

Caracterización físicoquímicas de la cáscara de yuca (*Manihot esculenta*) para la obtención de un snack innovador
Physicochemical characterization of cassava peel (*Manihot esculenta*) for the production of an innovative snack*Lucero Loor José Miguel, Solorzano Domínguez Alejandro Marcel, Taco Rivera Jimena Carlina***DIMENSIÓN CIENTIFICA****Enero - junio, V°7-N°1; 2026****Recibido:** 02-01-2026**Aceptado:** 18-01-2026**Publicado:** 30-06-2026**PAÍS**

- Santo Domingo de los Tsachilas, Ecuador
- Santo Domingo de los Tsachilas, Ecuador
- Santo Domingo de los Tsachilas, Ecuador

INSTITUCION

- Instituto Superior Tecnológico Tsachila
- Instituto Superior Tecnológico Tsachila
- Instituto Superior Tecnológico Tsachila

CORREO:

- ✉ joseluceroor@tsachila.edu.ec
- ✉ marcelsolorzanodominguez@tsachila.edu.ec
- ✉ jimenataco@tsachila.edu.ec

ORCID:

- <https://orcid.org/0009-0001-0307-0077>
- <https://orcid.org/0009-0001-7012-2121>
- <https://orcid.org/0000-0002-2700-2351>

FORMATO DE CITA APA.

Lucero, J., Solórzano, A. & Taco, J. (2026). Caracterización físicoquímicas de la cáscara de yuca (*Manihot esculenta*) para la obtención de un snack innovador. Revista G-ner@ndo, V°7 (N°1.). P. 443 - 472.

Resumen

La investigación tuvo como objetivo evaluar la viabilidad técnica y nutricional de la cáscara de yuca (*Manihot esculenta*) como materia prima alternativa para la elaboración de un snack innovador, con el fin de aprovechar subproductos agroindustriales y reducir el desperdicio generado en el procesamiento de este tubérculo. Aunque tradicionalmente la cáscara es descartada, presenta un potencial nutricional que justifica su aprovechamiento desde un enfoque de economía circular. El estudio incluyó la caracterización físico-química de la cáscara de yuca y del producto final mediante análisis de humedad, ceniza, grasa, fibra y proteína. Asimismo, se desarrolló un proceso tecnológico para la elaboración de chips tipo snack, garantizando la inocuidad y estabilidad del producto. Adicionalmente, se evaluaron diferentes formulaciones con variaciones en la concentración de ají para analizar su aceptabilidad sensorial. Los resultados evidenciaron que la cáscara de yuca posee un alto contenido de fibra y una presencia significativa de minerales, aportando un valor nutricional adicional al snack. El bajo contenido de humedad favoreció la textura crujiente y la estabilidad del producto, mientras que el contenido de grasa se relacionó con el método de fritura y la proteína se mantuvo dentro de los rangos característicos de la yuca. Sensorialmente, el tratamiento con mayor concentración de ají presentó la mejor aceptación general. En conclusión, el estudio confirma que la cáscara de yuca puede ser utilizada exitosamente en la elaboración de snacks innovadores, contribuyendo a la valorización de subproductos agroindustriales y al desarrollo de alimentos sostenibles con valor agregado

Palabras clave: Cáscara de yuca, Snack innovador, Economía circular, tubérculo, humedad

Abstract

This research aimed to evaluate the technical and nutritional feasibility of cassava peel (*Manihot esculenta*) as an alternative raw material for the development of an innovative snack, with the purpose of valorizing agro-industrial by-products and reducing waste generated during cassava processing. Although cassava peel is traditionally discarded, it presents nutritional potential that supports its use within a circular economy approach. The study included the physicochemical characterization of cassava peel and the final product through analyses of moisture, ash, fat, fiber, and protein. In addition, a technological process was developed for the production of snack-type chips, ensuring product safety and stability. Different formulations with variations in chili pepper concentration were also evaluated to determine sensory acceptability. The results showed that cassava peel has a high fiber content and a significant presence of minerals, providing added nutritional value to the snack. The low moisture content favored a crispy texture and product stability, while fat content was related to the frying method and protein levels remained within the typical ranges for cassava-based products. From a sensory perspective, the formulation with the highest chili concentration achieved the greatest overall acceptance. In conclusion, the study confirms that cassava peel can be successfully used in the production of innovative snacks, contributing to the valorization of agro-industrial by-products and the development of sustainable value-added foods.

Keywords: Cassava peel, Physicochemical characterization, Innovative snack, Bromatological analysis, Agro-industrial by-products, Sensory evaluation, Circular economy.



Introducción

La yuca (*Manihot esculenta*) es uno de los tubérculos más importantes a nivel global, con una producción significativa que aporta a la seguridad alimentaria de muchas regiones tropicales. A pesar de su relevancia, Ecuador exporta aproximadamente solo el 0,37% de la producción mundial, situándose en el puesto N°22 de 163 países dedicados a la exportación, lo que subraya la necesidad de buscar estrategias para optimizar su cadena de valor. El problema a nivel nacional y estratégico radica en la baja tecnificación de los procesos postcosecha y el limitado aprovechamiento de los subproductos. En la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas es clave la producción de este cultivo, existe un potencial desaprovechado para diversificar la oferta de productos derivados de yuca. La metodología y materiales preliminares sugieren enfocarse en el análisis bromatológico del tubérculo y sus desechos. Esta investigación busca incrementar la competitividad del sector a través de la innovación de productos (OEC, 2021). El snack de chicharrón de cáscara de yuca nace como una idea innovadora para mitigar el exceso de desperdicio que caracteriza a las zonas tropicales donde se cultiva este tubérculo, generando un impacto ambiental considerable. La magnitud del problema a nivel nacional y estratégico reside en la gestión ineficiente de estos residuos orgánicos, que representan una oportunidad perdida de valorización económica y un foco de contaminación. Los beneficios que aporta el snack de cáscara de yuca radican en su valor nutricional, destacando su contenido de fibra dietética y minerales, lo que lo convierte en una alternativa para enriquecer la dieta diaria.

El problema a nivel nacional y estratégico se relaciona con la creciente demanda de alimentos nutritivo y la lucha contra la malnutrición en ciertos grupos poblacionales, donde este snack puede ser un aporte. En Santo Domingo de los Tsáchilas, la aceptación de snacks a base de productos locales es alta, lo que facilita la introducción de este producto en el mercado regional. El desarrollo de este snack es crucial para garantizar la seguridad alimentaria, al perseverar las cualidades organolépticas y ofrecer un producto saludable y sostenible al consumidor. La metodología y materiales incluirán pruebas sensoriales y de vida útil para

confirmar que el producto final sea atractivo, seguro y con una ventana de consumo adecuada. (Castrillo León, 2022). Por tanto, esta investigación tiene como objetivo caracterizar las propiedades fisicoquímicas de la cáscara de yuca (*Manihot esculenta*) para la obtención de un snack innovador, y, además, determinar su valor nutricional y la aceptabilidad sensorial para su potencial comercialización.

Métodos y Materiales

La investigación se sustenta en un enfoque mixto que combina métodos cuantitativos y cualitativos para lograr una comprensión integral del proyecto. El componente cuantitativo aplica estadística inferencial para evaluar la viabilidad de elaborar snacks a partir de cáscara de yuca, cuantificando rendimientos, costos y características fisicoquímicas y sensoriales. El enfoque cualitativo complementa con análisis crítico para optimizar el proceso y reducir la contaminación ambiental. La investigación experimental fue la fase central, probando dos métodos de cocción y aditivos antioxidantes, además de tratamientos con cáscara de yuca amarilla y roja. Los resultados mostraron mayor aceptación de la cáscara amarilla, seleccionada para caracterización completa. La investigación de campo recolectó datos sensoriales y fisicoquímicos en condiciones reales, mientras que la documental aportó un marco teórico sólido mediante revisión bibliográfica. El nivel exploratorio revisó literatura sobre la cáscara de yuca y su potencial, el descriptivo caracterizó formulaciones del snack picante y el explicativo interpretó relaciones causales entre variables y calidad del producto. La población fueron estudiantes de quinto semestre de Agroindustria, seleccionados como catadores semi expertos. Se elaboraron cuatro formulaciones combinando yuca roja y amarilla con sabores natural y picante, destacando la amarilla picante por su aceptación. Las técnicas incluyeron laboratorio, observación y entrevistas. El laboratorio validó nutrición, estabilidad y vida útil del snack mediante análisis bromatológicos. La observación documentó sistemáticamente cada paso del proceso productivo. Las entrevistas recogieron opiniones de docentes y profesionales sobre la pertinencia y viabilidad del producto. La operacionalización de variables definió factores independientes y dependientes

con indicadores claros y medibles. El porcentaje de ají procesado fue la variable principal, determinando crocancia y absorción de grasa, mientras que el nivel de ácido cítrico buscó prolongar la vida útil y mantener el sabor. Las variables dependientes incluyeron análisis bromatológico, características organolépticas, rendimiento y costos, evaluados con instrumentos de laboratorio, paneles de degustación y cálculos matemáticos. El diseño experimental se estructuró en un modelo factorial A x B, permitiendo analizar efectos principales e interacciones entre ají y ácido cítrico. Se establecieron seis tratamientos con diferentes combinaciones de porcentajes de ají y ácido cítrico, cada uno con tres repeticiones para garantizar validez estadística. El manejo específico del experimento incluyó una descripción detallada de la materia prima, resaltando que la cáscara de yuca debe someterse a procesos de desintoxicación por su contenido de compuestos cianogénicos. Se destacó su coloración marrón-rojiza, textura firme y valor nutricional por su alto contenido de fibra, lo que asegura un snack crujiente y con valor agregado. Esta metodología integral garantiza resultados confiables, con base científica y aplicabilidad real en la producción agroindustrial de snacks innovadores a partir de residuos de yuca.

