



vista
SSN:



Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado"
Decanato de Agronomía
Programa de Ingeniería Agroindustrial
Científica A.S.A
2343-6115 Depósito Legal No ppl201302LA4406

EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS, MICROBIOLÓGICAS, SENSORIALES Y FUNCIONALES DE HARINAS DE MAÍZ (*Zea mays*) OBTENIDAS POR PROCESOS ARTESANALES DE NIXTAMALIZACIÓN

Olaechea Jorge, Chaparro Luis

Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado. Decanato de Agronomía. Programa de Ingeniería Agroindustrial. Barquisimeto, Venezuela. e-mail: j_olaechea@outlook.com, luischaparro@ucla.edu.ve

ASA/EX 2020-02

Recibido: 15-12-2019

Aceptado: 10-03-2020

RESUMEN

La harina de maíz (*Zea mays*) es uno de los principales rubros alimentarios consumidos en Venezuela, que a pesar de su preferencia a nivel de consumo, es afectada por diversos factores económicos que reducen su disponibilidad en anaqueles. Ante esta disminución y el auge de productos artesanales carentes de calidad comercial, se evaluaron las características físico-químicas, microbiológicas, sensoriales y funcionales de harinas obtenidas por procesos artesanales de nixtamalización. Para esto, se desarrollaron cuatro formulaciones variando el tiempo de cocción (1,5 y 2 h) y el tiempo de reposo (12 y 24 h) mediante un proceso de nixtamalización convencional. Se evaluaron los índices de absorción y solubilidad en agua así como el pH en las 4 formulaciones, y se seleccionó la formulación (H1) con un tiempo de cocción de 1,5 h y reposo de 12:00 h, por poseer las mejores propiedades funcionales (I.A.A= 4,130g/g; I.S.A=5,00 %; pH=6,19). Se evaluaron sus propiedades físicoquímicas y calidad microbiológica, presentando resultados aceptables comparados con las normativas correspondientes. Además se evaluó la aceptabilidad sensorial mediante una escala hedónica de 5 puntos, evaluando la textura, amasabilidad, olor, color y sabor entre (H1) y una harina comercial. La aceptabilidad de (H1) varió entre 4,0 y 5,0 y el producto evaluado presentó características sensoriales agradables, sin diferencias significativas respecto a la textura, amasabilidad y olor, resaltando el color y sabor del mismo, presentando así un método alternativo de elaboración de este producto con propiedades físico-químicas, funcionales, sensoriales y calidad microbiológica aceptable para el consumo.

Palabras clave: Nixtamalización, harina, proceso, maíz, evaluación



vista
SSN:



Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado"
Decanato de Agronomía
Programa de Ingeniería Agroindustrial
Científica A.S.A
2343-6115 Depósito Legal No ppl201302LA4406

EVALUATION OF THE PHYSICAL-CHEMICAL, MICROBIOLOGICAL, SENSORY AND FUNCTIONAL PROPERTIES OF MAIZE FLOURS (*Zea mays*) OBTAINED BY HANDMADE PROCESS OF NIXTAMALIZATION

Olaechea Jorge, Chaparro Luis

ABSTRACT

Maize flour (*Zea mays*) is one of the principals food items consumed in Venezuela that in spite of its preference at the consumed level, is affected by a diversity of economics factors that reduce its availability in commercial shelves. Before this decrease and the boom of handmade products without commercial quality, it was evaluated the physical-chemical, microbiological, sensory and functional properties of maize flours obtained by handmade process of nixtamalization. For this, there were developed 4 formulations with variations in their cooking time (1.5 and 2 h) and resting time (12 and 24 h) through a conventional nixtamalization process. It was evaluated the water absorption index and water solubility index as well as the pH in the four formulations, and it was chosen the formulation (H1) with a cooking time of 1.5 h and resting time of 12 h, for owning the best functional properties (W.A.I= 4,130g/g; W.S.I=5,00 %; pH=6,19). It was evaluated their physical-chemical properties and microbiological quality, presenting acceptable results compare with the corresponding normative. Also, it was evaluated the sensory acceptability thought an hedonic scale of 5 points, evaluating the texture, kneadness, odor, color and taste between H1 and a commercial flour. The acceptability of H1 varied between 4.0 and 5.0 and the evaluated product presented pleasant sensory characteristics, without differences respect the texture, kneadness and odor, highlighting the color and taste of the same, presenting an alternative method for preparing a product with physical-chemical, functional and sensory properties as well as acceptable microbiological quality for consume.

