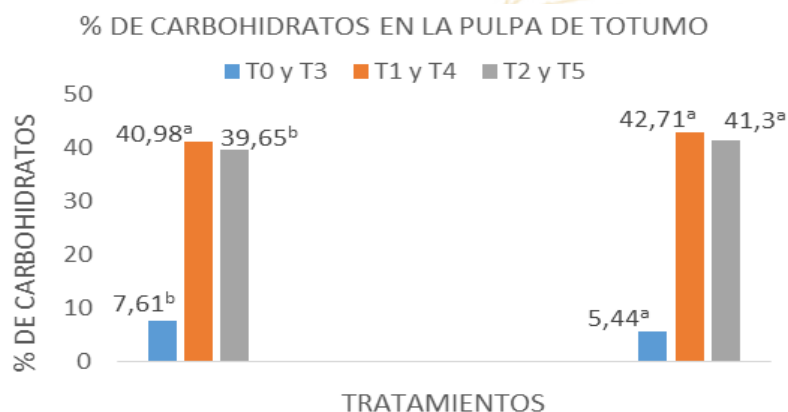
Los tratamientos de la pulpa de totumo maduro T₃, T₄ y T₅ son iguales estadísticamente; lo que quiere decir que al determinar el porcentaje de proteína en la pulpa de totumo maduro en cualquiera de sus tratamientos el valor sería el mismo desde el punto de vista estadístico.

En la figura 7, también se evidencia que, entre los tratamientos de la pulpa de totumo verde y los tratamientos de la pulpa de totumo maduro, solamente el T₀ y T₂ con valores de 8.44 y 10.32 respectivamente, presentaron diferencias estadísticamente significativas frente a los demás tratamientos. Este comportamiento indica que al determinar el porcentaje de proteína en cualquiera de los 6 tratamientos de la pulpa de totumo, al menos los valores de la pulpa de los T₀ y T₂ serían diferentes desde el punto de vista estadístico; y los valores de la pulpa de los T₁, T₃, T₄ y T₅ serían iguales desde el punto de vista estadístico.

Los tratamientos 5, 4, 2 y 1 difieren significativamente de los demás tratamientos, porque arrojaron mayores concentraciones de proteína; esto se presentó porque la pulpa de los totumos maduros tuvo mayor desarrollo fisiológico al igual que sus metabolitos; y también las condiciones del proceso de ensilado favorecieron la síntesis de algunos compuestos proteicos [19].

Los tres últimos tratamientos correspondientes a la pulpa de totumo maduro, presentaron los mayores porcentajes de proteínas; en su orden respectivo 8,84 10,29 y 10,56. Donde el mayor porcentaje es el del T₅. Mientras que los tres primeros tratamientos de la pulpa de totumo verde, arrojaron en promedio menor concentración proteica; en su orden respectivo 8,44 9,96 y 10,32, donde T₀ es el menor de todo. Estos resultados están en el rango de concentración hallado por Botero y Rodríguez, (2016); y menores y difieren en 24,6 % con los publicados por Montealegre, (2018) y Rodríguez et al (2012); porque los totumos se cosecharon en épocas de sequía con poca disponibilidad de agua por lo que el desarrollo fisiológico del fruto no fue el óptimo y sus metabolitos primarios no alcanzaron su máxima concentración [51].

Figura 8. Comportamiento del carbohidrato de la pulpa del totumo



a,b; Letras como superíndices diferentes e iguales en los valores de pH difieren e iguales estadísticamente respectivamente. Con $p < 0.05$.

Según la figura 8 de los datos del comportamiento de los carbohidratos de todos los tratamientos en el proceso de ensilado; se evidencia que en los tratamientos de la pulpa de totumo verde, T₁ presenta diferencia estadísticamente significativa frente a los T₀ y T₂ y estos son iguales estadísticamente; lo que quiere decir que al determinar el porcentaje de carbohidratos en la pulpa de totumo verde en cualquiera de sus tratamientos al menos el valor de la pulpa del T₁ sería diferente desde el punto de vista estadístico, y los valores de la pulpa de los T₀ y T₂ serían iguales desde el punto de vista estadístico.

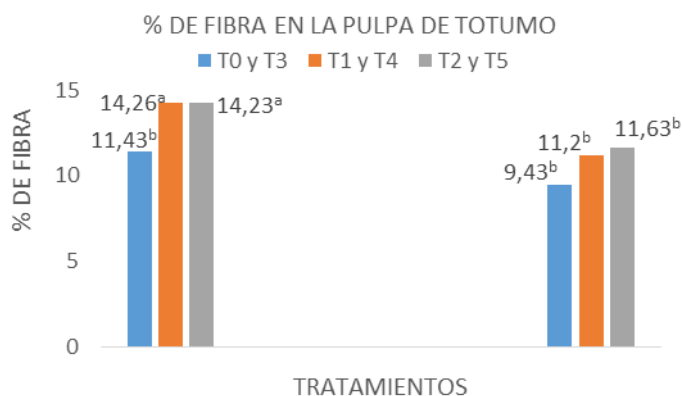
Los tratamientos de la pulpa de totumo maduro T₃, T₄ y T₅ son iguales estadísticamente; lo que quiere decir que al determinar el porcentaje de carbohidrato en la pulpa de totumo maduro en cualquiera de sus tratamientos el valor sería el mismo desde el punto de vista estadístico.

En la figura 8, también se evidencia que, entre los tratamientos de la pulpa de totumo verde y los tratamientos de la pulpa de totumo maduro, solamente los T₀ y T₂ con porcentajes de 7.61 y 39.65 respectivamente, presentaron diferencias estadísticamente significativas frente a los demás tratamientos. Este comportamiento indica que, al determinar el porcentaje de carbohidrato en cualquiera de los 6 tratamientos de la pulpa de totumo, al menos los porcentajes de la pulpa de los T₀ y T₂ serían diferentes desde el punto de vista estadístico; y los porcentajes de la pulpa de los T₁, T₃, T₄ y T₅ serían iguales desde el punto de vista estadístico.

Los mayores porcentajes de carbohidrato se presentaron en los tratamientos 4, 5, 1 y 2 con 42,71 41,30 40,99 y 39.65 respectivamente; esto se debió a que durante el proceso de ensilado también hubo una maduración (conversión de ácidos en azúcares) y al secado donde los carbohidratos se concentraron a un más. Estos resultados son menores y difieren en 27,7 % de los publicados por Montealegre, (2018). Precisamente por la época en que se recolectaron los totumos, la escasez de agua produjo poco desarrollo fisiológico y bioquímico del fruto y este tuvo bajas concentraciones de características nutritivas como el carbohidrato, poniéndole en desventaja frente al fruto de otras investigaciones [51].

Los T₀ y T₃ fueron los que arrojaron menores porcentajes (7,61 y 5,44) de carbohidratos, estos tratamientos se sometieron al estrujado, más no al ensilado ni al secado; sin embargo, el tratamiento 0 arrojó mayor concentración de carbohidratos que el tratamiento 3.

Figura 9. % de fibra cruda en la pulpa de totumo



a,b; Letras como superíndices diferentes e iguales en los valores de pH difieren e iguales estadísticamente respectivamente. Con $p < 0.05$.