Diagrama de flujo:

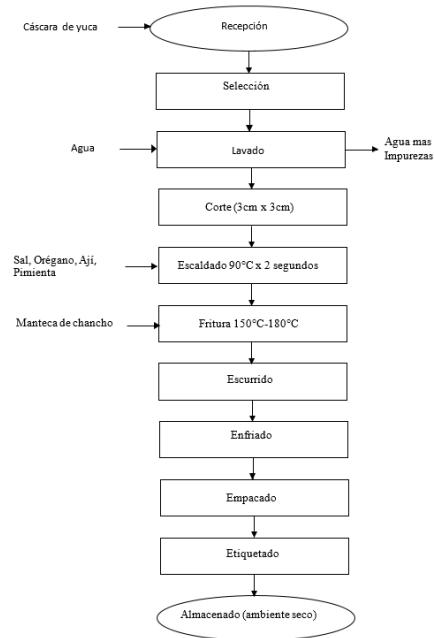


Imagen 8: Diagrama de flujo del proceso de elaboración del snack de cáscara de yuca.

Análisis de Resultados

a. Problemática del cambio climático en el sector agropecuario

Análisis físico química

PROTEÍNA

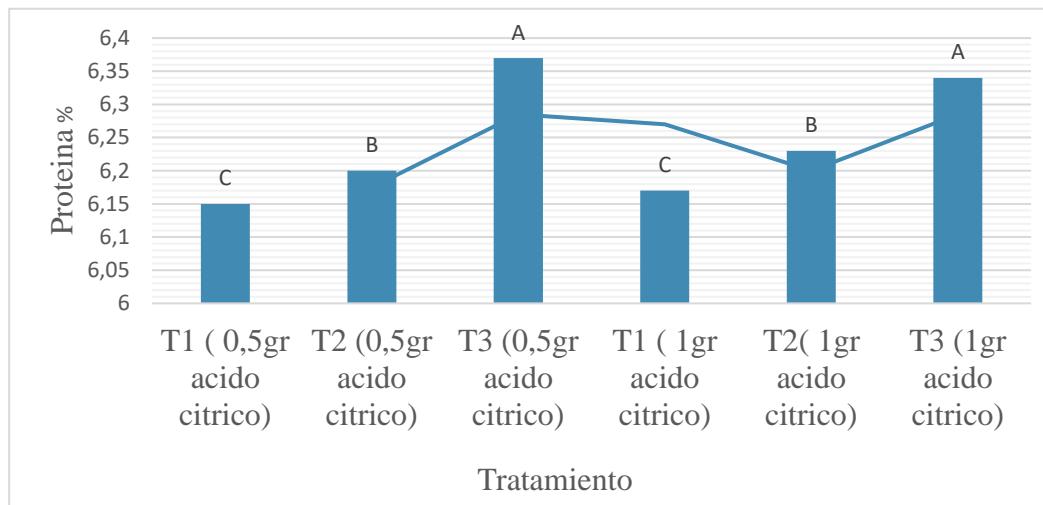


Imagen 2. Proteína del snack con porcentaje de ají y ácido cítrico

El estudio estadístico del contenido de proteína se llevó a cabo mediante un análisis de varianza univariado, en el que se consideraron como factores de evaluación el ácido cítrico, el porcentaje de ají y los diferentes tratamientos aplicados. Antes de analizar los resultados, se comprobó el cumplimiento del supuesto de homogeneidad de varianzas utilizando la prueba de Levene, la cual presentó valores de significancia de 1,000 en todos los casos. Este resultado demuestra que no existen diferencias significativas entre las varianzas de los grupos, lo que justifica el uso del ANOVA y garantiza la validez y confiabilidad de los datos obtenidos.

Los resultados del modelo estadístico corregido evidenciaron una alta significancia ($p < 0,001$), lo que confirma que las condiciones experimentales influyen de manera directa en el contenido de proteína. Asimismo, el coeficiente de determinación indicó que el modelo explica aproximadamente el 80,6 % de la variabilidad total de esta variable, reflejando un ajuste estadístico adecuado y una correcta planificación del diseño experimental. Este nivel de

explicación permite afirmar que el efecto del error experimental es mínimo y que los factores analizados tienen una incidencia real sobre la respuesta del sistema.

El análisis de los tratamientos reveló diferencias estadísticamente significativas en el contenido de proteína, lo que indica que las distintas combinaciones de ácido cítrico y porcentaje de ají generan comportamientos diferenciados. Este resultado pone en evidencia que el tratamiento aplicado es un factor clave en la modificación del contenido proteico del producto, aspecto relevante desde el punto de vista ingenieril, ya que permite identificar alternativas que favorecen la conservación o el mejoramiento de esta propiedad nutricional. La aplicación de la prueba de comparaciones múltiples de Tukey permitió precisar estas diferencias, identificando tratamientos con respuestas significativamente distintas, así como otros con comportamientos estadísticamente similares. La presencia de grupos homogéneos confirma que algunos tratamientos producen efectos comparables sobre el contenido de proteína, mientras que otros generan variaciones relevantes, facilitando una clasificación objetiva del desempeño de cada alternativa y apoyando la selección de las condiciones más convenientes para el proceso.

Por otra parte, el análisis gráfico de las medias marginales estimadas permitió observar de forma clara el efecto combinado del ácido cítrico y el porcentaje de ají sobre la proteína. Se evidenció que el ácido cítrico ejerce un efecto moderado, manteniéndose valores de proteína relativamente estables entre los niveles de 0,5 g y 1 g. En contraste, el porcentaje de ají mostró una influencia más marcada, especialmente al comparar el nivel del 5 % con los niveles superiores, lo que sugiere que este factor tiene un mayor impacto en la respuesta proteica del producto. A pesar de estas variaciones, los resultados se mantienen dentro de rangos controlados, lo que refleja estabilidad en el proceso y coherencia con los análisis estadísticos realizados.

Cabe recalcar que el contenido de proteína determinado en el snack elaborado a partir de cáscara de yuca se ubica dentro de los valores habituales para productos obtenidos de este tubérculo, el cual se caracteriza por presentar un bajo aporte proteico. Sin embargo, el valor

registrado muestra una mayor concentración relativa de proteína, efecto que se asocia principalmente a la disminución del contenido de humedad durante el proceso de fritura.

Según (Pijal & Pineda , 2022). Estos resultados son coherentes con lo señalado por su estudio sobre harina de yuca, donde se reportaron niveles reducidos de proteína propios de esta materia prima. Las diferencias observadas entre ambos trabajos pueden atribuirse al tipo y grado de procesamiento aplicado, ya que el tratamiento térmico en la elaboración del snack favoreció la concentración de los sólidos totales, lo que incrementó de manera proporcional el contenido proteico del producto final.