Keywords: Nixtamalization, flour, process, corn, evaluation.



vista
SSN:



INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays*) es

considerado una planta evolucionada del reino vegetal, con origen en América, la cual se cultiva en todo el mundo. La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) estima que para el año 2017, el área cosechada de este cereal fue de 197.185.936 hectáreas y se produjeron en promedio un total de 1.134.746.667 toneladas, siendo los Estados Unidos de América, China y Brasil los mayores productores en dicho año.

Son diversos los productos derivados de este grano, y bien es sabido que en la actualidad, cada parte del grano es aprovechada para obtener un gran número

de productos, que puede ser de consumo directo o como insumos para otras industrias (Espinoza, 2014).

El Instituto Nacional de Estadística (INE) en su Encuesta Nacional de Consumo de Alimentos (2015) describe que de un total de 222.516 alimentos por preparaciones, los cereales constituyen un 29,4% (65.323) del total antes mencionado, donde las preparaciones autóctonas más realizadas en 2 de las 3 comidas diarias del venezolano son elaboradas en su mayoría con harina precocida de maíz como el producto de mayor consumo en la nación.

La nixtamalización, como un proceso alternativo a la molienda seca, de la cual nace la harina precocida, es desarrollada en nuestro país, de manera artesanal mediante técnicas básicas de transformación del maíz utilizando la cal como elemento que facilita la cocción y separación del pericarpio sobre el endospermo del grano. Este proceso, aunque no estandarizado, como la nixtamalización a nivel industrial, sigue siendo utilizado en la actualidad en la nación, aunque este no genere productos



con los mejores estándares de calidad y provea la seguridad plena a la hora de su consumo.

En Venezuela, el sector agroindustrial orienta el manejo de este cereal principalmente a la molienda seca del grano para la producción de harina de maíz precocida y de este, derivan preparaciones típicas de la mesa venezolana, tales como la arepa, hallacas, empanadas, entre otros, que forman parte de la dieta diaria del venezolano, y su calidad se sustenta en el cumplimiento de lo establecido por la Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN 2135:1996), la cual define los parámetros físico-químicos, sensoriales y microbiológicos a cumplir para su venta y posterior consumo, con el fin de garantizar el expendio de un producto inocuo y con calidad comercial aceptable.

A pesar de ser esencial para la población, no es ajeno a la coyuntura económica del país. Es así como según el Instituto Nacional de Estadística (INE) en su Encuesta de Seguimiento Al Consumo De Alimentos (ESCA) del 2014, con un rango de evaluación del segundo semestre

de 2012 al primer semestre de 2014, registra una disminución en el consumo per cápita de harina de maíz de 31,69% entre los años mencionados anteriormente, lo cual evidencia la reducción paulatina de la adquisición de este artículo conforme el tiempo transcurre, asociado a las condiciones político-económicas que se sitúan en la nación, tales como la reducción de la inversión en el sector agroindustrial del país.

Bajo esta situación, la población se ha visto en la necesidad de realizar de forma casera preparaciones como masas de maíz blanco o amarillo e inclusive harinas de maíz (pilado o pelado) que guardan una estrecha relación con el método de cocción alcalina llamado nixtamalización.

Dichos productos artesanales antes mencionados, aunque elaborados por un proceso similar a la nixtamalización, son realizados mediante una ejecución rudimentaria, sin estandarización y control de su calidad. Sumado a esto, el desconocimiento de información con respecto al cumplimiento de los requisitos físico-químicos, microbiológicos,



sensoriales y propiedades funcionales ideales, suponen un riesgo sanitario debido a las posibles contaminaciones microbiológicas que resultan en patologías y enfermedades transmitidas por los alimentos (ETAs).

En este sentido, el desarrollo del presente estudio presenta relevancia ya que en el aspecto tecnológico, se expondrán las evaluaciones pertinentes a distintos productos (harinas de maíz) elaboradas por un proceso artesanal, así como la introducción de un proceso tecnológico (nixtamalización) distinto a la molienda seca que ha sido poco estudiado y usado en la cultura venezolana.

En función a lo antes mencionado, la presente investigación tuvo como objetivo evaluar las características físico-químicas, microbiológicas y funcionales de una harina de maíz elaborada por diferentes procesos artesanales de nixtamalización como un aporte tecnológico para la elaboración de productos de calidad nutricional aceptable.