Con base a la figura 9 del comportamiento de los valores de la fibra cruda en la pulpa de totumo de todos los tratamientos durante el proceso de ensilado, se evidencia que en los tratamientos de la pulpa de totumo verde, T₀ presenta diferencia estadísticamente significativa frente a los T₁ y T₂ y estos son iguales estadísticamente; lo que quiere decir que al determinar el porcentaje de fibra en la pulpa de totumo verde en cualquiera de sus tratamientos al menos el valor en porcentaje de la pulpa del T₀ sería diferente desde el punto de vista estadístico, y los valores de la pulpa de los T₁ y T₂ serían iguales desde el punto de vista estadístico.

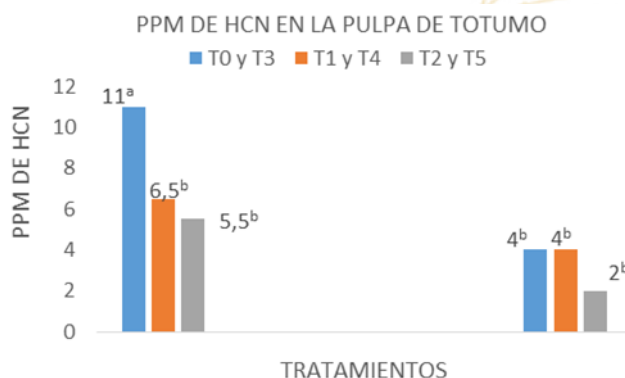
Los tratamientos de la pulpa de totumo maduro T₃, T₄ y T₅ son iguales estadísticamente; lo que quiere decir que al determinar el porcentaje de fibra en la pulpa de totumo maduro en cualquiera de sus tratamientos el valor sería el mismo desde el punto de vista estadístico.

En la figura 9, también se evidencia que, entre los tratamientos de la pulpa de totumo verde y los tratamientos de la pulpa de totumo maduro, solamente los T₁ y T₂ con porcentajes de 14.26 y 14.23 respectivamente, presentaron diferencias estadísticamente significativas frente a los demás tratamientos. Este comportamiento indica que, al determinar el porcentaje de fibra en cualquiera de los 6 tratamientos de la pulpa de totumo, al menos los porcentajes de la pulpa de los T₁ y T₂ serían diferentes desde el punto de vista estadístico; y los porcentajes de la pulpa de los T₀, T₃, T₄ y T₅ serían iguales desde el punto de vista estadístico.

Los únicos tratamientos que estadísticamente difieren significativamente de los demás son el T₁ y T₂, fueron los que arrojaron mayores concentraciones de fibra cruda, gracias a que el proceso del ensilado y secado tuvo efectos positivos.

El tratamiento que presentó mayor porcentaje fue el número 1 con 14,26 % y el de menor concentración fue el tratamiento número 3 con 9,43 %. Estos resultados son menores y difieren en 33 % con los resultados publicados por Montealegre, (2018). También, estos porcentajes se encuentran por encima de la concentración de fibra suministrado por el investigador Nwosu Ogbuagu, (2008). Estas características son diferentes precisamente por el tiempo, climatología y variedad del totumo utilizadas en las investigaciones comparadas. Porque se conoce que las características nutritivas del suelo, la estación del año y la técnica aplicada en los procesos de la investigación, afectan el desarrollo fisiológico y la calidad nutritiva de los frutos [7].

Figura 10. Comportamiento del HCN en la pulpa del totumo



a,b; Letras como superíndices diferentes e iguales en los valores de pH difieren e iguales estadísticamente respectivamente. Con $p < 0.05$.

La figura 10 del comportamiento del HCN en la pulpa del totumo de todos los tratamientos, evidencia que entre los tratamientos de la pulpa de totumo verde, T₀ presenta diferencia estadísticamente significativa frente a los T₁ y T₂ y estos son iguales estadísticamente, lo que quiere decir que al determinar la concentración de HCN en la pulpa de totumo verde en cualquiera de sus tratamientos al menos la concentración de la pulpa del T₀ sería diferente desde el punto de vista estadístico, y las concentraciones de la pulpa de los T₁ y T₂ serían iguales desde el punto de vista estadístico.

Los tratamientos de la pulpa de totumo maduro T₃, T₄ y T₅ son iguales estadísticamente; lo que quiere decir que al determinar la concentración de HCN en la pulpa de totumo maduro en cualquiera de sus tratamientos el valor estaría alrededor de la media siendo iguales desde el punto de vista estadístico.

En la figura 10, también se evidencia que, entre los tratamientos de la pulpa de totumo verde y los tratamientos de la pulpa de totumo maduro, solamente el T₀ con una concentración de 11 ppm presentó diferencia estadísticamente significativa frente a los demás tratamientos. Este comportamiento indica, que al determinar la concentración de HCN en cualquiera de los 6 tratamientos de la pulpa de totumo, al menos la concentración de la pulpa del T₀ sería diferente desde el punto de vista estadístico; y las concentraciones de la pulpa de los T₁, T₂, T₃, T₄ y T₅ serían iguales desde el punto de vista estadístico.

La figura 10 describe resultados en partes por millón por debajo de las concentraciones permitidas para la alimentación animal, publicadas por el diario de la comunidad europea en 1999. Los valores o ppm de Ácido Cianhídrico hallados por los investigadores Inoyama, Kaii y Nwosu Ogbuagu, están muy por encima de los encontrados en esta investigación.

Esta investigación en comparación con otras, marcó la diferencia, en la aplicación de las operaciones unitarias como fueron el estrujado y el ensilado que puso en mayor contacto el complejo enzimático-sustrato (glicosidas-glucogenos) generando mayor producción de HCN, al tiempo que la pulpa del totumo estrujada estuvo en contacto con el medio ambiente, evaporándose en parte el ácido a 27 0C [7]; sin embargo, también los estados de maduración de los frutos influyeron en la concentración del ácido cianhídrico, porque, los totumos no alcanzaron el normal desarrollo fisiológico, debido a la escasez de agua y las altas temperaturas[51].

Donde el tratamiento T₀ presentó el mayor contenido de HCN con 11 ppm siendo estadísticamente significativamente diferente al resto de los tratamientos.

Sin embargo, los tres primeros tratamientos fueron los que indicaron mayor concentración de ácidos, porque representan la pulpa de totumo en el estado de maduración 1, el cual se cosechó verde y en donde el proceso de maduración es menor, que el de los tres últimos tratamientos.

De los tratamientos 1, 2, 4 y 5 la técnica de ensilado, estrujado y secado, fue más eficiente en los T₄ y T₅ con 4 ppm y 2 ppm, que en los T₁ y T₂ que arrojaron 6.5 ppm y 5.5 ppm, de HCN respectivamente.

Teniendo en cuenta que el T₀ presento 11 ppm de HCN y T₂ terminó con 5.5 ppm de HCN, entonces hubo una reducción del 50 %. Mientras que T₃ arrojó 4 ppm de HCN y T₅ terminó con 2 ppm de HCN, obteniéndose una evaporación del 50 %.

El proceso de ensilado, estrujado y secado de la pulpa de totumo en sus dos estados de maduración arrojó resultados positivos, ya que se determinó pocas concentraciones de HCN. Estas técnicas utilizadas demostraron ser eficaces para disminuir el alto grado de toxicidad de frutos o la concentración de ácido cianhídrico.