Ceniza

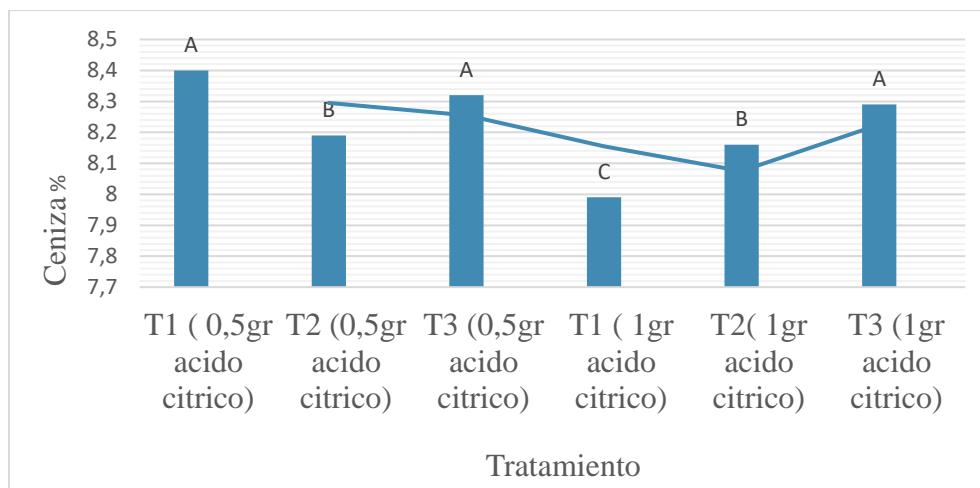


Imagen 3. Ceniza del snack con porcentaje de ají y ácido cítrico

El estudio del contenido de ceniza se llevó a cabo mediante un análisis de varianza univariado, en el cual se consideraron como factores experimentales el ácido cítrico, el porcentaje de ají y el tratamiento aplicado. Antes de proceder con la interpretación de los resultados, se verificó el cumplimiento del supuesto de homogeneidad de varianzas utilizando la prueba de Levene. Los valores de significancia obtenidos fueron superiores a 0,05 en todos los casos evaluados, lo que indica que las varianzas entre los grupos no presentan diferencias significativas y respalda la validez del uso del ANOVA, así como la confiabilidad de los resultados.

Los resultados del análisis de efectos inter-sujetos evidenciaron que el modelo estadístico presenta un alto nivel de significancia, con valores inferiores a 0,001, lo que demuestra que los factores considerados explican de manera consistente la variabilidad observada en el contenido de ceniza. El coeficiente de determinación obtenido señala que el 93,1 % de la variación total de esta variable es atribuible al modelo experimental, lo que refleja un ajuste estadístico elevado y confirma que el diseño experimental fue adecuadamente estructurado, con una influencia mínima del error experimental.

El análisis comparativo de los tratamientos reveló diferencias estadísticamente significativas en el contenido de ceniza, lo que pone en evidencia que las distintas combinaciones experimentales generan respuestas diferenciadas. Este resultado confirma que el tratamiento aplicado desempeña un papel determinante en el comportamiento de la ceniza, aspecto de especial relevancia desde el enfoque ingenieril, ya que permite identificar configuraciones que optimizan esta característica fisicoquímica.

Para profundizar en estas diferencias, se aplicó la prueba de comparaciones múltiples de Tukey, la cual permitió identificar con mayor precisión los tratamientos que presentan diferencias significativas entre sí, así como aquellos que muestran comportamientos estadísticamente similares. Estos resultados evidencian la existencia de grupos homogéneos y facilitan la clasificación objetiva de los tratamientos según su efecto sobre el contenido de ceniza, contribuyendo a una selección más adecuada de las condiciones experimentales.

De forma complementaria, el análisis de subconjuntos homogéneos reforzó los hallazgos obtenidos con la prueba de Tukey, al mostrar la conformación de distintos grupos con niveles bajos, intermedios y altos de contenido de ceniza. Esta diferenciación estadística indica que el proceso experimental presenta un comportamiento estable y reproducible, condición indispensable para su posible aplicación a escala industrial o semiindustrial.

El análisis gráfico de las medias marginales estimadas permitió observar el efecto combinado del ácido cítrico y el porcentaje de ají sobre el contenido de ceniza. Se evidenció que

el ácido cítrico ejerce un efecto moderado dentro de los niveles evaluados, mientras que el porcentaje de ají presenta una influencia más pronunciada, especialmente al comparar el nivel del 5 % con los niveles superiores. En general, las variaciones se mantienen dentro de rangos controlados, lo que demuestra estabilidad en el proceso y coherencia con los resultados estadísticos. En conjunto, los hallazgos confirman que el contenido de ceniza está significativamente condicionado por las condiciones experimentales, respaldando de manera sólida la toma de decisiones técnicas y la optimización del proceso desde una perspectiva ingenieril.

Finalmente, el contenido de ceniza obtenido pone en evidencia la presencia de minerales característicos de la cáscara de yuca, lo que destaca el valor nutricional de este subproducto agroindustrial. Al funcionar como tejido de soporte del tubérculo, la cáscara tiende a concentrar una mayor cantidad de minerales en comparación con la pulpa. Según (Narvaez & Salazar , 2022). Quienes indican que los productos elaborados a partir de yuca presentan contenidos de ceniza representativos, especialmente cuando se utilizan fracciones distintas a la pulpa. Estos resultados sustentan el aprovechamiento de la cáscara de yuca como una materia prima alternativa para la elaboración de snacks con un mayor aporte mineral.

Fibra

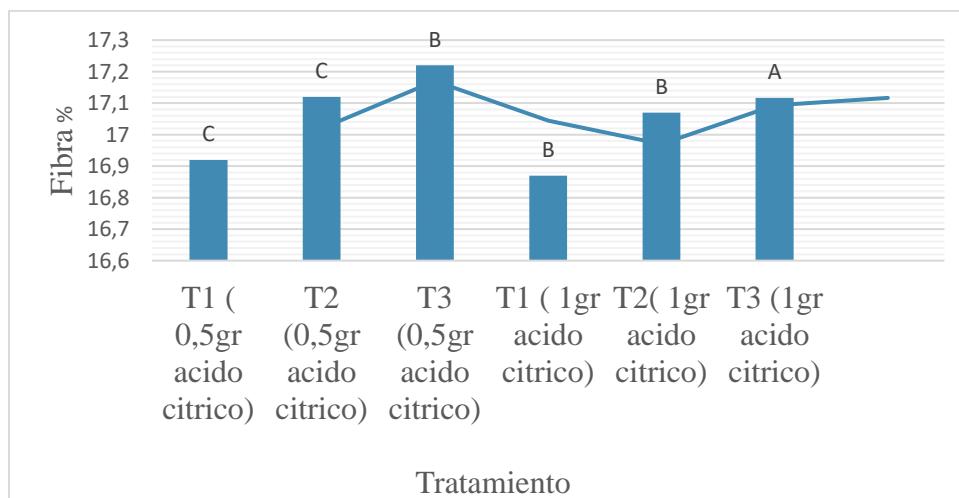


Imagen 4. Fibra del snack con porcentaje de ají y ácido cítrico

Los resultados correspondientes a la variable fibra indican que el sistema analizado presenta un comportamiento estadístico estable y bien estructurado. En primer lugar, la prueba de Levene para la igualdad de varianzas muestra que no existen diferencias significativas en la variabilidad entre los grupos evaluados, lo que confirma la homogeneidad de los datos. Este aspecto es esencial, ya que garantiza que las comparaciones entre los distintos tratamientos sean válidas y no estén condicionadas por diferencias en la dispersión de la información.

El análisis de varianza (ANOVA) revela que el modelo general es estadísticamente significativo, lo que pone en evidencia la presencia de diferencias reales en el contenido de fibra entre los tratamientos considerados. Además, el valor elevado del coeficiente de determinación (R^2 cercano a 0,83) indica que el modelo explica una parte importante de la variabilidad observada, lo que respalda la solidez del diseño experimental y la confiabilidad de los resultados obtenidos.

Un hallazgo relevante es que, al evaluar los factores de manera individual, ni el ácido cítrico ni el porcentaje de ají presentan un efecto significativo por sí mismos sobre la fibra. Esto sugiere que estos ingredientes, considerados de forma aislada, no determinan directamente el contenido de esta variable. Por el contrario, las diferencias observadas en la fibra responden al efecto conjunto de cada tratamiento, entendido como una formulación específica en la que interactúan los ingredientes y las condiciones del proceso. En este sentido, la fibra depende del balance general del sistema y no de un solo componente.

Las comparaciones múltiples realizadas mediante la prueba de Tukey permiten profundizar esta interpretación, al mostrar que los tratamientos se agrupan en diferentes subconjuntos homogéneos. Algunos tratamientos presentan contenidos de fibra significativamente más bajos, otros se sitúan en niveles intermedios y otros alcanzan valores superiores. Esta diferenciación confirma que no todas las formulaciones generan el mismo efecto sobre la fibra y demuestra que el diseño experimental fue capaz de identificar variaciones reales y consistentes.

El análisis gráfico de las medias marginales estimadas refuerza estos resultados, ya que muestra líneas prácticamente paralelas entre los niveles de ácido cítrico y los porcentajes de ají. La ausencia de cruces pronunciados o cambios abruptos en la pendiente indica que estos factores no alteran de forma directa la tendencia de la fibra, la cual se mantiene relativamente estable dentro de cada tratamiento. Desde el punto de vista visual, esto confirma que la fibra es una variable robusta frente a modificaciones puntuales de los ingredientes evaluados.

Desde una perspectiva tecnológica y práctica, los resultados sugieren que el contenido de fibra puede regularse principalmente a través del diseño integral del tratamiento, sin que ajustes moderados en la acidez o en el nivel de ají generen efectos indeseados. Esto representa una ventaja importante, ya que permite optimizar características sensoriales o funcionales del producto sin comprometer su aporte de fibra.