MATERIALES Y MÉTODOS

Materiales

El maíz utilizado en la prueba adquirido en el mercado Terepaima de la ciudad de Barquisimeto, estado Lara. En el caso del hidróxido de calcio o cal hidratada fue provista por el Departamento de Procesos Agroindustriales del programa de Ingeniería Agroindustrial de la UCLA, esta de grado alimentario. El agua utilizada para el proceso de cocción fue agua filtrada mediante un filtro de carbón activado marca Crystal Water CW2. Demás instrumentos, herramientas y materiales fueron provistos por dicho departamento antes mencionado. La harina artesanal y harina comercial marca MINSA, producida en México fueron adquiridas en un mercado local.

Formulación de las harinas de maíz nixtamalizadas

Mediante la consulta de información en antecedentes relacionados con la elaboración de harinas de maíz nixtamalizadas, se desarrollaron 4



formulaciones bajo la variación del tiempo de cocción (1,5 y 2 h) así como también del tiempo de reposo (12 y 24 h) las cuales se detallan en el siguiente cuadro:

Cuadro 1. Formulación de las harinas de maíz nixtamalizadas

Formulación	TC (h)	TR (h)
1 (H1)	1,5	12
2 (H2)	1,5	24
3 (H3)	2	12
4 (H4)	2	24

TC: Tiempo de cocción; TR: Tiempo de reposo

Proceso de elaboración de las harinas de maíz nixtamalizadas

El proceso de elaboración de las harinas está basado en la metodología descrita por García y Vázquez (2016) así como de Castillo et al. (2009) con la incorporación de las variaciones de tiempo de cocción y reposo propuestas por la presente investigación, el cual se puede apreciar en la Figura 1:

Métodos

Fase 1. Determinación de Índice de absorción de agua (I.A.A), solubilidad en agua (I.S.A) y pH de las muestras

La determinación de los índices de absorción y solubilidad en agua se estudió con el fin de determinar el grado de modificación de los almidones por tratamientos térmicos. Se realizó en base al método de Anderson *et al.* (1969). En el caso del pH se realizó por duplicado siguiendo el método de determinación descrito por la norma COVENIN 1315-79, creada en base al método N° 943.02 de la AOAC. Estas evaluaciones fueron realizadas tanto a las 4 formulaciones como a la harina artesanal (HArt) y la harina control (HC).

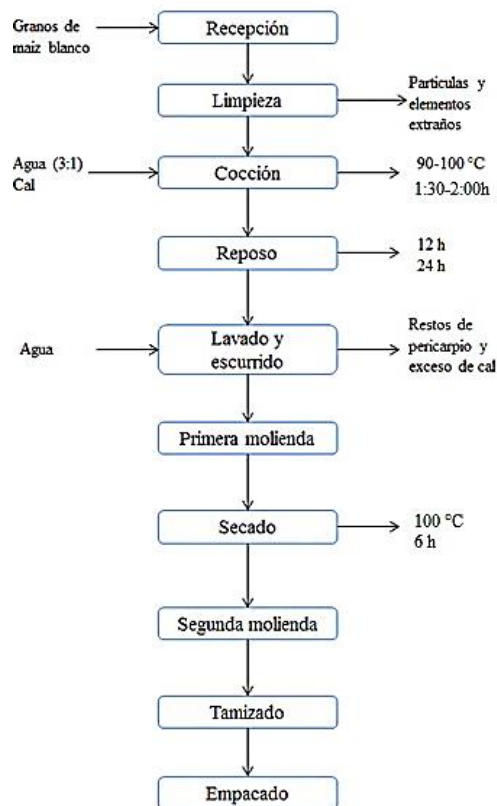


Figura 1. Esquema del proceso para la elaboración de harina de maíz nixtamalizada

Fase 2. Determinación de las propiedades fisicoquímicas y calidad microbiológica

En el caso estas determinaciones, fueron realizadas a la formulación elegida por poseer las mejores propiedades funcionales (I.A.A, I.S.A) y pH en comparación a HArt y HC, así como

también se realizaron estos análisis para la harina artesanal (HArt). Las determinaciones realizadas fueron humedad (COVENIN 1553-80), cenizas (COVENIN 1783-81), grasas (COVENIN 1765-81) y proteínas (COVENIN 1195-80).

La calidad microbiológica se determinó según los parámetros estipulados por la norma COVENIN 2135 (1996) referida a la harina de maíz precocida, siendo esta el producto con mayor similitud al elaborado por esta investigación. Para este punto se determinaron la presencia de mohos (COVENIN 1337-90), *Escherichia coli* (COVENIN 1104-96) y *Salmonella* (COVENIN 1291-88) en 2 repeticiones para ambas muestras referidas a cada análisis.

