

## IMPLEMENTACIÓN ANCESTRAL DE HARINA DE AVENA, MAÍZ Y ARROZ EN LA ELABORACIÓN DEL PAN

## IMPLEMENTAÇÃO ANCESTRAL DE FARINHA DE AVEIA, MILHO E ARROZ NA ELABORAÇÃO DO PÃO

## PARTIAL IMPLEMENTATION OF OAT, CORN AND RICE FLOUR IN BREAD MAKING



10.56238/revgeov17n2-108

Charly Sebastián Zambrano Zambrano<sup>1</sup>, Lilia Moncerrate Villacis Zambrano<sup>2</sup>, Rocío Elizabeth Vera Mera<sup>3</sup>, Ronnye Andres Zambrano Caballero<sup>4</sup>

### RESUMEN

La investigación se realizó con el objetivo de evaluar el efecto de la sustitución de harina de trigo en un 15% por otros cereales. Se utilizaron los métodos experimentales, el tipo de investigación fue cualitativa y cuantitativa, además se utilizó las pruebas de Tukey, Fisher y Games-Howell al 0.05 de significancia, y la estadística no paramétrica para la evaluación sensorial y pérdida de masa utilizando Kruskal-Wallis. Se evaluaron las características físicas por métodos gravimétricos, proximales por métodos Kjeldahl, Soxhlet, Ankom y sensoriales por pruebas de aceptabilidad. Los resultados obtenidos demostraron diferencias en las muestras control T0 y el pan con sustitución de harina de arroz T3 debido a que presentaron el mayor volumen específico. La renovación parcial de harinas de cereales tuvo efecto sobre las características físicas de los panes (volumen, densidad, volumen específico, pérdida de masa), debido a que las harinas de avena, maíz y arroz difieren en su composición química puntualizando que carecen de gluten como componente fundamental en la elaboración de pan. Las peculiaridades de: dureza se vio influenciada directamente por el volumen obtenido del pan, la gomosidad incidió por la capacidad de retención de agua que humedece la miga y la elasticidad que se vio afectada por la retención de gases durante la fermentación. Las tipologías proximales de los tratamientos estudiados incidieron sobre la humedad, grasa, fibra bruta y extracto libre de nitrógeno guardando una estrecha relación con la composición química de las harinas utilizadas no tuvo ningún efecto según los efectos logrados estadísticamente.

**Palabras clave:** Ancestralidad. Producción. Tecnología. Técnica.

<sup>1</sup> Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí. Ecuador. Orcid: <https://orcid.org/0009-0007-5769-3636>

<sup>2</sup> Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí. Ecuador. E-mail: [lilia.villacis@uleam.edu.ec](mailto:lilia.villacis@uleam.edu.ec)

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-2888-6363>

<sup>3</sup> Universidad Nacional Agraria la Molina. Perú. E-mail: [rveramera@gmail.com](mailto:rveramera@gmail.com)

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-8118-0351>

<sup>4</sup> Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí. Ecuador. E-mail: [e1314153568@live.uleam.edu.ec](mailto:e1314153568@live.uleam.edu.ec)

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-2975-1492>



**RESUMO**

A pesquisa foi realizada com o objetivo de avaliar o efeito da substituição de 15% da farinha de trigo por outros cereais. Foram utilizados métodos experimentais; o tipo de pesquisa foi qualitativo e quantitativo, além de serem aplicados os testes de Tukey, Fisher e Games-Howell com nível de significância de 0,05 e estatística não paramétrica para a avaliação sensorial e da perda de massa utilizando Kruskal-Wallis. As características físicas foram avaliadas por métodos gravimétricos, as análises proximais pelos métodos de Kjeldahl, Soxhlet e Ankom e as sensoriais por testes de aceitabilidade. Os resultados obtidos demonstraram diferenças entre as amostras controle T0 e o pão com substituição por farinha de arroz T3, pois apresentaram o maior volume específico. A substituição parcial das farinhas de cereais teve efeito sobre as características físicas dos pães (volume, densidade, volume específico e perda de massa), visto que as farinhas de aveia, milho e arroz diferem em sua composição química, destacando-se que não contêm glúten como componente fundamental na elaboração do pão. As propriedades de dureza foram diretamente influenciadas pelo volume obtido do pão, a gomosidade foi afetada pela capacidade de retenção de água que umedece o miolo e a elasticidade foi impactada pela retenção de gases durante a fermentação. As características proximais dos tratamentos estudados influenciaram a umidade, gordura, fibra bruta e extrato livre de nitrogênio, mantendo estreita relação com a composição química das farinhas utilizadas, não apresentando efeito significativo de acordo com os resultados estatísticos obtidos.