4.2 LA COMPOSICIÓN MINERAL DE LA PULPA DEL TOTUMO PARA LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS

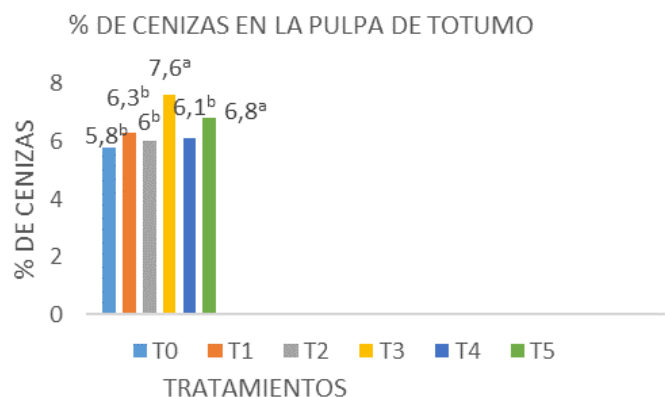
En la tabla 8 se relacionan los valores medios de los minerales en % y en mg/100g determinados por cada tratamiento y su respectiva valoración estadística.

Tabla 8. La Composición mineral de la pulpa del totumo para los diferentes tratamientos

Variables en base seca	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅
Ceniza (%)	5,80 ^b	6,30 ^b	6,00 ^b	7,60 ^a	6,10 ^b	6,80 ^a
SD	3.50	1.40	1.30	3.10	1.50	1.26
Sodio (mg/100g)	1,39 ^a	1,02 ^b	0,90 ^b	1,29 ^a	1,08 ^b	0,94 ^b
SD	2.50	1.30	1.10	1.60	1.18	1.05
Potasio (mg/100g)	0,47 ^a	0,19 ^b	0,13 ^b	0,40 ^a	0,20 ^b	0,15 ^b
SD	0.90	0.80	0.89	1.02	0.69	0.86
Calcio ((mg/100g)	0,32 ^a	0,21 ^b	0,17 ^b	0,38 ^a	0,25 ^b	0,18 ^b
SD	1.19	0.50	0.59	1.20	0.52	0.60
Fósforo ((mg/100g)	0,15 ^a	0,10 ^b	0,07 ^b	0,18 ^a	0,11 ^b	0,08 ^b
SD	0.39	0.20	0.29	0.32	0.26	0.25
Magnesio (mg/100g)	0,19 ^a	0,12 ^b	0,09 ^b	0,23 ^a	0,17 ^b	0,13 ^b
SD	0.35	0.25	0.28	0.45	0.30	0.26

Fuente: Propia, 2018

Figura 11. Comportamiento de la ceniza de la pulpa del totumo



a,b; Letras como superíndices diferentes e iguales en los valores de pH difieren e iguales estadísticamente respectivamente. Con $p < 0.05$.

En la figura 11 del comportamiento de la ceniza de la pulpa del totumo, se evidencia que los tratamientos de la pulpa de totumo verde, son iguales estadísticamente, lo que quiere decir que al determinar la concentración de ceniza en la pulpa de totumo verde en cualquiera de sus tratamientos de T₀, T₁ y T₂ el valor arrojado no marcaría frente a los demás diferencia estadísticamente.

Entre los tratamientos de la pulpa de totumo maduro T₃, T₄ y T₅, solo el T₄ presenta diferencia estadísticamente significativa frente a los demás; lo que quiere decir que, al determinar la concentración de ceniza en la pulpa de totumo maduro en cualquiera de sus tratamientos, al menos el valor del T₄ sería menor frente a los demás marcando diferencia desde el punto de vista estadístico. Y los T₃ y T₅, son iguales estadísticamente, indicando que, al determinar las concentraciones de ceniza en la pulpa de totumo maduro en cualquiera de los tratamientos, al menos los valores de T₃ y T₅ estarían alrededor de la media de los tratamientos, no marcando diferencia estadística significativa.

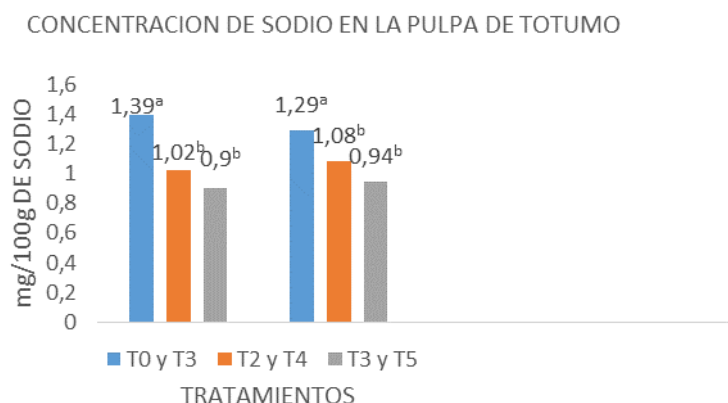
En la figura 11, también se evidencia que, entre los tratamientos de la pulpa de totumo verde y los tratamientos de la pulpa de totumo maduro, solamente los T₃ y T₅ con concentraciones en porcentajes de 7.6 y 6.8 respectivamente, presentaron diferencias estadísticamente significativas frente a los demás tratamientos. Este comportamiento indica que, al determinar la concentración de ceniza en cualquiera de los 6 tratamientos de la pulpa de totumo, al menos los porcentajes de la pulpa de los T₃ y T₅ serían mayores que el promedio, marcando diferencia desde el punto de vista estadístico; y las concentraciones de

la pulpa de los T₀, T₁, T₂ y T₅ serían cercanas al promedio siendo iguales desde el punto de vista estadístico.

Los tratamientos T₃ y T₅ presentaron los mayores porcentajes de ceniza diferenciándose estadísticamente del resto. Hubo mayor porcentaje de ceniza en el T₃ que es el de la pulpa estrujada más no ensilado ni secada de totumo maduro. Mientras que el T₀ tuvo el menor porcentaje de ceniza que es el de la pulpa ensilada, estrujada y secada al sol de totumo verde.

Entre los tratamientos secados al sol y al horno, el que mayor porcentaje (6,8) de ceniza presento fue T₅ y el de menor porcentaje (6,0) fue T₂. Estos resultados están en el rango establecido por la FAO en 1999; son menores y difieren en 9.7 % con los publicados por Montealegre, (2018); y son mayores que las concentraciones arrojadas por Nwosu 2008 y Rodríguez et al 2012. Estas diferencias están marcadas por la estación del año y la prolongada sequía en que fueron recolectadas las muestras; por las operaciones unitarias aplicadas en todo el proceso de ensilados de la investigación, donde podemos resaltar el estrujado de la pulpa junto a la semilla; también el estado de maduración de los frutos y el tiempo de ensilado de los totumos.

Figura 12. Comportamiento del sodio de la pulpa del totumo



a,b; Letras como superíndices diferentes e iguales en los valores de pH difieren e iguales estadísticamente respectivamente. Con $p < 0.05$.