Fase 3. Determinación de la aceptabilidad funcional

Una vez seleccionada la harina con mejores resultados en las evaluaciones de las propiedades funcionales, se realizó una evaluación sensorial tanto a la mejor formulación como a la harina comercial mediante una prueba de aceptabilidad

funcional sobre la capacidad de elaborar productos a través de la preparación de arepas que fueron puestas a prueba con ayuda de un panel calificado compuesto por 5 consumidores potenciales, cuyo perfil de edad se encontró entre los 51 y los 77 años, y cuya experiencia realizando dicho producto va desde los 20 a 40 años.

Para esto, el instrumento utilizado fue un cuestionario de evaluación de los descriptores (textura, amasabilidad, color, olor y sabor) mediante una prueba de grado de satisfacción de cinco puntos (escala hedónica) donde uno (1) representó "me disgusta mucho", tres (3) "me es indiferente" y cinco (5) "me gusta mucho".

Análisis de los datos

En el caso de los análisis estadístico realizados, tenemos que para las evaluaciones funcionales se realizó un análisis de estadística descriptiva (promedio y desviación estándar) sobre los datos, así como un análisis de varianza (ANOVA) para la evaluación de posibles

efectos significativos de los resultados con respecto a la variación del tiempo de cocción y reposo sobre las propiedades funcionales de las harinas elaboradas además de una prueba de Tukey o HSD.

Con respecto a la prueba sensorial, para los datos recabados se realizó una evaluación mediante estadística descriptiva (promedio y desviación estándar) y una prueba no paramétrica para la comparación de 2 muestras (U de Mann-Whitney) ya que se utilizó una escala estructurada con variables discretas. Todo esto fue realizado mediante el programa estadístico XLSTAT 2014.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en la evaluación de los índices de absorción (I.A.A) y solubilidad (I.S.A) en agua así como del pH de las muestras se puede observar en Cuadro 2.

Cuadro 2. Propiedades funcionales y pH de las harinas

Harinas	I.A.A
H1 (C=2/R=12)	4,130±0,195 ^a
H2 (C=2/R=24)	4,198±0,313 ^a



H3 (C=1,5/R=12)	3,025±0,189 ^b	valores registrados para H1-H3 sean
H4 (C=1,5/R=24)	2,656±0,136 ^b	mayores 5,6±1,85 H4 por haber sido
HArt	2,988±0,090 ^b	procesados con un tiempo de cocción
HC	4,143±0,214 ^a	prolongado 5,7±0,557 ^{a,b} aumentando la formación de

I.A.A (g de gel/g de harina seca); I.S.A (% de sólidos disueltos). *Valores con la misma letra dentro de las columnas no fueron significativamente diferentes (Tukey, p < 0,05). La capacidad de absorber y retener agua en su estructura.

En el caso del I.A.A, los valores de las 4 harinas formuladas oscilaron entre 2,656 a 4,198 g de gel/ g de harina seca y fue mayor en las harinas sometidas a una cocción más prolongada (H1-H2). Estos resultados guardan similitud con los resultados obtenidos por García y Vázquez (3,5 – 4,4g gel/g harina) así como son superiores a los obtenidos por Billeb de Sinibaldi *et al.* (3,06 – 3,53 g gel/g harina) teniendo en cuenta que ambas investigaciones utilizan un proceso de nixtamalización similar donde solo varían los tiempos de cocción.

El I.A.A es una propiedad cuyo valor se ve directamente afectado por procesos térmicos, y su comportamiento en excesivo calentamiento, en palabras de Campus-Baypoli *et al.* (1999) citado por Bello-Pérez *et al.* (2002), que hace que los gránulos de almidón pierdan su estructura e integridad, aumentan el índice de absorción de agua, lo que explica que los

Se observó diferencia estadísticamente significativa (ANOVA) con respecto a las medias de las muestras analizadas. Para complementar este aspecto, se realizó una prueba de Tukey donde se observó que existe diferencias significativas entre las muestras H1, H2 y HC con respecto a H3, H4 y HArt.