**Palavras-chave:** Ancestralidade. Produção. Tecnologia. Técnica.

**ABSTRACT**

The research was conducted to evaluate the effect of substituting 15% of wheat flour with other cereals. Experimental methods were used, and the research was both qualitative and quantitative. Tukey's, Fisher's, and Games-Howell tests were used at a significance level of 0.05, and non-parametric statistics were employed for sensory evaluation and mass loss assessment using the Kruskal-Wallis test. Physical characteristics were evaluated using gravimetric methods, proximate characteristics using Kjeldahl, Soxhlet, and Ankom methods, and sensory characteristics using acceptability tests. The results showed differences between the control sample (T0) and the bread with rice flour substitution (T3), as the latter exhibited the highest specific volume. The partial renewal of cereal flours affected the physical characteristics of the bread (volume, density, specific volume, and dough loss), since oat, corn, and rice flours differ in their chemical composition, notably lacking gluten, a fundamental component in breadmaking. The characteristics of hardness were directly influenced by the resulting bread volume, gumminess was affected by the water retention capacity that moistens the crumb, and elasticity was affected by gas retention during fermentation. The proximate types of treatments studied affected moisture, fat, crude fiber, and nitrogen-free extract, maintaining a close relationship with the chemical composition of the flours used. The effects obtained were statistically significant.

**Keywords:** Ancestry. Production. Technology. Technique.



## 1 INTRODUCCIÓN

Entre marzo del 2020 y enero del 2023 los precios del trigo y el maíz a nivel mundial han experimentado un mayor aumento después del brote del covid-19 (Consoli et al., 2023). Del mismo modo, durante los últimos años el precio del trigo ha registrado incrementos representativos, como resultado de la sumatoria de varios factores, por un lado, el cambio de la naturaleza en el transcurso del tiempo que afecta al precio de los alimentos, y por otro lado la oferta de cereales (Pullas, 2017).

Ecuador importa el 90% del trigo que se consume en el país. La producción interna es precaria, aun cuando el trigo es el principal cereal que se utiliza para la elaboración de harina. Los trabajadores de la industria de panificación se encuentran a la espera del pronunciamiento del Gobierno en cuanto a las medidas que aplicará para compensar al sector y no subir el precio de panificados por los altos costos de la harina y la manteca (Holguín & Alvarado, 2017). Por otra parte, la población ecuatoriana basa su alimentación mediante el consumo de cereales de gran importancia como el arroz, la cebada, el maíz y el trigo. El consumo per cápita del trigo se estima que es superior a 30 kilogramos por año, con una producción nacional de 36.936,31 toneladas año (Pullas, 2017).

Aun así, los alimentos importados han subido de precio por los problemas de transporte marítimo que se arrastran desde el inicio de la pandemia y la invasión rusa a Ucrania, no solo el aceite ha subido de precio, también la manteca, la margarina y la harina, que han incidido en sectores productivos como el panificador; el precio del quintal de harina pasó de USD 31 a USD 44 entre octubre de 2021 y abril de 2022. El llamado “pan popular” que costaba USD 0,12 ahora se vende en USD 0,15 (Orozco, 2022).

Desde la perspectiva de (Crespo, 2015, p. 7) en Saberes y conocimientos originarios, tradicionales y populares, plantea que la Pachamama del conocimiento desde la era de Abya Yala se ha transmitido, compartido, reproducido, puesto en práctica e innovado con conocimientos y sabidurías de los antepasados, gestionando coherentemente para reproducir la sabiduría de los pueblos. En el contexto manabita, esta posiciona visión los saberes ancestrales como base para técnicas tecnológicas productivas que imaginan futuros sostenibles. Fortalecer su integración en currículos educativos y productivos contribuye a ciudadanos conscientes de su herencia cultural.