En conjunto, el análisis evidencia que la variable fibra presenta un comportamiento predecible, estable y dependiente del tratamiento como unidad experimental, más que de factores individuales. Este hallazgo aporta un valor significativo al estudio, al demostrar que el sistema responde de manera controlada a las combinaciones formuladas, ofreciendo mayor flexibilidad para el desarrollo y ajuste del producto final.

De acuerdo con los resultados obtenidos el contenido de fibra determinado representa uno de los hallazgos más relevantes de la investigación, ya que la cáscara de yuca se caracteriza por su elevada concentración de componentes fibrosos. La fibra dietética no solo contribuye al valor nutricional del producto, sino que también influye positivamente en sus propiedades tecnológicas. Según (Narvaez & Salazar , 2022). quien evidenció que la incorporación de cáscara de yuca en productos tipo snack incrementa de manera significativa el contenido de fibra. Según. (Arias, 2022) Señalan que las distintas fracciones de la yuca presentan composiciones químicas diferenciadas, siendo la cáscara una fuente importante de fibra estructural. Esto confirma que el uso de este subproducto permite el desarrollo de alimentos con mejores características funcionales.

Grasa

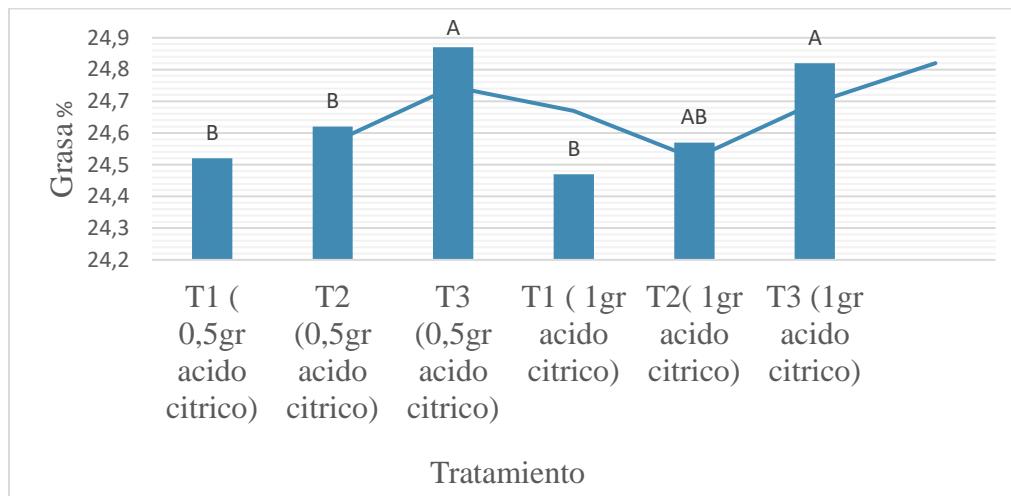


Imagen 5. Grasa del snack con porcentaje de ají y ácido cítrico

Los resultados estadísticos correspondientes a la variable grasa evidencian que el sistema analizado presenta un comportamiento ordenado y coherente. En primer lugar, la prueba de Levene confirma la homogeneidad de las varianzas entre los grupos, al no detectarse diferencias significativas en la dispersión de los datos. Este resultado es fundamental, ya que garantiza que las comparaciones entre los distintos tratamientos se realizan bajo supuestos estadísticos válidos, evitando interpretaciones sesgadas por variaciones desiguales.

El análisis de varianza indica que el modelo general es estadísticamente significativo, lo que demuestra la existencia de diferencias reales en el contenido de grasa entre los tratamientos evaluados. Asimismo, el alto valor del coeficiente de determinación (R^2 cercano a 0,84) refleja que el modelo logra explicar una proporción considerable de la variabilidad observada, lo que fortalece la confiabilidad de los resultados y respalda su validez desde el punto de vista experimental.

Un hallazgo relevante es que las variaciones en la grasa no pueden atribuirse de manera individual ni al ácido cítrico ni al porcentaje de ají, puesto que estos factores, analizados por separado, no presentan efectos significativos dentro del modelo. En cambio, el comportamiento de esta variable responde al efecto combinado de cada tratamiento, entendido como una

formulación específica en la que interactúan los distintos componentes y condiciones definidas en el diseño experimental. Esto indica que la grasa depende del equilibrio global del sistema y no de un único factor aislado.

La prueba de comparaciones múltiples de Tukey refuerza esta interpretación, al mostrar que los tratamientos se agrupan en subconjuntos homogéneos bien diferenciados. Algunos tratamientos presentan contenidos de grasa significativamente más bajos, otros valores intermedios y otros niveles superiores, lo que confirma que las distintas formulaciones no generan el mismo efecto sobre esta variable. Esta diferenciación resulta clave, ya que evidencia que el diseño experimental fue capaz de detectar cambios reales y consistentes en el contenido de grasa.

El análisis gráfico de las medias marginales estimadas complementa estos resultados, mostrando líneas prácticamente paralelas entre los niveles de ácido cítrico y los porcentajes de ají. La ausencia de cruces marcados o pendientes pronunciadas sugiere que estos factores no modifican directamente la tendencia de la grasa, sino que mantienen un comportamiento estable dentro de cada tratamiento. Desde el punto de vista visual, este patrón refuerza la idea de que la grasa es una variable relativamente resistente a ajustes puntuales de los ingredientes.

Desde una perspectiva tecnológica y aplicada, los resultados indican que el contenido de grasa puede regularse principalmente a través de la formulación integral del producto, sin que pequeñas variaciones en la acidez o en el nivel de picante provoquen alteraciones indeseadas. Esto constituye una ventaja práctica importante, ya que permite optimizar atributos sensoriales sin comprometer la composición grasa del producto. En conjunto, el análisis demuestra que la variable grasa presenta un comportamiento estable, predecible y dependiente del tratamiento como unidad experimental, más que de factores individuales. Este hallazgo aporta un valor significativo al estudio, al evidenciar que el sistema evaluado responde de manera controlada a las combinaciones formuladas, brindando mayor flexibilidad en el desarrollo y ajuste del producto final.

En otras palabras, los resultados muestran que el contenido de grasa presenta diferencias reales entre los tratamientos evaluados, mientras que el ácido cítrico y el porcentaje de ají, analizados de forma individual, no influyen directamente en esta variable. La prueba de Levene confirmó que los datos son homogéneos, lo que da confiabilidad al análisis estadístico. Las comparaciones entre tratamientos indican que algunas formulaciones tienen valores de grasa mayores o menores que otras, lo que demuestra que la grasa depende del conjunto del tratamiento y no de un solo ingrediente. El gráfico de medias respalda esta idea, ya que no se observan cambios importantes al variar el ácido cítrico o el porcentaje de ají. El contenido de grasa determinado en los chips de cáscara de yuca guarda una relación directa con el método de cocción empleado. El proceso de fritura facilita la absorción de aceite por parte del producto, lo que se traduce en un aumento de su valor energético, una característica habitual en los snacks elaborados a partir de tubérculos.

Según. (Narvaez & Salazar , 2022). en su investigación sobre chips de plátano y cáscara de yuca, donde se indicó que la cantidad de grasa absorbida está influenciada tanto por el tiempo de fritura como por la estructura del material vegetal. En este contexto, la cáscara de yuca, debido a su mayor porosidad, tiende a retener una mayor cantidad de lípidos, lo que explica los valores de grasa obtenidos en el presente estudio.

Humedad

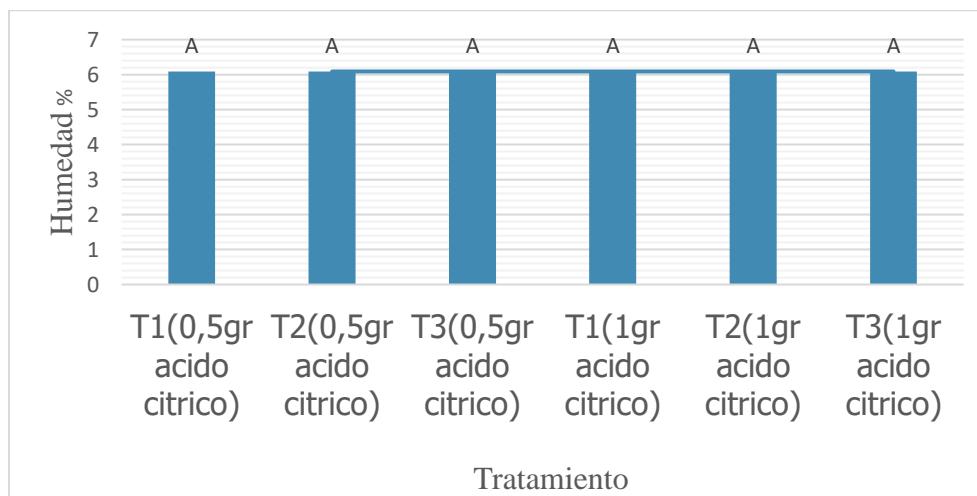


Imagen 6. Humedad del snack con porcentaje de ají y ácido cítrico

El análisis de varianza inter-sujetos aplicado a la variable humedad no mostró diferencias estadísticamente significativas asociadas a la cantidad de ácido cítrico, al porcentaje de ají, a los tratamientos evaluados ni a la interacción entre estos factores. El modelo corregido arrojó una suma de cuadrados igual a cero, lo que evidencia que ninguno de los factores considerados logró explicar variabilidad en los datos observados. De forma consistente, la suma de cuadrados del error también resultó nula, lo que no se pudo determinar la estimación de los estadísticos F y de los valores de significancia correspondientes.