Con respecto al I.S.A, los valores obtenidos estuvieron en un rango de 5 a 7,7 % para las 4 harinas formuladas, siendo que H1, H3 y H4 tuvieron valores análogos al valor obtenido para la HC y los valores de H3, H4 y HC fueron parecidos a los registrados por García y Vázquez (5,2 – 6,9 %) mientras que H1 estuvo ligeramente por debajo y H2 estuvo por encima de lo registrado por los investigadores, y con respecto a los resultados registrados por Billeb de Sinibaldi *et al.* (3,22 – 4,72 %), los valores



vista
SSN:



de I.S.A para las 4 formulaciones y de HC estuvieron por encima de sus resultados.

El valor de este parámetro, al igual que el I.A.A, sufre un efecto directamente proporcional a la magnitud de las temperaturas y tiempo de cocción en el proceso de nixtamalización, aumentando cuando estas variables también lo hacen, lo cual tiene relación con los resultados obtenidos para cada formulación.

Mediante ANOVA se observó que al igual que el I.A.A, existe diferencia significativa entre las medias del total de las muestras. Cabe agregar que los resultados obtenidos en Tukey muestran que solo existe diferencia significativa entre H2 y HArt.

En el caso del pH en las muestras, se observa un valor superior sobre las muestras de harinas nixtamalizadas con mayor tiempo de reposo (H2 – 6,54; H4 – 6,51). En todos los casos, los pH para cada muestra poseen un valor por debajo a lo obtenido por García y Vázquez (op. cit.) cuyos rangos estuvieron entre 6,70 y 7,83, a excepción del valor obtenido para la harina comercial - HC (6,10) cuyo valor

tuvo cercanía al valor de la HC evaluada en esta investigación (6,14) y también con respecto a H1 (6,19). Además, los valores se encuentran por debajo a los presentados por Bello-Pérez *et al* (op. cit.) cuyo rango estuvo entre 6,6 y 7,3 y Sefa-Dedeh *et al*. (2002) con un pH al 1% de calcio de 7,88.

Siendo que H1 y H2 poseen valores similares para el I.A.A y valores sin diferencia estadísticamente significativa para el I.S.A, H1 es seleccionada por poseer las mejores propiedades funcionales de entre las formulaciones realizadas, superando a los valores de la HArt y siendo estas semejantes a las propiedades obtenidas por la HC evaluada, incluyendo el nivel de pH en esta.

Propiedades físico-químicas y calidad microbiológica

Propiedades físico-químicas

En relación al perfil físico-químico de la formulación H1 y HArt se pueden observar en el Cuadro 3. Iniciado con la humedad, el valor visto para la muestra H1 es similar a los obtenidos por García y Vázquez (6,7 – 8,4%), Bello Pérez *et al*. (6,7 – 10,4%) y Billeb de Sinibaldi *et al*



(2,39 - 7,06%) teniendo como consideración que la metodología de elaboración de las harinas fue la misma,

con una variación en la temperatura y tiempo de secado de las masas para la producción de las harinas.

Cuadro 3. Propiedades físico-químicas de harina de maíz artesanal (HArt) y nixtamalizada (H1)

Muestra	Harina Artesanal (HArt)	Harina Nixtamalizada (H1)
Humedad %	3,16	6,79
Cenizas %	0,29	1,31
Extracto Etéreo %	2,42	3,95
Proteínas %	6,14	9,78

Para el nivel de cenizas, se percibe una diferencia hasta cuatro veces mayor de H1 (1,31%) con respecto al resultado de HArt (0,29%) cuyo comportamiento se basa en el contenido de minerales, especialmente del calcio Gaytan-Martinez et al. (2012).

El valor de H1 está por debajo con relación a los resultados de García y Vázquez (2,0 – 2,3 %) y dentro del rango de Sefa-Dedeh et al (1,09 – 1,29 %). En este caso, se puede concluir que HArt no fue elaborada mediante un proceso térmico alcalino y de esta manera el contenido de minerales fue bajo, mientras que para H1, la presencia del calcio proveniente de la cal y su entrada en el

interior del grano a causa del aumento en la permeabilidad de almidón por la

temperatura genera un valor más alto. Referente al porcentaje de lípidos de las muestras, se observa un valor superior para H1 con respecto a HArt, que sigue siendo aun mayor al obtenido en harinas precocidas de maíz (0,74% – Padua y de Padua, 1983) lo que indica que los granos de maíz utilizados para elaborar HArt no fueron desgerminados y por ende, ambas harinas poseen valores superiores. Con respecto a H1, su valor es muy cercano al obtenido por García y Vázquez (4,0 – 4,5%) y Bello Pérez *et al.* (3,7 – 5,7%).