Así mismo (Muñoz et al., 2020, p. 1) en su revisión sobre saberes ancestrales, afirman que la combinación de conocimientos ancestrales y técnicas agrícolas modernas es cada vez más utilizada por los agricultores de los Andes, lo que demuestra su gran importancia como alternativa ideal para alcanzar estándares internacionales de productividad y sostenibilidad. En Manabí, estas técnicas tecnológicas productivas



trascienden su función utilitaria y se convierten en expresión de identidad cultural ligada a la tierra. Cada práctica ancestral encierra procesos familiares y comunitarios que fortalecen lazos productivos sostenibles. Estas técnicas actúan como canal para mantener viva la cultura manabita, transmitiendo valores de equilibrio ecológico y económico a través de su aplicación diaria.

Por ello, este trabajo pretende considerar la sustitución parcial de la harina de trigo por otros cereales en pequeñas cantidades para tener una variedad en cuanto al producto de panificación tradicional que se ve comúnmente en esta industria, la demanda de trigo en Ecuador excede la oferta disponible, lo que ejerce presión sobre los precios y un aumento en la compra de productos a base de trigo, como pan y otros alimentos procesados, dando como resultado que el precio de la harina de trigo se eleve en los últimos años, así mismo la mayor importación, descenso de producción nacional y conflictos territoriales de naciones productoras. En este sentido, el objetivo de esta investigación es evaluar el efecto de la sustitución parcial de harina de trigo en la elaboración de pan sobre las características físicas, proximales y sensoriales

## 2 METODOLOGÍA

Se aplicó el método experimental para la evaluación de los tratamientos, utilizando un diseño completamente al azar (DCA) de cuatro tratamientos y cinco repeticiones, siendo el T0 el control sin aplicación; un total de 20 unidades experimentales de estudio para evaluar el efecto de la sustitución parcial de harina en la elaboración de pan sobre las características físicas, proximales y sensoriales, para determinar diferencia entre medias se aplicaron pruebas de rangos múltiples al ( $p \leq 0,05$ ) si existe diferencia o igualdad en los tratamientos (Vera Chang, & Vera Barahona, 2018).

Para cada muestra se utilizaron los tratamientos en estudio con una masa de alrededor de 370g correspondientes del peso total de los ingredientes, de los cuales se dividieron en cinco porciones de 60 gramos para los panes individuales a los que se les midió sus características físicas, proximales y sensoriales, de esta forma se elaboraron tres masas al 15% de sustitución de la harina trigo por avena, maíz y arroz en la formulación inicial y una del control tal como muestra en la tabla 3, además la formulación utilizada e ingredientes se modificó a partir de las investigaciones de (Parenti et al., 2020; Mao et al., 2022).

También, se realizó la prueba de normalidad de Anderson Darling para determinar si se eran pruebas paramétricas o no paramétricas, luego se procedió a realizar las pruebas de igualdad de varianzas de Bartlett y en este punto se realizó el análisis de varianza a



cada una de las variables en estudio, a su vez se aplicaron las pruebas de comparación múltiple Tukey, Fisher y Games-Howell para conocer cual tenía la mayor diferencia. En el caso de las pruebas no paramétricas para determinar la significancia se aplicó la prueba de Kruskal-Wallis. Para estos análisis se trabajó con el programa MINITAB 18, con un  $\alpha = 5\%$ .

### 3 RESULTADOS

**Tabla 1**

*Distribución de datos normales para variables físicas*

| Variable           | Significancia | Distribución Normal |    |
|--------------------|---------------|---------------------|----|
|                    |               | Si                  | No |
| Volumen            | 0.780         | X                   |    |
| Densidad           | 0.192         | X                   |    |
| Volumen específico | 0.533         | X                   |    |
| Pérdida de masa    | <0.005        |                     | X  |

Mediante las pruebas de normalidad de Anderson Darling se determinó que las variables físicas que comprenden el volumen, densidad y volumen específico tienden a una distribución normal de los datos obtenidos debido a que su p valor fue mayor que el nivel de significancia 0.05. Por otra parte, la variable de pérdida de humedad no cumplió con el supuesto de normalidad por lo cual se aplicaron pruebas no paramétricas debido a que su valor de probabilidad fue menor que 0.05.