La figura 12 del comportamiento del sodio de la pulpa del totumo reveló efectos interesantes según el tratamiento. Se evidencia que entre los tratamientos de la pulpa de totumo verde, solamente el T₀ presenta diferencia estadísticamente significativa frente a los

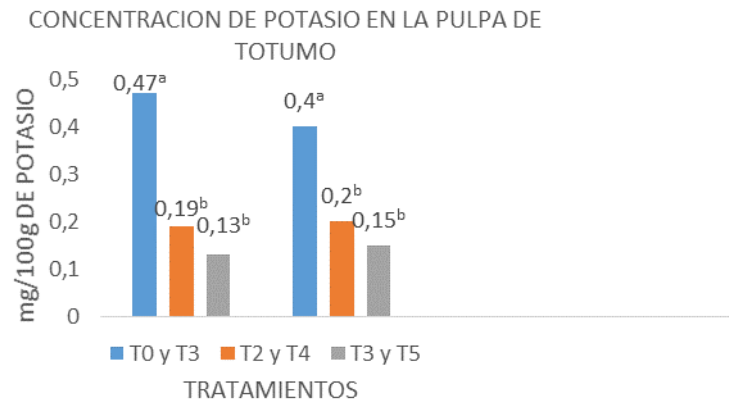
demás, lo que quiere decir que al determinar la concentración de sodio en la pulpa de totumo verde en cualquiera de sus tratamientos de T₀, T₁ y T₂, el valor de T₀ arrojado sería superior al promedio, marcando diferencia estadísticamente significativa; y figura 12 también arrojó que los T₁ y T₂ son iguales estadísticamente, lo que quiere decir que al determinar las concentraciones de sodio en los tratamientos de la pulpa de totumo verde, los valores en porcentaje de T₁ y T₂ serían los únicos que están alrededor de la media de los T₀, T₁ y T₂ no marcando diferencia estadísticamente.

Entre los tratamientos de la pulpa de totumo maduro T₃, T₄ y T₅, solo el T₃ presenta diferencia estadísticamente significativa frente a los demás; lo que quiere decir que, al determinar la concentración de sodio en la pulpa de totumo maduro en cualquiera de sus tratamientos, al menos el valor del T₃ sería mayor frente a los demás marcando diferencia desde el punto de vista estadístico. Y los T₄ y T₅, son iguales estadísticamente, indicando que, al determinar las concentraciones de sodio en la pulpa de totumo maduro en cualquiera de los tratamientos, al menos los valores de T₄ y T₅ estarían alrededor de la media de los tratamientos, no marcando diferencia estadística significativa.

En la figura 12, también se evidencia que, entre los tratamientos de la pulpa de totumo verde y los tratamientos de la pulpa de totumo maduro, solamente los T₀ y T₃ con concentraciones en porcentajes de 1.39 y 1.29 respectivamente, presentaron diferencias estadísticamente significativas frente a los demás tratamientos. Este comportamiento indica que, al determinar la concentración de sodio en cualquiera de los 6 tratamientos de la pulpa de totumo, al menos los porcentajes de la pulpa de los T₀ y T₃ serían mayores que el promedio, marcando diferencia desde el punto de vista estadístico; y las concentraciones de la pulpa de los T₁, T₂, T₄ y T₅ serían cercanas al promedio siendo iguales desde el punto de vista estadístico.

El T₀ y T₃ fueron los que obtuvieron mayor cantidad de Sodio, diferenciándose estadísticamente del resto de los tratamientos. Tanto en los tres primeros tratamientos como en los tres últimos la concentración del mineral se redujo, esto se presentó porque el secado al sol y al horno afectó dichas concentraciones. La mayor concentración (1.39 mg / 100 g) de este mineral se presentó en el T₀ y la menor (0.9 mg / 100 g) en el tratamiento número 2.

Figura 13. Comportamiento del potasio de la pulpa del totumo



a,b; Letras como superíndices diferentes e iguales en los valores de pH difieren e iguales estadísticamente respectivamente. Con $p < 0.05$.

La figura 13 del comportamiento del Potasio de la pulpa del totumo reveló concentraciones diferentes del Potasio según el tratamiento. Se evidencia que entre los tratamientos de la pulpa de totumo verde, solamente el T₀ presenta diferencia estadísticamente significativa frente a los demás, lo que quiere decir que al determinar la concentración de potasio en la pulpa de totumo verde en cualquiera de sus tratamientos de T₀, T₁ y T₂, el valor de T₀ arrojado sería superior al promedio, marcando diferencia estadísticamente significativa; y la figura 13 también arrojó que los T₁ y T₂ son iguales estadísticamente, lo que quiere decir que al determinar las concentraciones de potasio en los tratamientos de la pulpa de totumo verde, los valores en porcentaje de T₁ y T₂ serían los únicos que están alrededor de la media de los T₀, T₁ y T₂ no marcando diferencia estadísticamente.

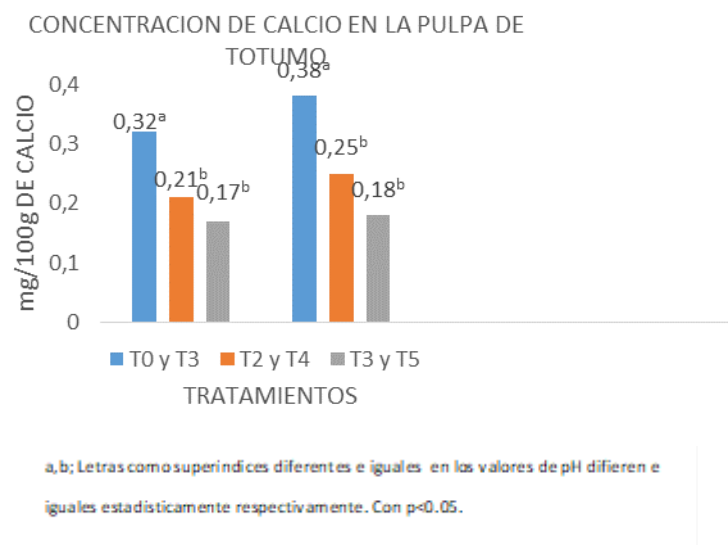
Entre los tratamientos de la pulpa de totumo maduro T₃, T₄ y T₅, solo el T₃ presenta diferencia estadísticamente significativa frente a los demás; lo que quiere decir que, al determinar la concentración de potasio en la pulpa de totumo maduro en cualquiera de sus tratamientos, al menos el valor del T₃ sería mayor frente a los demás marcando diferencia desde el punto de vista estadístico. Y los T₄ y T₅, son iguales estadísticamente, indicando que, al determinar las concentraciones de que, entre los tratamientos de la pulpa de totumo verde y los tratamientos de la pulpa de totumo maduro, solamente los T₀ y T₃ con concentraciones en porcentajes de 0.47 y 0.4 respectivamente, presentaron diferencias estadísticamente significativas frente a los demás tratamientos. Este comportamiento indica

que, al determinar la concentración de potasio en cualquiera de los 6 tratamientos de la pulpa de totumo, al menos los porcentajes de la pulpa de los T₀ y T₃ serían mayores que el promedio, marcando diferencia desde el punto de vista estadístico; y las concentraciones de la pulpa de los T₁, T₂, T₄ y T₅ serían cercanas al promedio siendo iguales desde el punto de vista estadístico.

El T₀ y T₃ fueron los que obtuvieron mayor cantidad de Potasio, diferenciándose estadísticamente del resto de los tratamientos. El tratamiento T₀ fue el que presentó mayor concentración de Potasio y el de menor concentración fue el T₂, esto se debió a que el ensilado, estrujado y secado de la pulpa al horno no favorecieron al mineral.

Los dos tratamientos que no se ensilaron ni se secaron, fueron los que presentaron mayor concentración. Además, estos valores de potasio están por debajo del rango arrojado por la investigación de nwsu 2008; Botero y Rodríguez, (2016); Montealegre 2018. Estas diferencias de resultados se presentaron porque en esta investigación los frutos utilizados se recolectaron de cultivos silvestres en época de sequía y altas temperaturas, impidiendo esto, el normal desarrollo fisiológico de los totumos y el buen proceso genético de incorporación de minerales [55].