Las alertas emitidas por el software estadístico indican que las desviaciones estándar permanecieron constantes en todas las combinaciones experimentales, lo que impidió realizar pruebas de homogeneidad de varianzas. Esta condición refleja que los valores de humedad fueron completamente uniformes bajo todas las condiciones del experimento.

El gráfico de medias marginales estimadas respalda esta interpretación, ya que los niveles de ácido cítrico (0,5 g y 1 g) y los porcentajes de ají (5 %, 10 % y 15 %) presentan medias prácticamente iguales, sin patrones definidos, tendencias claras ni cruces entre los perfiles.

Desde la perspectiva experimental, estos resultados permiten concluir que la humedad del sistema analizado se mantiene notablemente estable y no se ve influenciada por las variaciones en la cantidad de ácido cítrico ni en la concentración de ají dentro de los rangos evaluados. Esto sugiere que la humedad estaría determinada principalmente por otros factores no incluidos en este análisis, como las condiciones de procesamiento, la formulación base o el contenido inicial de agua del sistema. La humedad se mantiene constante, lo que permite modificar características sensoriales del producto sin afectar este parámetro físico clave. En consecuencia, el control de la humedad depende principalmente de las condiciones del proceso y no de la concentración de los ingredientes evaluados, siempre que se mantengan dentro de rangos controlados.

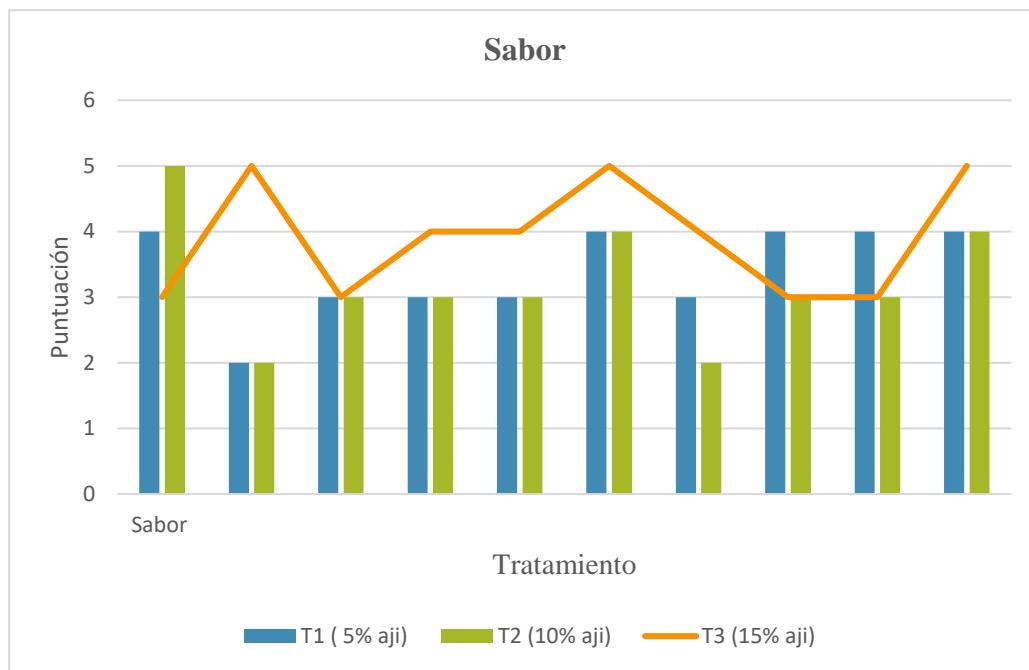
Es decir, este análisis del contenido de humedad en los chips elaborados a partir de cáscara de yuca demuestra que el proceso de elaboración aplicado fue eficaz para disminuir de

manera adecuada el agua presente en el producto final. Este resultado es especialmente favorable en alimentos tipo snack, ya que un bajo nivel de humedad favorece una textura más crujiente, contribuye a una mayor estabilidad durante el almacenamiento y disminuye la probabilidad de alteraciones microbiológicas.

Según (Rosero , 2022) en su investigación sobre chips de yuca y plátano, donde se registraron contenidos de humedad reducidos como efecto directo del proceso de fritura. La coincidencia entre ambos estudios sugiere que el tratamiento térmico aplicado en esta investigación fue apropiado y eficiente para el control de este parámetro fisicoquímico. Las pequeñas diferencias observadas en los valores de humedad pueden explicarse por el empleo de la cáscara de yuca como materia prima, la cual posee una estructura más fibrosa y densa en comparación con la pulpa. Esta característica influye en los mecanismos de retención y liberación de agua durante el procesamiento, generando ligeras variaciones en el contenido final Puntuación de humedad.

GRÁFICAS DE ENCUESTA

SABOR



El gráfico del atributo sabor evidencia una mejora gradual en la aceptación sensorial conforme se incrementa el porcentaje de ají en los tratamientos analizados. Los datos obtenidos mediante las encuestas muestran diferencias claras entre las formulaciones, lo que permite comprender el efecto directo que tiene la concentración de ají en la percepción del sabor por parte de los participantes.

El Tratamiento T1 (5% de ají) obtiene una puntuación cercana a 3,4, reflejando una aceptación intermedia. Este resultado indica que, aunque el sabor resulta agradable, su intensidad podría no ser suficiente para algunos encuestados, lo que limita su preferencia en comparación con los tratamientos con mayor contenido de ají.

De manera similar, el Tratamiento T2 (10% de ají) presenta una calificación prácticamente igual, también alrededor de 3,4, lo que sugiere que el aumento inicial del ají no genera una variación significativa en la percepción del sabor. Esto podría deberse a que, en este nivel, el ají aún no se manifiesta con la intensidad necesaria para marcar una diferencia clara en el perfil sensorial del producto, manteniéndose dentro de un rango de aceptación estable.

En contraste, el Tratamiento T3 (15% de ají) registra un incremento evidente en la puntuación, alcanzando aproximadamente 3,7, lo que lo posiciona como el tratamiento mejor valorado en cuanto a sabor. Este resultado indica que una mayor concentración de ají potencia el perfil gustativo del producto, haciéndolo más atractivo y satisfactorio para los encuestados. La mejora observada sugiere que el sabor se percibe como más intenso, equilibrado y acorde con las expectativas del consumidor.

En términos generales, los resultados permiten concluir que el aumento del porcentaje de ají influye de manera positiva en la aceptación del sabor, especialmente a partir del 15%. Mientras que los tratamientos con menor concentración presentan una aceptación moderada, el Tratamiento T3 destaca por lograr una mejor respuesta sensorial. Estos hallazgos resultan relevantes para la optimización del producto, ya que resaltan la importancia de ajustar

adecuadamente la proporción de ají para realizar el sabor sin afectar negativamente la aceptación del consumidor.

CONSISTENCIA

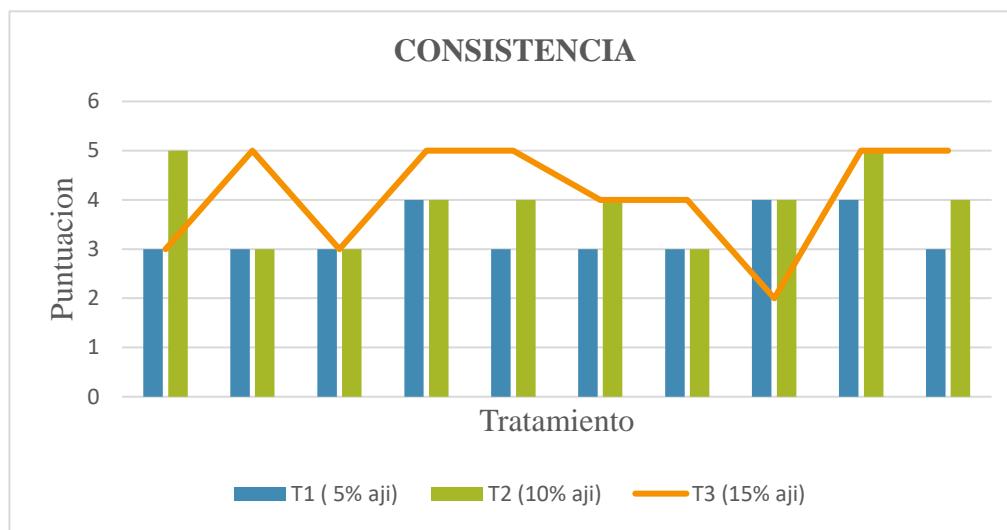


Imagen 8. Consistencia de los diferentes tratamientos de porcentaje de ají

El gráfico muestra un incremento gradual en la valoración de la consistencia a medida que se eleva el porcentaje de ají incorporado en los distintos tratamientos. Los datos obtenidos a partir de las encuestas evidencian diferencias bien definidas entre los tres niveles evaluados, lo que permite apreciar con claridad la influencia que tiene la concentración de ají en la percepción de los participantes.