El contenido de proteínas de la muestra H1 se encuentra sobre el rango de valores obtenidos por García y Vázquez (6,5 – 9,0%) y Bello Pérez et al (7,5 – 9,0%), y estos están por encima del valor de HArt, y aunque se intuye que HArt conservó el germen en su preparación, la variación puede estar referida al tipo de maíz utilizado para su elaboración, el proceso al

que este es sometido y la disponibilidad de los elementos proteicos luego de pasar por estos procesos. El alto contenido de proteínas en harinas nixtamalizadas en palabras de Gaytan-Martinez *et al.* (op. cit.) se debe a que los procesos térmicos alcalinos producen cambios químicos que incrementan la disponibilidad de lisina y triptófano, considerados como aminoácidos esenciales.

En todas las características evaluadas, la H1 posee valores superiores a los resultados obtenidos para HArt, además de los parámetros establecidos para el producto con mayor similitud elaborado en el país (Harina precocida de maíz) según la norma COVENIN 2135-96 a excepción del nivel de cenizas y grasa que se encuentran por encima del máximo estipulado, y también cumple con lo descrito por la NMX-F-046-SCFI-2018 de harina de maíz nixtamalizada para cada parámetro físico-químico exigido cuya magnitud en porcentaje es expresado en base seca.

Calidad microbiológica

Hongos

Una vez incubadas las muestras por duplicado por un periodo de 5 días, se contaron el número de colonias de ambas muestras (Figura 2), siendo en el caso de H1 un promedio de 30 UFC/g y para HArt de 12 UFC/g, ambas en una dilución de 10^{-1} . En ambos casos, los resultados se encuentran dentro del rango expuesto por COVENIN 2135-96 y encontrándose ligeramente por encima del límite máximo descrito por la NMX-F-046-SCFI-2018.

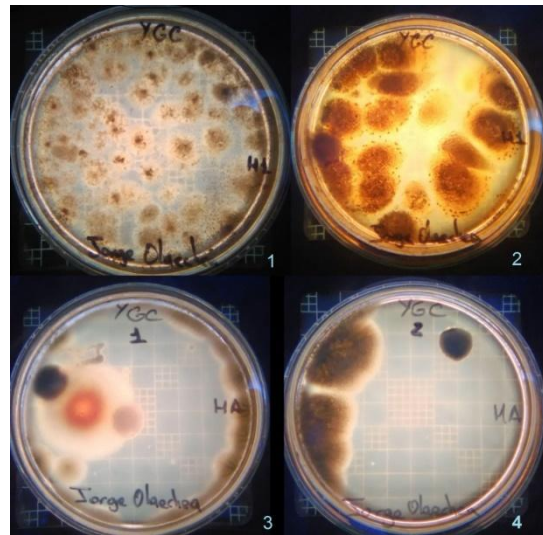


Figura 2. Muestras de harinas H1 (1 y 2) y HArt (3 y 4) en agar YGC

Escherichia coli



Una vez sometidas las muestras a pruebas bioquímicas luego del proceso presuntivo, confirmatorio para coliformes totales, fecales y cultivo en agar Levine, que para este último, se observó el crecimiento de colonias negras con y sin brillo verde metalizado (Figura N°3a), además de la formación de un conjunto de colonias de coloración rosa (Figura N°3b) y en el caso de la muestra H1, se observó el crecimiento de colonias blanquecinas (Figura N°3c), estas fueron sometidas a un compendio de pruebas bioquímicas (IMViC), Kligler y SIM. Se codificaron las colonias de la placa HArt 1 como HArt 1.1 (colonias negras con brillo metalizado), HArt 1.2 (colonias rosadas).



Figura 3. Colonias de microorganismos en placas de agar Levine

Nota: De derecha a izquierda: a) Verde metalizadas; b) Rosas mucosas; c) Blanquecinas.

En el caso de todas las muestras, existió la formación de gas en Kligler a excepción de H1 (10^{-1}) la cual no tubo

presencia de gas, y en ningún caso se observó la producción de H_2S . Estos resultados fueron contrastados con una tinción de gram la cual se puede observar en la Figura 4:

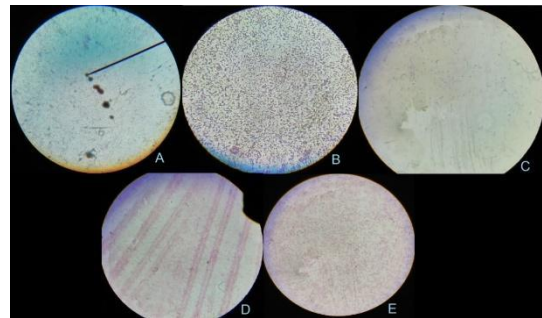


Figura 4. Tinción de Gram sobre muestras de harinas. De izquierda a derecha: A y B - H1, C, D y E - HArt