Figura 14. Comportamiento del calcio de la pulpa del totumo



La figura 14 del comportamiento del calcio de la pulpa del totumo se evidencia que entre los tratamientos de la pulpa de totumo verde, solamente el T₀ presenta diferencia

estadísticamente significativa frente a los demás, lo que quiere decir que al determinar la concentración de calcio en la pulpa de totumo verde en cualquiera de sus tratamientos de T₀, T₁ y T₂, el valor de T₀ arrojado sería superior al promedio, marcando diferencia estadísticamente significativa; y la figura 14 también arrojó que los T₁ y T₂ son iguales estadísticamente, lo que quiere decir que al determinar las concentraciones de calcio en los tratamientos de la pulpa de totumo verde, los valores en porcentaje de T₁ y T₂ serían los únicos que estarían alrededor de la media de los T₀, T₁ y T₂ no marcando diferencia estadísticamente.

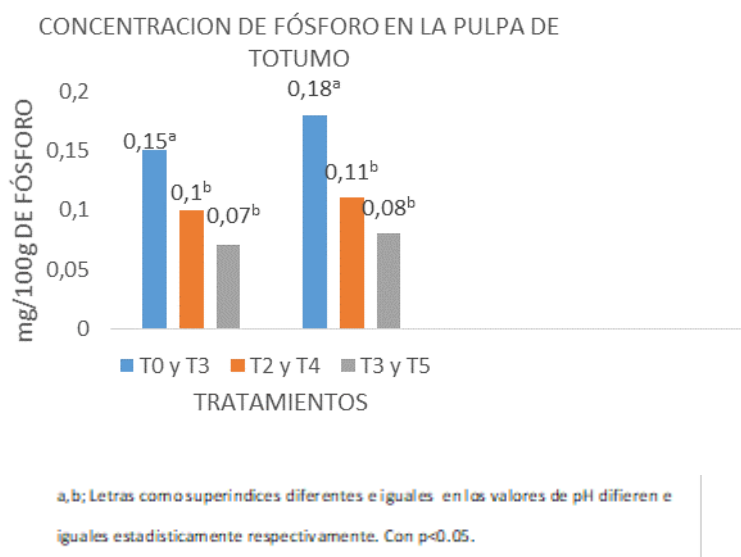
Entre los tratamientos de la pulpa de totumo maduro T₃, T₄ y T₅, solo el T₃ presenta diferencia estadísticamente significativa frente a los demás; lo que quiere decir que, al determinar la concentración de calcio en la pulpa de totumo maduro en cualquiera de sus tratamientos, al menos el valor del T₃ sería mayor frente a los demás marcando diferencia desde el punto de vista estadístico. Y los T₄ y T₅, son iguales estadísticamente, indicando que, al determinar las concentraciones de calcio en la pulpa de totumo maduro en cualquiera de los tratamientos, al menos los valores de T₄ y T₅ estarían alrededor de la media de los tratamientos, no marcando diferencia estadística significativa.

En la figura 14, también se evidencia que, entre los tratamientos de la pulpa de totumo verde y los tratamientos de la pulpa de totumo maduro, solamente los T₀ y T₃ con concentraciones en porcentajes de 0.38 y 0.32 respectivamente, presentaron diferencias estadísticamente significativas frente a los demás tratamientos. Este comportamiento indica que, al determinar la concentración de calcio en cualquiera de los 6 tratamientos de la pulpa de totumo, al menos los porcentajes de la pulpa de los T₀ y T₃ serían mayores que el promedio, marcando diferencia desde el punto de vista estadístico; y las concentraciones de la pulpa de los T₁, T₂, T₄ y T₅ serían cercanas al promedio siendo iguales desde el punto de vista estadístico.

La figura 14 también reveló el T₀ y T₃ como los tratamientos que difieren estadísticamente de los demás y presentaron las mayores concentraciones; 0,38 y 0,32 mg de calcio / 100 g de muestra seca, respectivamente; mientras que los de menor concentración fueron los tratamientos 2 y 5. Estos resultados son mayores que los publicados por Montealegre, (2018) y difieren en 71.1 %.

El proceso de ensilado y secado, afectó las concentraciones de calcio, ya que se redujeron en los T₁ y T₂, como también en los T₄ y T₅. Estos datos están por debajo de los valores arrojados por la investigación de Botero y de la Ossa, (2011); esta diferencia se presentó por la época en que se cosechó el totumo para dichos estudios y se sabe que la sequía y las altas temperaturas afectan el desarrollo fisiológico y la calidad nutricional de los frutos [51]. También las operaciones de estrujados, secados y ensilados demostraron en la investigación que afectan las concentraciones de los minerales. Y estas técnicas que no las utilizaron en los otros estudios fueron las que también marcaron diferencias.

Figura 15. Comportamiento del fósforo de la pulpa del totumo



La figura 15 del comportamiento del Fósforo de la pulpa del totumo evidencia que entre los tratamientos de la pulpa de totumo verde, solamente el T₀ presenta diferencia estadísticamente significativa frente a los demás, lo que quiere decir que al determinar la concentración de fósforo en la pulpa de totumo verde en cualquiera de sus tratamientos de T₀, T₁ y T₂, el valor de T₀ arrojado sería superior al promedio, marcando diferencia estadísticamente significativa; y la figura 15 también arrojó que los T₁ y T₂ son iguales estadísticamente, lo que quiere decir que al determinar las concentraciones de fósforo en los tratamientos de la pulpa de totumo verde, los valores en porcentaje de T₁ y T₂ serían los únicos que estarían alrededor de la media de los T₀, T₁ y T₂ no marcando diferencia estadísticamente.

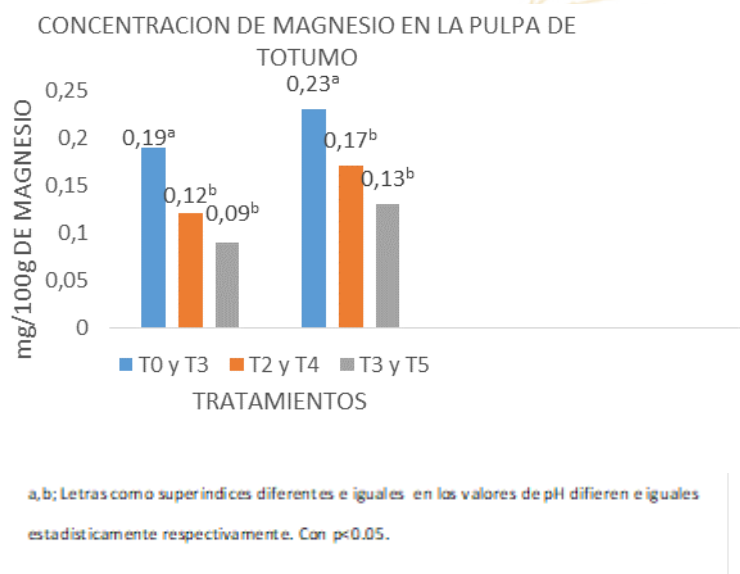
Entre los tratamientos de la pulpa de totumo maduro T₃, T₄ y T₅, solo el T₃ presenta diferencia estadísticamente significativa frente a los demás; lo que quiere decir que, al determinar la concentración de fósforo en la pulpa de totumo maduro en cualquiera de sus tratamientos, al menos el valor del T₃ sería mayor frente a los demás marcando diferencia desde el punto de vista estadístico. Y los T₄ y T₅, son iguales estadísticamente, indicando que, al determinar las concentraciones de fósforo en la pulpa de totumo maduro en cualquiera de los tratamientos, al menos los valores de T₄ y T₅ estarían alrededor de la media de los tratamientos, no marcando diferencia estadística significativa.