El Tratamiento T1 (5% de ají) presenta la puntuación más baja, con un valor cercano a 3,3. Este resultado indica que la consistencia del producto es aceptable, pero no alcanza un nivel alto de preferencia. Esta valoración podría estar relacionada con una textura menos consistente o con menor estabilidad, posiblemente debido a la limitada interacción de los componentes en esta concentración.

En el Tratamiento T2 (10% de ají) se observa una mejora evidente, alcanzando una puntuación aproximada de 3,9. Este aumento sugiere que una mayor proporción de ají contribuye de manera favorable a la consistencia, dando lugar a una textura más homogénea y mejor

apreciada por los encuestados. En este nivel, el producto comienza a mostrar un equilibrio adecuado en términos de aceptación sensorial.

Por último, el Tratamiento T3 (15% de ají) obtiene la calificación más alta, con un valor aproximado de 4,1, lo que lo posiciona como el tratamiento con mejor desempeño en cuanto a consistencia. Este resultado indica que una mayor concentración de ají mejora la estructura y cohesión del producto, generando una textura más firme, uniforme y agradable. Asimismo, la alta puntuación refleja una mayor aceptación por parte de los participantes.

En general, los resultados permiten afirmar que existe una relación directa y positiva entre el porcentaje de ají y la consistencia del producto, según la percepción de los encuestados. El Tratamiento T3 se destaca como la opción más favorable, mientras que el Tratamiento T1 muestra aspectos susceptibles de mejora, especialmente en lo relacionado con la textura. Estos hallazgos resultan relevantes para optimizar la formulación del producto y resaltan la importancia de ajustar adecuadamente la proporción de ají para mejorar sus características sensoriales.

AROMA

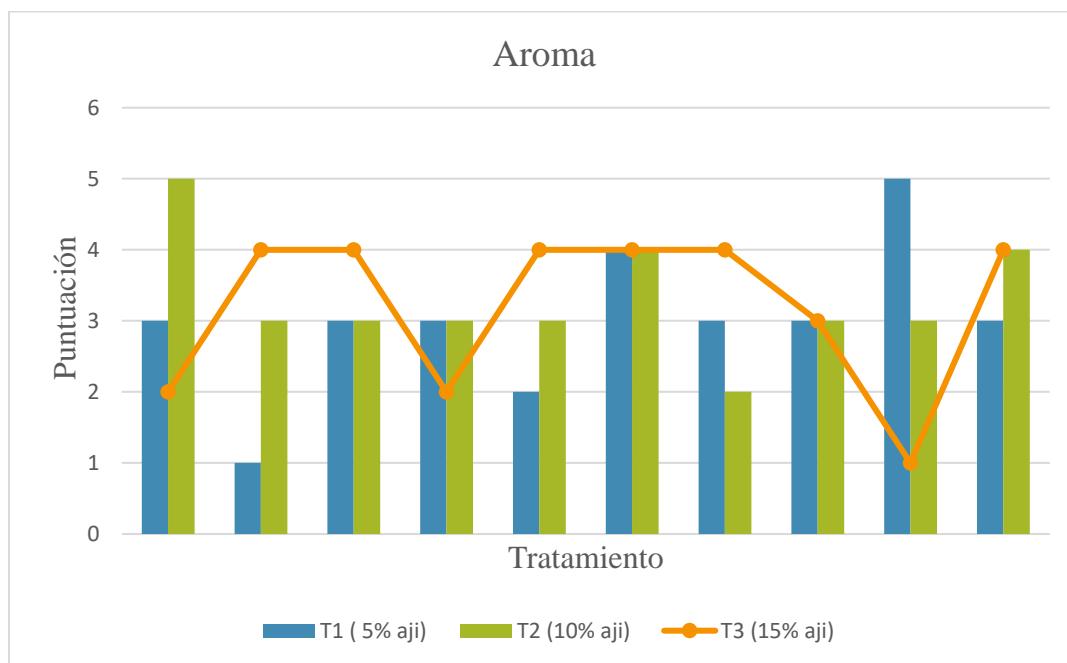


Imagen 9. Aroma de los diferentes tratamientos y porcentaje de ají

Los resultados correspondientes al atributo aroma muestran diferencias claras entre los tratamientos evaluados, los cuales se formularon con distintos porcentajes de ají: 5%, 10% y 15%. De manera general, se observa que la percepción aromática mejora conforme aumenta la concentración de este ingrediente en el producto.

El tratamiento con 5% de ají presentó el promedio más bajo, con una puntuación cercana a 2,9, lo que indica que el aroma fue percibido como poco intenso por los panelistas. Esto sugiere que esta concentración no logra resaltar suficientemente las características aromáticas del ají, haciendo que el aroma pase casi desapercibido durante la evaluación sensorial.

En el tratamiento que incorporó 10% de ají, la puntuación se incrementó aproximadamente a 3,1, evidenciando una percepción aromática más definida. Este resultado refleja que el aumento en la cantidad de ají contribuye a una mayor liberación de compuestos volátiles, mejorando la identificación del aroma sin que este resulte dominante o desagradable.

El tratamiento con 15% de ají alcanzó la puntuación más alta, alrededor de 3,4, lo que indica que fue el mejor valorado en cuanto a aroma. Este comportamiento sugiere que una mayor concentración de ají intensifica el perfil aromático del producto, haciéndolo más atractivo para los evaluadores.

En conjunto, los resultados evidencian una relación directa entre el porcentaje de ají utilizado y la intensidad del aroma percibido. A medida que se incrementa la concentración del ingrediente, el aroma se vuelve más evidente y mejor aceptado. Por lo tanto, desde el punto de vista del atributo aroma, el tratamiento con 15% de ají mostró el desempeño más favorable; sin embargo, es necesario considerar este resultado junto con otros atributos sensoriales para definir la formulación más adecuada del producto.

ACEPTABILIDAD

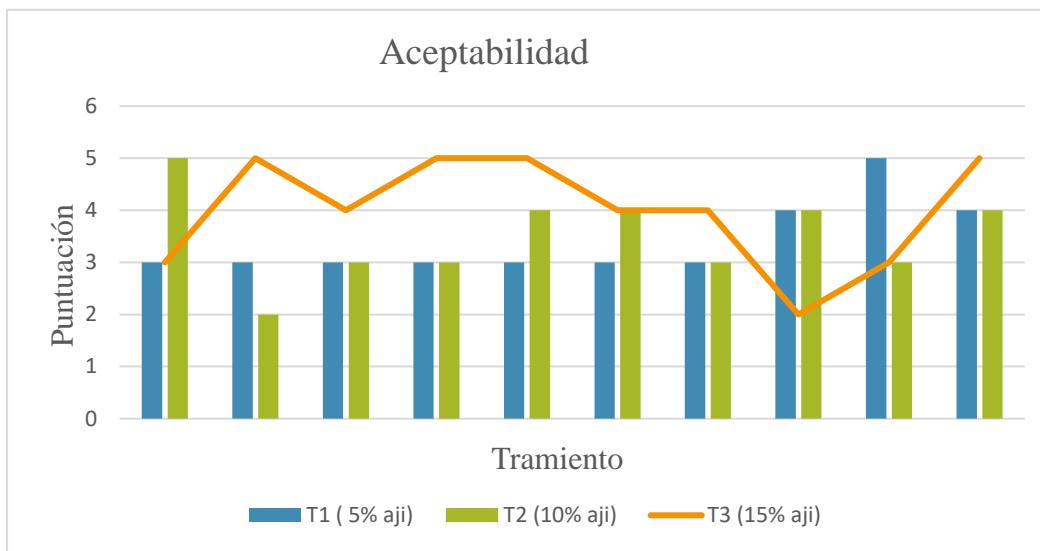


Imagen 10. Aceptabilidad de los diferentes tratamientos y porcentaje de ají

El gráfico de aceptabilidad evidencia una mejora general en la respuesta de los encuestados a medida que aumenta el porcentaje de ají en los tratamientos analizados. Las diferencias entre los valores obtenidos permiten apreciar de forma clara la influencia que tiene la concentración de este ingrediente en la aceptación global del producto.