Bajo los resultados obtenidos se concluye la ausencia de *E.coli* en las muestras de harinas analizadas cumpliendo con descrito por la norma COVENIN 2135-96 y la NMX-F-046-SCFI-2018, y se aprecia en la presencia de microorganismos cocos gram (+) agrupados para H1, mientras que para HArt se observaron bacilos gram (-) alargados en gran magnitud.

Samonella



Finalizando con esta enterobacteria, no se observó la formación de colonias con características propias del microorganismo en cuestión, las cuales son colonias incoloras (por no fermentar lactosa) con centro negro por la formación de ácido sulfhídrico (H₂S), y por el contrario se vio un crecimiento leve de colonias blanquecinas como se observa en la Figura 5:

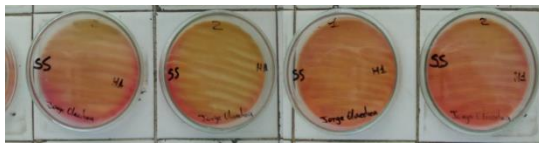


Figura 5. Placas de Agar SS

Nota: HArt (derecha) y harina nixtamalizada - H1 (derecha)

Mediante una tinción de gram se estudió la morfología celular de las colonias obtenidas en los medios selectivos. En el caso de las cuatro muestras, se observaron bacilos Gram (-) alargados en mayor magnitud para la HArt los cuales se pueden apreciar en la siguiente figura 6:

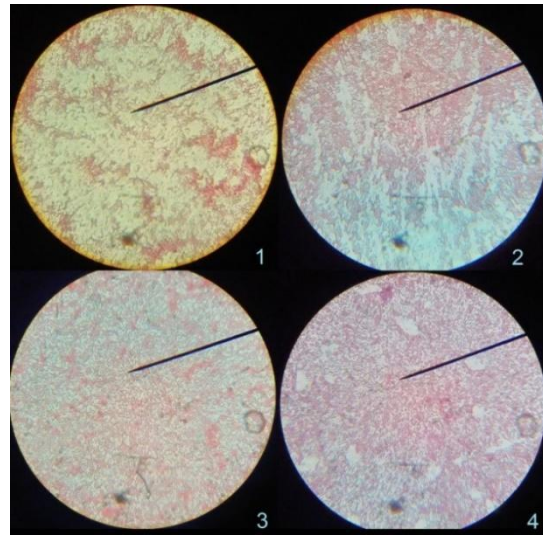


Figura 6. Tinción de Gram sobre muestras H1 (1 y 2) y HArt (3 y 4)

Con los resultados obtenidos en el medio sólido, se descarta la presencia de *Salmonella* en las muestras analizadas y dichos resultados, contrastados con los requisitos de la norma COVENIN 2135-96, cumplen con lo estipulado por la misma, siendo esto la ausencia de dicho microorganismo en harinas producidas en base al maíz en 25g de muestra analizada, además de también cumplir con la ausencia de microorganismos patógenos tal como lo exige la NMX-F-046-SCFI-2018 para harinas de maíz nixtamalizadas.



Aceptabilidad funcional

Para cada uno de los descriptores evaluados por los 5 panelistas se observa una tendencia superior sobre las cualidades sensoriales de la muestra H1, donde el rango de resultados estuvo entre 4,0 y 5,0 (Cuadro 4) con lo cual se aprecia que el producto en cuestión goza de aceptabilidad ya que este fue agradable para los panelistas no solo en el momento de su consumo, sino también en el proceso de elaboración.

Contrastando con un análisis no paramétrico para 2 muestras (U de Mann-

Whitney) para cada descriptor, se observó que no existe diferencia estadísticamente significativa con respecto a la textura, amasabilidad y olor, a diferencia del color y sabor donde sí se apreció una diferencia significativa (Cuadro 4). Los panelistas coincidieron en que la muestra HC posee un olor poco agradable, color opaco y un sabor mineral. Estas observaciones se tomaron en cuenta considerando que los productos nixtamalizados no son frecuentemente consumidos en la cultura venezolana y a pesar de esto, la muestra H1 proyecta aceptabilidad sensorial y funcional.