En la figura 15, también se evidencia que, entre los tratamientos de la pulpa de totumo verde y los tratamientos de la pulpa de totumo maduro, solamente los T₀ y T₃ con concentraciones en porcentajes de 0.15 y 0.18 respectivamente, presentaron diferencias estadísticamente significativas frente a los demás tratamientos. Este comportamiento indica que, al determinar la concentración de fósforo en cualquiera de los 6 tratamientos de la pulpa de totumo, al menos los porcentajes de la pulpa de los T₀ y T₃ serían mayores que el promedio, marcando diferencia desde el punto de vista estadístico; y las concentraciones de la pulpa de los T₁, T₂, T₄ y T₅ serían cercanas al promedio siendo iguales desde el punto de vista estadístico.

La figura 15 también reveló el T₀ y T₃ como los tratamientos que dieran estadísticamente de los demás y fueron los tratamientos que presentaron mayores concentraciones; 0,18 y 0,15 mg de fósforo / 100 g de muestra seca, respectivamente; mientras que los de menor concentración fueron los tratamientos 2 y 5. Estos resultados son diferentes a los publicados por Montealegre, (2018), y difieren solo en 5.3 %.

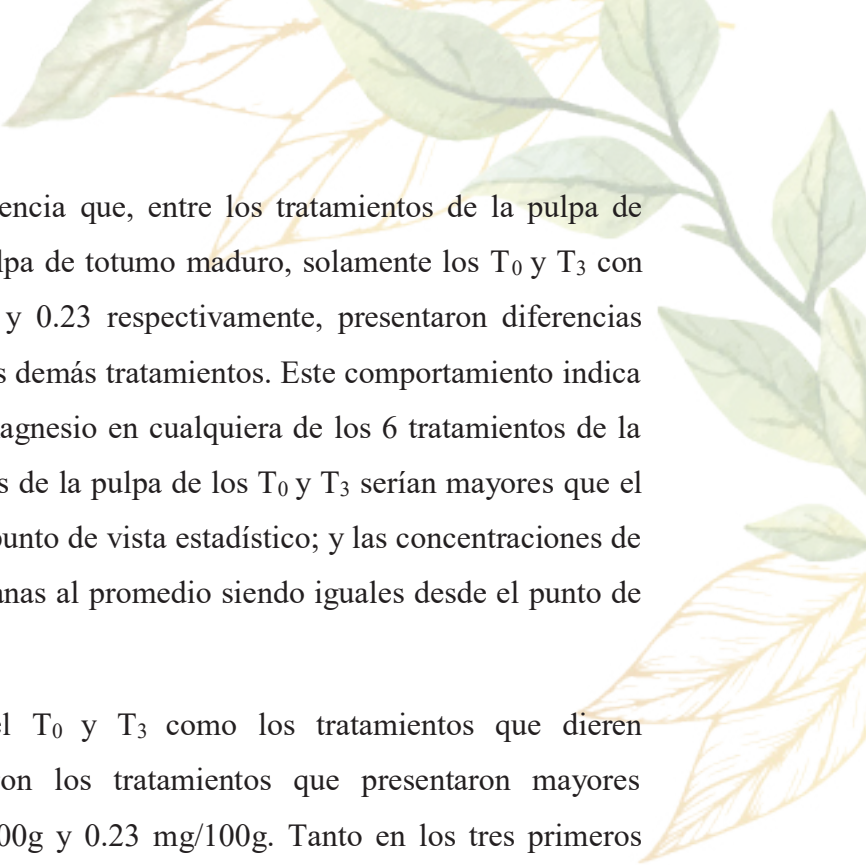
El proceso de ensilado y secado, afectó las concentraciones de fósforo, ya que se redujeron en los T₁ y T₂, como también en los T₄ y T₅.

Figura 16. Comportamiento del magnesio de la pulpa del totumo



La figura 16 del comportamiento del Magnesio de la pulpa del totumo evidencia que entre los tratamientos de la pulpa de totumo verde, solamente el T₀ presenta diferencia estadísticamente significativa frente a los demás, lo que quiere decir que al determinar la concentración de magnesio en la pulpa de totumo verde en cualquiera de sus tratamientos de T₀, T₁ y T₂, el valor de T₀ arrojado sería superior al promedio, marcando diferencia estadísticamente significativa; y figura 16 también arrojó que los T₁ y T₂ son iguales estadísticamente, lo que quiere decir que al determinar las concentraciones de sodio en los tratamientos de la pulpa de totumo verde, los valores en porcentaje de T₁ y T₂ serían los únicos que estarían alrededor de la media de los T₀, T₁ y T₂ no marcando diferencia estadísticamente.

Entre los tratamientos de la pulpa de totumo maduro T₃, T₄ y T₅, solo el T₃ presenta diferencia estadísticamente significativa frente a los demás; lo que quiere decir que, al determinar la concentración de magnesio en la pulpa de totumo maduro en cualquiera de sus tratamientos, al menos el valor del T₃ sería mayor frente a los demás marcando diferencia desde el punto de vista estadístico. Y los T₄ y T₅, son iguales estadísticamente, indicando que, al determinar las concentraciones de magnesio en la pulpa de totumo maduro en cualquiera de los tratamientos, al menos los valores de T₄ y T₅ estarían alrededor de la media de los tratamientos, no marcando diferencia estadística significativa.



En la figura 16, también se evidencia que, entre los tratamientos de la pulpa de totumo verde y los tratamientos de la pulpa de totumo maduro, solamente los T₀ y T₃ con concentraciones en porcentajes de 1.19 y 0.23 respectivamente, presentaron diferencias estadísticamente significativas frente a los demás tratamientos. Este comportamiento indica que, al determinar la concentración de magnesio en cualquiera de los 6 tratamientos de la pulpa de totumo, al menos los porcentajes de la pulpa de los T₀ y T₃ serían mayores que el promedio, marcando diferencia desde el punto de vista estadístico; y las concentraciones de la pulpa de los T₁, T₂, T₄ y T₅ serían cercanas al promedio siendo iguales desde el punto de vista estadístico.

La figura 16 también reveló el T₀ y T₃ como los tratamientos que dieron estadísticamente de los demás y fueron los tratamientos que presentaron mayores concentraciones de magnesio 0.19 mg/100g y 0.23 mg/100g. Tanto en los tres primeros tratamientos como en los tres últimos, las concentraciones del mineral se redujeron, esto se presentó porque el secado al sol y al horno afectó de forma negativa dichas concentraciones. La mayor concentración (0.23 mg / 100 g) de este mineral se presentó en el T₃ y la menor (0.09 mg / 100 g) en el tratamiento número 2.

Hubo en promedio mayor concentración de minerales en la pulpa de totumo maduro, que en la pulpa de totumo de verde.

CONCLUSIONES

El proceso de ensilado, estrujado y secado de la pulpa de totumo en sus dos estados de maduración (Verde y Maduro) arrojó resultados positivos, ya que se determinaron pocas concentraciones de HCN. Desde el punto de vista nutricional la pulpa del totumo maduro, con ocho días de ensilado, estrujada y secada al horno se considera como la alternativa más conveniente para alimentación bovina por presentar los mayores contenidos de proteínas y minerales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1]. Acevedo, D. y J. Garmendia. 1994. Efecto de la suplementación mineral y de la proteína sobrepasante sobre el crecimiento de ganado de carne pastoreando sabanas naturales. Índice Venezolano de Investigaciones en Producción Animal. 1(2) 001.