El Tratamiento T1 (5% de ají) registra una puntuación cercana a 3,6, lo que refleja un nivel de aceptación intermedio. Este resultado indica que el producto es bien recibido; sin embargo, su impacto sensorial no resulta lo suficientemente destacado como para generar una preferencia elevada entre los participantes. En el Tratamiento T2 (10% de ají) se observa una ligera reducción en la puntuación, con un valor aproximado de 3,5. Este comportamiento sugiere que el aumento inicial del ají no produce una mejora perceptible en la aceptabilidad, manteniéndose dentro de un rango similar al tratamiento anterior y sin generar un cambio significativo en la preferencia del consumidor.

En contraste, el Tratamiento T3 (15% de ají) presenta un incremento notable en la valoración, alcanzando una puntuación cercana a 4,0, lo que lo posiciona como el tratamiento con mayor nivel de aceptación. Este resultado evidencia que una mayor concentración de ají

favorece una percepción más atractiva del producto, logrando un mejor equilibrio sensorial y una mayor preferencia por parte de los encuestados.

En términos generales, los resultados permiten afirmar que la aceptabilidad del producto aumenta de manera significativa a partir del 15% de ají, mientras que las formulaciones con menor concentración muestran niveles de aceptación moderados. El Tratamiento T3 se destaca como la opción más favorable, aportando información clave para la optimización del producto y resaltando la importancia de ajustar la proporción de ají para maximizar la aceptación del consumidor.

Análisis del Rendimiento

La siguiente tabla presenta los resultados de los porcentajes del rendimiento de ají

Tabla 1: Rendimiento del snack de la cáscara de Yuca

Porcentaje de ají	Peso inicial	Peso snack obtenido (gr)	Rendimiento (%)
T1 (5%)	250gr	148gr	59.2 %
T2 (10%)	250gr	150gr	60.0%
T3 (15%)	250gr	143gr	57.2 %

Elaborado por: Lucero & Domínguez, (2025)

Al analizar los resultados de rendimiento, se observa que el Tratamiento T2 (10% de ají) alcanzó el porcentaje más alto con un 60,0%, seguido por el T1 (5%) con un 59,2% y finalmente el T3 (15%) con un 57,2%. Esta ligera disminución en el peso final del T3, que representa una diferencia de casi tres puntos porcentuales respecto al máximo obtenido, puede explicarse por una mayor pérdida de humedad durante el proceso térmico, ya que las concentraciones más altas de ají pueden alterar la retención de líquidos sin aportar una ganancia de masa compensatoria. Sin embargo, este menor rendimiento físico no demerita la calidad del producto; por el contrario, los resultados confirman que la aceptabilidad del snack aumenta de forma significativa a partir del 15% de ají, superando los niveles moderados de las otras muestras. Por lo tanto, el Tratamiento T3 se consolida como la opción más favorable y estratégica, ya que logra

el equilibrio ideal entre eficiencia técnica y las preferencias del consumidor, siendo la fórmula clave para optimizar el producto y garantizar su éxito en el mercado.

Tabla 2: Costo de producción

Insumo	Costo unitario	Cantidad usada	Costo total
Yuca	\$0,40	10	\$4,00
Sal	\$1,00	0,5	\$0,50
Ácido cítrico	\$2,50	0,5	\$1,25
Bidón de agua	\$1,00	1	\$1.00
Ají	\$1,00	0,15	\$0,45
manteca de cerdo	\$2,00	1	\$2,00
Empaque fundas pláticas	\$0,20	18	\$3,60
Costo de electricidad	\$0,20	6 h	\$1,20
Total			\$14,00
Mano de obra 10%			\$2,20
Depreciación de equipos 5%			\$1,10
Total, costos directos + costos indirectos			\$17,30
Cálculo de ingresos			
Fundas producidas			10
Costo por inversión por fundas			\$1,73
Precio de venta sugerido 30%			\$2,25
Ingreso Total			\$22,50
Ganancia neta			\$5,20

Elaborado por: Lucero & Solorzano, (2025)

Para este proyecto de snacks de yuca fritos en manteca de cerdo, logramos sacar un lote de 10 fundas con una inversión total de \$17,30. En este presupuesto ya tomamos en cuenta todo, desde la materia prima hasta un margen para cubrir la mano de obra y el uso de los equipos. Cada una de estas fundas tiene un peso neto de 143 gramos, y producirlas nos cuesta exactamente \$1,73 por unidad. Al venderlas a \$2,25, no solo estamos ofreciendo un precio súper competitivo frente a marcas de snacks saludables que suelen ser mucho más caras, sino que también aseguramos una ganancia neta de \$5,20 por cada diez fundas. El uso de la manteca de cerdo le da ese toque artesanal que nos diferencia, demostrando que podemos entregar un

producto de calidad, con un peso justo y que además es un negocio totalmente rentable con un margen de utilidad del 30%.

Conclusiones

En primera instancia, la caracterización de las propiedades fisicoquímicas de la materia prima permitió establecer una base técnica sólida para el desarrollo del proyecto. Se determinó que la cáscara de yuca posee niveles de humedad y un pH que, bajo condiciones de procesamiento controlado, facilitan su transformación industrial sin comprometer la estabilidad del alimento. Estos hallazgos son fundamentales, ya que validan el uso de un sub producto agrícola que tradicionalmente se considera un residuo, demostrando que posee características de inocuidad y funcionalidad aptas para ser reintegradas en la cadena de valor alimentaria bajo un enfoque de sostenibilidad y aprovechamiento de recursos.

En cuanto al proceso de formulación y estandarización del snack, la metodología empleada permitió obtener una matriz alimentaria con características físicas óptimas. La experimentación demostró que la cáscara de yuca responde de manera positiva a las técnicas de deshidratación y fritura, logrando una textura crujiente que emula la calidad de los productos comerciales convencionales. Este proceso de transformación no solo representa una innovación en el uso de insumos no tradicionales, sino que también ofrece una alternativa para reducir el impacto ambiental generado por los desechos orgánicos en la industria de la yuca.

El núcleo de la investigación se centró en la aceptabilidad sensorial, donde se evaluaron tres formulaciones diferenciadas por su concentración de saborizante: el Tratamiento 1 (T1) con un 5% de ají, el Tratamiento 2 (T2) con un 10% de ají y el Tratamiento 3 (T3) con un 15% de ají. Tras el rigor del análisis estadístico y organoléptico, se determinó que el Tratamiento T3 fue el que obtuvo la mayor puntuación en la sala de catación. Este tratamiento se consolidó como el favorito del panel de docentes agroindustriales, superando a las versiones anteriores en atributos clave como la intensidad del sabor, el aroma característico y la persistencia en el paladar. La

superioridad del T3 sugiere que una concentración del 15% de ají logra el equilibrio sensorial ideal, satisfaciendo las exigencias de un consumidor que busca perfiles de sabor más definidos.

Respecto al perfil nutricional, los análisis bromatológicos realizados en laboratorio fueron determinantes para validar la calidad final del snack. Se concluye que el producto obtenido posee un valor nutricional significativo, destacando un contenido de fibra del 16,17% en base húmeda y hasta un 17,22% en base seca. Asimismo, los resultados arrojaron niveles de proteína de 5,98% y un aporte de cenizas de 7,81%, lo que refleja una concentración importante de minerales. Estos datos confirman que el snack de cáscara de yuca no es solo una alternativa recreativa, sino un alimento con un aporte funcional real, diferenciándose positivamente de los snacks ultra procesados tradicionales que carecen de estos niveles de fibra y proteína esenciales.

Finalmente, de manera general, el cumplimiento de los objetivos planteados permite afirmar que la cáscara de yuca es un insumo con un potencial agroindustrial excepcional. La integración exitosa de sus propiedades fisicoquímicas, una formulación innovadora y los sólidos resultados bromatológicos obtenidos en el laboratorio AGROLAB, junto con la identificación del T3 como el mejor tratamiento, consolidan esta investigación como una referencia para el desarrollo de nuevos alimentos. Este estudio demuestra que, mediante la aplicación de criterios científicos y sensoriales, es posible convertir un subproducto agrícola en un snack de alta calidad, nutricionalmente equilibrado y con una identidad propia que responde con éxito a las exigencias técnicas de la agroindustria moderna.