Cuadro 4. Aceptabilidad sensorial de las muestras de harina

Harina	Masa		Arepa		
	Textura	Amasabilidad	Olor	Color	Sabor
HC	3,4±0,5 ^a	2,8±0,4 ^a	3,2±0,8 ^a	2,0±1,0 ^a	2,0±0,1 ^a
H1	4,0±0,1 ^a	4,0±0,1 ^a	4,0±0,1 ^a	5,0±0,0 ^b	5,0±0,0 ^b

*Valores con la misma letra dentro de las columnas no fueron significativamente diferentes (Mann-Whitney, p = 0.05).

CONCLUSIONES

Es posible la elaboración de harinas de maíz nixtamalizadas por procesos artesanales con propiedades fisicoquímicas y calidad microbiológica aceptables.



La aceptabilidad sensorial y funcional de la formulación 1 (H1) fue superior con respecto a la harina comercial (HC), con lo cual se presenta un producto sensorial y funcionalmente aceptable, resaltando características tales como su sabor, color y olor agradable.

Según las formulaciones propuestas, la formulación 1 (H1) posee las mejores propiedades funcionales con un I.A.A de 4,13 g/g, I.S.A de 5,00 % y estadísticamente, las propiedades funcionales de las harinas formuladas fueron diferentes.

REFERENCIAS

- Anderson, R. A., Conway, H. F., Pfeifer, V. F., and Griffin, E. L., Jr (1969). *Gelatinization of corn grits by roll- and extrusion-cooking*.
- Bello-Pérez, L., Osorio-Díaz, P., Agama-Acevedo, E., Núñez-Santiago, C., Paredes-López, O. (2002). *Propiedades químicas, fisicoquímicas y reológicas de masas y harinas de maíz nixtamalizado*.
- Billeb de Sinibaldi, A. C. y Bressani, R. (2000). *Características de cocción por nixtamalización de once variedades de maíz*
- Castillo, V., Ochoa, M., Figueroa, C., Delgado, L., Gallegos, I. y Morales, C (2009). *Encuesta Nacional de Consumo de Alimentos (ENCA). Informe resultados preliminares Abril-Septiembre 2015*.
- De Padua, M.R y Padua Maroun, H (1982). *Rheological behavior of Venezuelan Arepa Dough from Precooked Corn Flour*
- Espinoza, C (2014). *Evaluación de las condiciones de operación de la etapa de laminación durante el proceso de elaboración de harina precocida de maíz (Zea mays)*.
- García, A. y Vázquez, L (2016). *Masa y harina de maíz nixtamalizado*.
- Gaytan, M., Figueroa, J., Vazquez-Landverde, P., Sánchez, E. (2012). *Caracterización fisicoquímica, funcional y química de harinas nixtamalizadas de maíz obtenidas por calentamiento óhmico y proceso tradicional*.
- Instituto Nacional de Estadística (INE) (2016). *Encuesta Nacional de Consumo de Alimentos (ENCA). Informe resultados preliminares Abril-Septiembre 2015*.
- Instituto Nacional de Estadística (INE) (2014). *Encuesta de*



vista
SSN:



seguimiento al consumo de alimentos (ESCA). Informe semestral, segundo semestre 2012 al primer semestre 2014.

Norma Oficial Mexicana NMX-F-046-SCFI (2018). Harina de maíz nixtamalizado.

Norma COVENIN 1126 (1989). Alimentos. Identificación y preparación de muestras para el análisis microbiológico.

Norma COVENIN 1337 (1990). Alimentos. Método para recuento de moho y levadura.

Norma COVENIN 1291 (1988). Alimentos. Aislamiento e identificación de Salmonella.

Norma COVENIN 1104 (1996). Determinación del número más probable de coliformes, coliformes fecales y de Escherichia coli

Norma COVENIN 1195 (1980). Alimentos. Determinación de nitrógeno. Método de kjeldahl

Norma COVENIN 1785 (1998). Productos de cereales y leguminosas. Determinación de grasa.

Norma COVENIN 1783 (1981). Productos de cereales y leguminosas. Determinación de cenizas.

Norma COVENIN 1553 (1980).

Productos de cereales y leguminosas. Determinación de humedad.

Norma COVENIN 2135 (1996). Harina de maíz precocida.

Sefa-Dedeh, S., Cornelius, B., Sakyi-Dawson, E., Ohene Afoakwa, E. (2002). Effect of nixtamalization on the chemical and functional properties of maize.