[2]. Aii, T. 1973. El uso de forraje de sorgo IV.HCN contenido en el forraje de sorgo. J.Jap. Soc. Grsld. Sci. 19 (4): 333-340

[3]. Amaya H. Horchatas elaboradas en El Salvador. San Salvador, Imprenta Nacional. 986;pp. 23-32.

[4]. A Nelson, Seinberg M y Wei L. Illinois process for preparation of soymilk. J Food Sci. 1976.; 41: 57-61.

[5]. Arango, Especies del género *Crescentia* (Totumos, Taparas, Jícaros), Familia Bignoniáceas y su distribución en América tropical. (2004).

[6]. Araujo Fuente Maira y Rosado Parodi Yeidy. (2009). Evaluación de bloques nutricionales a partir de totumo suministrado como suplemento en la alimentación de bovinos en la etapa de levante en el municipio de Fonseca-Guajira. Hemeroteca de la universidad popular del cesar, Valledupar, departamento del cesar, Colombia.

[7]. Badui Jergal Salvador. Química de los alimentos, editorial alambra, México 1993.

[8]. Barreto Gezenia y Víctor Piña, integrantes del Centro de Ciencia, Tecnología y Educación Ambiental (CCTEA). Totumo Como Hidratante Para El Cabello.

[9]. Barros Jimenez Ana; Sarmiento Murgas Karina y Zuleta Maestre Juan. 2010. Evaluación del efecto antimicrobiano de polifenoles presentes en el extracto de pulpa de totumo sobre *Staphylococcus aureus* y *Escherichia coli*. Hemeroteca de Universidad popular del cesar, departamento del cesar, Colombia.

[10] Bravo Alonzo Elvys Elias, Vélez Pazmiño, Evelyn Lisbeth Tesis Efecto de la temperatura y adición de ácido ascórbico en el pardeamiento enzimático de la pulpa de mate (*Crescentia cujete*). Centro de Información Bibliotecario de la Escuela Superior Politécnica

Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López Editorial Calceta: Espam, 2016, 63 p. Ecuador.<http://repositorio.espam.edu.ec/handle/42000/265>.

[10]. Bretschneider Gustavo, Juan Mattera y Eloy Salado. Intoxicación del Ganado con Ácido Cianhídrico. INTA, Estación Experimental Agropecuaria Rafaela, Santa Fe, Argentina. 2009.

[11] Botero Luz M. y De La Ossa Jaime; Consumo suplementario de ensilaje salino de frutos maduros de Totumo (*Crescentia cujete*) en ganado vacuno de doble propósito, Universidad de Sucre. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Grupo Biodiversidad Tropical, Colombia. Zootecnia Tropical versión impresa ISSN 0798-7269 Zootecnia Trop. v.29 n.3 Maracay sep. 2011.

[12] Botero Montoya C y Rodríguez M, (2016) CIPAV. Ensilaje salino del totumo, con frutos maduros macerado con semillas y adicionando una porción de 1% de sal por 30 días. Finca la Florida – Pinto –Magdalena.

[13]. Cabrera R. Isidoro . Las plantas y sus usos en las islas de Providencia y Santa Catalina, Valle del cauca ,2005.

[14]. Carmona Agudelo Juan Carlos. Revista lasallista de Investigación, Efectos de la utilización de Arbóreas y arbustivas forrajeras sobre la dinámica digestiva en Bovinos, Antioquia Colombia 2007,

[15]. Chicco, C.F. y S. Godoy. 1996. Estrategias para la suplementación mineral de los bovinos de carne a pastoreo.

[16]. Cordero J. y Boshier D.H. Arboles de centro américa. Instituto Oxford Forestry. Octubre 2003. Costa rica.

[17]. Diario Oficial de las Comunidades Europeas, DIRECTIVA 1999/29/CE DEL CONSEJO de 22 de abril de 1999, relativa a las sustancias y productos indeseables en la alimentación animal.

[18].Docencia.izt.uam.mx/elbm/233248/material_adicional/maduracion.ppt

[19]. Fao, Departamento de Agricultura, Uso del ensilaje en el trópico privilegiando opciones para pequeños campesinos.1999.

[20]. Espitia-Baena Jorge Eliecer, Harriette del Rosario Duran-Sandoval, Jaime Fandiño-Franky, Fredyc Díaz-Castillo, Harold Alberto Gómez-Estrada Química y biología del extracto etanólico del epicarpio de *Crescentia cujete* L. (totumo). Universidad de Cartagena. Cartagena, Colombia. Rev cubana Plant Med vol.16 no.4 Ciudad de la Habana oct.-dic. 2011.

[21]. Florez Avendaño Edwin. (2012). Evaluación de la pulpa de totumo (*crescentia cujete*) ensilada en dos estados de maduración como alternativa en la alimentación bovina. Revista temas agrarios, ISSN: 0122-7610, Volumen 17. Facultad de ciencias agrícolas UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA.

[22]. González-Gómez J C, A Ayala-Burgos* Y E Gutiérrez-Vázquez, Especies forrajeras identificadas taxonómicamente, Determinación De Fenoles Totales Y Taninos Condensados En Especies Arbóreas Con Potencial Forrajero De La Región De Tierra Caliente Michoacán, México,

[23]. Gómez-Brenes R, Contreras I, Fernández B, Braham E y Bressani R. Estudios sobre la separación de la semilla de morro o jícara (*Crescentia alata*). Arch Latinoamer Nutr 1980;30: 336-352.

[24]. Gómez-Brenes R, Contreras I, Braham J y Bressani R. Evaluación química de harinas de morro o jícara (*Crescentia alata*) preparadas por ensilaje y/o deshidratación. Arch Latinoamer Nutr 1973; 30:253-256.

[25]. Gómez-Brenes R y Bressani R. Evaluación nutricional del aceite y de la torta de la semilla de jícara o morro (*Crescentia alata*). Arch Latinoamer Nutr 1973;23: 225-243.

[26]. Gutiérrez Tabares Juan Carlos y Charris Ramírez Julieth Tatiana. 2009. Evaluación de lotes de ganado porcino (*landrace x pietran*) en etapa de levante, alimentados con harina de pulpa de totumo (*crescentia cujete l*), en el municipio de Valledupar, Cesar, Colombia.

[27].Herbaria.plants.ox.ac.uk/adc/downloads/capitulos_especies_y_anexos/crescentia_alata.pdf.

[28]. Hunt, B. and A. Taylor.1976. Hydrogen cyanide production by field grown sorghums. N. Zel. J. of Exp. Agr. 4 (1) 191 194. Herbage Abst. 1977. 49 (4).

[29]. Inuyama, S. and M. Kaji. 1969. Transition of the hydrocyanic acid content in the different parts of forage sorghum. J. Jap. Soc. Grsld. Sci. Herbage Abst. 1971 43(2).

[30]. Kaneko Etsuo, Kazuhiro Ohtani, Ryoji KASAI, Kazuo Yamasaki * y Nguyen Minh dúctil, n-alquilo glucósidos y p-HYDROXYBENZOYLOXY GLUCOSA A partir de frutas de *Crescentia cujete*, Instituto de Ciencias Farmacéuticas, Universidad de Hiroshima Facultad de Medicina, 1997.

[31]. Karsten Jochims. Comunicación personal. Nicaragua. Email jicarosa@gmx.net, C. Alata.

[32]. Liogier, H. A.: Plantas medicinales de Puerto Rico y del Caribe. San Juan. Iberoamericana de ediciones, 1990: 566.