Referencias bibliográficas

- Hirea, J., & Kamalanduac,, D. (2014). openknowledge.fao.org. Obtenido de Escuelas de campo para: <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/f2615e0a-0087-416e-b9c6-8519c2198e1e/content>
- Tovar, C. (Julio de 2021). ResearchGare.com. Obtenido de google: https://www.researchgate.net/publication/352923310_Valorizacion_de_residuos_industrial es_en_la_produccion_de_almidon_de_yuca
- Alcampo. (08 de Julio de 2021). Alcampocorporativo.es. Obtenido de Google: <https://alcampocorporativo.es/huella/casana-reivindica-el-potencial-de-la-yuca-y-la-eleva-al-olimpo-de-los-superalimentos/>
- Angueta, M., & Vanessa, V. (2015). repositorio.ute.edu.ec. Obtenido de Análisis de costos en la producción y comercialización de una yuca a pequeña escala y su aporte en el desarrollo socioeconómico de las familias de la parroquia San Jacinto del Búa, Santo Domingo.: <https://repositorio.ute.edu.ec/entities/publication/d4c041f4-f0dc-4294-ae8b-dabd26ca5cfb>
- Arias, J. . (2022). Metodología de la investigación: El método ARIAS para desarrollar un proyecto de tesis. Obtenido de Instituto Universitario de Innovación Ciencia y Tecnología Inudi Perú.: <https://editorial.inudi.edu.pe/index.php/editorialinudi/catalog/book/22>
- Brenes, A. E. (2017). MANUAL DEL CULTIVO DE YUCA. Obtenido de Sector agro Alimentario: <https://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/F01-10918.pdf>
- Brenes, I. E. (2017). priica.sictanet.org. Obtenido de Innovación para la seguridad alimentaria y Panamá: <https://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/f01-10918.pdf>
- Buitrago , A. (1990). Centro Internacional de Agricultura Tropical. En B. A. Julian. A, La yuca en la alimentacion animal (págs. 33-40). Cali-Colombia: CIAT. Obtenido de <http://ciat>

library.ciat.cgiar.org/articulos_ciat/Yuca_Alimentacion_Animal.pdf

Camargo, E. B. (29 de Junio de 2020). Plus economía . Obtenido de Análisis bromatológico de tres variedades de yuca (MANIHOT esculenta CRANTZ) cultivadas en la Provincia De Chiriquí:

<https://revistas.unachi.ac.pa/index.php/pluseconomia/article/view/441#:~:text=Se%20analizaron%20tres%20variedades%20de%20yuca%20%28Manihot%20esculenta,poco%20f%C3%A3rtiles%2C%20necesita%20poca%20agua%20y%20pocos%20plaguicidas.>

Cárdenes, X. J. (22 de Julio de 2022). Scielo. Obtenido de Optimización del proceso de elaboración de snacks de yuca en una empresa alimenticia ecuatoriana:
http://www.scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-59362022000200025

Cartay, R. (Enero de 2024). Scielo. Obtenido de Agroalimentaria:
https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-03542004000100001

Castrillo León, L. C. (25 de Junio de 2022). @limentech, Ciencia y Tecnología Alimentaria. Obtenido de <https://ojs.unipamplona.edu.co/index.php/alimen/article/view/1658> unipamplona.edu:

Cepeda, Y., & Gladys, M. (12 de Diciembre de 2021). dspace.esPOCH.edu.ec. Obtenido de Elaboración y Caracterización de Bioplásticos a partir de Cáscaras de Yuca (Manihot esculenta) para la envoltura de alimentos: <https://dspace.esPOCH.edu.ec/items/b9ba707d-6730-46f4-b3a2-a0b234d6c052>

Damis, M. (02 de Octubre de 2009). 3tres3.com. Obtenido de google: El beneficio más contundente de la cáscara de yuca reside en su papel como sustituto energético de bajo costo en la dieta porcina. Esta estrategia es crucial, ya que permite a los productores desplazar cereales caros como el maíz, atacando directamente el

Díaz, T. (18 de Junio de 2022). Scielo. Obtenido de google:

http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-548X2021000200235

Estrella, M., & Uvidia, H. (10 de Noviembre de 2022). Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

Obtenido de google: <https://axioma.pucesi.edu.ec/index.php/axioma/article/view/803/728>

García, C. M. (2010 de Septiembre de 2021). www.dspace.espol.edu.ec. Obtenido de

<https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/16000/1/PROYECTO%20DE%20INTRODUCCION%20Y%20COMERCIALIZACI%C3%93N%20DE%20SNACKS%20SALUDABLES%20EN%20LOS%20BARES%20DE%20ESCUELAS%20Y%20COLEGIOS%20DE%20LA%20CIUDAD%20DE%20GUAYAQUIL.pdf>:

<https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/16000/1/PROYECTO%20DE%20INTRODUCCION%20Y%20COMERCIALIZACI%C3%93N%20DE%20SNACKS%20SALUDABLES%20EN%20LOS%20BARES%20DE%20ESCUELAS%20Y%20COLEGIOS%20DE%20LA%20CIUDAD%20DE%20GUAYAQUIL.pdf>

Grande, T. (2 de Febrero de 2021). PROSPECTIVA ISSN EN LÍNEA. Obtenido de Valorización

de residuos industriales en la producción de almidón de yuca:

<file:///C:/Users/NuevoUsuario/Downloads/Dialnet-ValorizacionDeResiduosIndustrialesEnLaProduccionDe-7997610.pdf>

Gutiérrez, A. M. (Junio de 2009). UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA . Obtenido de

google: <https://bfffrepositorio.unal.edu.co/server/api/core/bitstreams/17cb3943-d41f-4b90-9624-12217666dce8/content>

Hernández, D. M., & Castillo, B. (2 de Abril de 2019). ARTÍCULO ORIGINAL. Obtenido de

Caracterización de algunas propiedades físico mecánicas y química de la yuca (*Manihot esculenta*): http://scielo.sld.cu/pdf/rcta/v28n2/es_2071-0054-rcta-28-02-e06.pdf

Magaly, I. R. (2020). wordpress.com. Obtenido de Google: "PLAN DE MARKETING CON

ENFOQUE DE SUSTENTABILIDAD PARA LA

Naranjo, R. (2021). cia.uagraria.edu.ec. Obtenido de ELABORACIÓN DE DOS HARINAS A PARTIR DE CÁSCARA DE YUCA:
<https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/ROMERO%20NARANJO%20NICOLE%20FERNANDA.pdf>

Narvaez , M., & Salazar , K. (2022). Caracterización fisicoquímica y sensorial de chips de plátano (Musa paradisiaca) y Yuca (Manihot esculenta) para la reactivación económica post-COVID del Cantón Arajuno. Obtenido de repositorio.upec.edu.ec:
<https://repositorio.upec.edu.ec/items/cca37985-58f4-4710-bc4f-74d4c52eb48a/full>

OEC. (Diciembre de 2021). OECtoday. Obtenido de Gogle: <https://oec.world/es/profile/bilateral-product/cassava/reporter/ecu?hl=es-US>

Pijal , B., & Pineda , G. (2022). Obtención de harina de Yuca (Manihot esculenta) y plátano verde (Musa paradisiaca) a partir de materia prima proveniente del Cantón Arajuno. Obtenido de Universidad Politécnica Estatal del Carchi: <https://repositorio.upec.edu.ec/items/0c688cce-ebb7-4811-954c-46c691a4931b/full>

Ponce, Á., & Gerrardo, F. (11 de Abril de 2008). congresoucec.com. Obtenido de CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2014:
<https://www.congresoucec.com.mx/documentos/mem2014/ponencias/P-UCEC306.pdf>

Quintanilla, M. R. (12 de Agosto de 2024). REINCISOL. Obtenido de google:
file:///C:/Users/NuevoUsuario/Downloads/Dialnet-ProduccionDeBioplasticosSosteniblesAPartirDeHarina-10004576.pdf

Riera, M., Mero, M., & Párraga, . L. (06 de Abril de 2024). Espamciencia. Obtenido de google:
https://revistasesspam.espm.edu.ec/index.php/Revista_ESPAMCIENCIA/article/view/466

Romero, F. (14 de Junio de 2021). UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR. Obtenido de google:

<https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/ROMERO%20NARANJO%20NICOLE%20FERNANDA.pdf>

Rosero , S. (2022). Caracterización fisicoquímica y sensorial de chips de plátano (*Musa paradisiaca*) y yuca (*Manihot esculenta*) para la reactivación económica post-COVID del Cantón Arajuno. Obtenido de Red de Investigadores Ecuatorianos: <https://redi.cedia.edu.ec/document/75895>

Tercero, L. P. (10 de Abril de 2020). Todos los echos . Obtenido de google: <https://todosloshechos.es/cuanto-acido-citrico-por-litro-de-agua>

Yautibug, C. (12 de Diciembre de 2021). dspace.espoch.edu.ec. Obtenido de Elaboración y Caracterización de Bioplásticos a partir de Cáscaras de Yuca (*Manihot esculenta*) para la envoltura de alimentos: <https://dspace.espoch.edu.ec/items/b9ba707d-6730-46f4-b3a2-a0b234d6c052>