[33]. Martínez-González, Mónica Elizabeth; Balois-Morales, Rosendo; Alia-Tejagal, Irán; Cortes -Cruz, Moises Alberto; Palomino-Hermosillo, Yolotzin Apatzingan; López-Gúzman, Graciela Guadalupe Poscosecha de frutos: maduración y cambios bioquímicos Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, núm. 19, noviembre-diciembre, 2017, pp. 40754087 Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias Estado de México, México

[34]. Medina, J.M. y Reyes, J.E. (1993). Consumo y ganancia de peso en caprinos jóvenes alimentados con follaje de guácimo (*Guazuma ulmifolia*) y fruto de jícaro (*Crescentia alata*). In: Il seminario centroamericano y del Caribe sobre agroforestería y rumiantes menores. Memorias, vol. 2. INA, San José, Costa Rica. Pp. 28-37.

[35]. Mendieta Silva R. Evaluación química y nutricional de la pulpa y semilla del fruto de morro, sometido al proceso de secado en horno. Tesis Magister Scientifcae, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. INCAP/CESNA. Guatemala, 1988;44.pp.

[36]. Mendoza Sierra Willian y Suarez Pereira Adriana. Estandarización del proceso de elaboración de champú a partir del extracto de la pulpa de totumo en el municipio de

Valledupar Cesar, Colombia. Hemeroteca de la Universidad popular del cesar, programa de ingeniería agroindustrial. 2009.

[37]. Meyrat A. Pruebas preliminares de siembra directa de jícara (*Crescentia alata*) en sabana de vertisol. Nicaragua, Documento no publicado. 1985.

[38]. Miles, W. y L.R. McDowell. 1983. Mineral deficiencies in the llanos rangeland of Colombia. *World Animal Review*. 46:2.

[39]. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Fedegan - Fng, Corpoica y Cipav, alternativas para enfrentar una sequía prolongada en la ganadería colombiana, Bogota – Colombia, 2006.

[40] Montealegre Olivares James Eduardo. Estado del arte de la utilización del totumo (*Crescentia cujete* l) como alternativa para la alimentación del ganado bovino Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Escuela de ciencias agrícolas, pecuarias y del medio ambiente programa de zootecnia. Monografía. 2018. Girardot. <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/17745>.

[41]. Montoya Sarmiento Andres y Villazon Añez Raul. Evaluación del extracto de la pulpa de totumo maduro cultivado en la ciudad de Valledupar como colorante natural de tejidos. Hemeroteca de la universidad popular del cesar, Departamento del cesar, Colombia. 2012.

[42]. Murgueitio Enrique y Muhammad Ibrahim, Fundación CIPAV. Cali. Colombia. CATIE. Costa Rica. XII Congreso Venezolano de producción e industria animal. Conferencia Ganadería y Medio ambiente en América Latina. 2004.

[43]. Nwosu Ogbuagu Marc; The Nutritive and Anti-Nutritive Compositions of Calabash (*Crescentia cujete*) Fruit Pulp. Nigeria, 2008.

[44]. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. Edited by S. Williams. Published by the i AOAC, Inc. USA 1990;1015 p.

[45]. Osechas, Ventura Y Del Villar (1994) Valor nutritivo y contenido de ácido cianhídrico del sorgo Yucatán (*Sorghum bicolor* L. Moench) a diferentes semanas de edad.

[46]. Oyuela C Nelson Enrique. Agr. . El Jícaro, Suplemento Proteínico Para El Ganado En La Zona Sur De Honduras. 2004.

[47]. Pacheco Leidys. Implementación de un plan de alimentación mediante la suplementación de la pulpa de totumo (*Crescentia Cujete l*) como alternativa alimenticia en cordera de levante de la empresa rebaño berraca para mejorar la ganancia de peso diaria, en el municipio de puerto escondido- córdoba. Universidad francisco de paula Santander Ocaña facultad de ciencias agrarias y del ambiente plan de estudios de zootecnia Ocaña, n.s. - Colombia octubre de 2016.

[48]. Pascal Leterme a, Andre' Buldgen b, Fernando Estrada a, Angela M. Londoño a, Mineral Content Of Tropical Fruits And Unconventional Foods Of The Andes And The Rain Forest Of Colombia, 2005.

[49]. Pérez Castellón, E.E. Análisis de la producción de semilla y componentes del rendimiento del jícaro (*Crescentia alata* HBK) en ocho localidades de Nicaragua. Tesis. Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias, Managua, Nicaragua. 1986.

[50]. Peter j. Hernes 1, y Juan i. Hedges Taninos de corteza de firmas, agujas, hojas, piñas, y de la madera a nivel molecular Escuela de Oceanografía de la Universidad de Washington, Seattle, WA 98195-7940, EE.UU. 2004.

[51] Palomino-Hermosillo, Yolotzin Apatzingan; Martínez-González, Mónica Elizabeth; Balois-Morales, Rosendo; Alia-Tejacal, Irán; Cortes -Cruz, Moises Alberto; López-Gúzman, Graciela Guadalupe Poscosecha de frutos: maduración y cambios bioquímicos Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, núm. 19, noviembre-diciembre, 2017, pp. 40754087 Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias Estado de México, México

[52] Yahoska Raquel Reyes Picado. Br. Ana Lilliethe Torres Larios. Evaluación de las condiciones de Buenas Prácticas de Manufacturas y elaboración de cartas tecnológicas para el proceso de obtención de semilla de jícaro (*Crescentia alata*, HBK) en las comunidades de Cayanlipe, el Bonete, Tecuaname y los Zarzales. Universidad Nacional Autónoma De UNAN-LEÓN (2014) Facultad de Ciencias Químicas Ingeniería de Alimentos. Nicaragua.

[53]. Reyna de Aguilar, M.L. El Morro (*Crescentia alata* Kunth.). *Pankia* 10 (3), pp. 3-6. Jardín Botánico La Laguna, El Salvador. 1991.

[54] David Rodríguez M, Calle Zoraida, M. R, y Hernán Montoya E. (2012). CIPAV. El totumo Árbol de las Américas para la ganadería Moderna; Colombia: Carta Fedegan N^o 122.

[55] F. Romojaro, F. B. Flores, M. I. Egea, P. SánchezBel., M. C. Martínez-Madrid, F. Ribas y M.J. Cabello. Factores precosecha que afectan a la calidad de frutas y hortalizas. 17^o Symposium Internacional, Revista PITHOMA, Número de Edición 189, Mayo 2007. La Mancha- España.

[56] *Alberto Valencia Castillo, Antonio Hernández Beltrán y Lorena López de Buen*, El ensilaje: ¿qué es y para qué sirve? Revista de divulgación científica y tecnológica de la universidad veracruzana, edición Mayo•Agosto de 2011 Volumen XXIV Número 2, México.

[57]. Villarroel Bastidas, José. Evaluación de las características físico-químicas de *Crescentia cujete* (TOTUMO) de diferentes zonas de la provincia de Los Ríos, con la finalidad de proponer su aprovechamiento agroindustrial, Quevedo. UTEQ. 103 p. 2015.

[58]. Wedler, Alimentos Suplementarios Para Peces, 1998.

[59]. Zamora, S., García, J., Bonilla, G., Aguilar, H., Harvey, C., Ibrahim, M. (2001). Cómo utilizar los frutos de guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*), guácimo (*Guazuma ulmifolia*), genízaro (*Pithecellobium saman*) y jícaro (*Crescentia alata*) en alimentación animal? *Agrofestería en las Américas* 8 (31): 45-49.