**Tabla 2**

*Prueba de Bartlett en volumen*

| Método   | Estadística de prueba | Valor p |
|----------|-----------------------|---------|
| Bartlett | 0.73                  | 0.867   |

Con la prueba de igualdad de varianza, se pudo demostrar que para la variable volumen, sus datos presentaron homogeneidad debido a que su valor de probabilidad fue mayor que 0.05.



**Tabla 3**

*Prueba de comparación en paraje de Tukey en volumen*

| Tratamientos | N | Media (cm3) | Agrupación | Desv. Est. |
|--------------|---|-------------|------------|------------|
| T0           | 5 | 155.51      | A          | 15.06      |
| T3           | 5 | 143.93      | A B        | 11.01      |
| T2           | 5 | 131.27      | B C        | 13.09      |
| T1           | 5 | 118.49      | C          | 10.01      |

Tras aplicar el ANDEVA, mediante la prueba de Tukey, se demostraron tres rangos de los cuales se observó que el tratamiento T3 no difirió significativamente del tratamiento control, lo cual indicó que este tratamiento denotó un mayor aumento de volumen en comparación a los tratamientos que se les adicionó harina de maíz T2 y avena T1 respectivamente, además se observó que el tratamiento uno fue el que obtuvo un menor valor para la variable volumen.

**Tabla 4**

*Prueba de Bartlett en densidad*

| Método   | Estadística de prueba | Valor p |
|----------|-----------------------|---------|
| Bartlett | 1.35                  | 0.718   |

Mediante la prueba de Bartlett, aplicada a la variable en estudio, se pudo determinar la igualdad de varianza puesto que el p valor fue mayor que el nivel de significancia de 0.05.

**Tabla 5**

*Prueba de comparación en pareja de Tukey en densidad*

| Tratamientos | N | Media (g/cm3) | Agrupación | Desv. Est. |
|--------------|---|---------------|------------|------------|
| T1           | 5 | 0.4545        | A          | 0.0326     |
| T2           | 5 | 0.4089        | A B        | 0.0464     |
| T3           | 5 | 0.3573        | B C        | 0.0260     |
| T0           | 5 | 0.3368        | C          | 0.0314     |

Con la comparación de Tukey, se demostraron tres agrupaciones entre los tratamientos, de los cuales el tratamiento dos no tuvo diferencias significativas con el tratamiento uno, lo cual se observó que estos obtuvieron la mayor densidad en comparación a los tratamientos que se les sustituyó harina de arroz y el control, por otra parte, se mostró que el control fue el que tuvo un menor valor para la variable densidad.



**Tabla 6**

*Prueba de Bartlett en volumen específico*

| Método   | Estadística de prueba | Valor p |
|----------|-----------------------|---------|
| Bartlett | 1.35                  | 0.717   |

El supuesto de homogeneidad de la variable volumen específico se cumplió por tener un valor de probabilidad mayor que 0.05 en la prueba de Bartlett

**Tabla 7**

*Prueba de comparación en pareja de Tukey en volumen específico*

| Tratamientos | N | Media (cm <sup>3</sup> /g) | Agrupación |     | Desv. Est. |
|--------------|---|----------------------------|------------|-----|------------|
| T0           | 5 | 2.991                      | A          |     | 0.290      |
| T3           | 5 | 2.812                      | A          | B   | 0.168      |
| T2           | 5 | 2.470                      |            | B C | 0.269      |
| T1           | 5 | 2.2097                     |            | C   | 0.199      |

Con la comparación en parejas de Tukey, se pudo identificar que entre tratamientos existieron tres agrupaciones, en los cuales se observó que el tratamiento tres no difirió con el tratamiento control, siendo estos los de mayor volumen específico, en comparación con los tratamientos en los que se sustituyó harina de maíz y arroz, además el tratamiento uno fue el que tuvo un menor volumen específico.

**Tabla 8**

*Prueba de Kruskal Wallis para pérdida de masa*

| Método                   | GL | Valor H | Valor p |
|--------------------------|----|---------|---------|
| No ajustado para empates | 3  | 11.67   | 0.009   |
| Ajustado para empates    | 3  | 13.24   | 0.004   |

En este caso particularmente por no tener una distribución normal de los datos, se utilizó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis, en la cual se determinó diferencia significativa en alguno de los tratamientos debido a que su p valor fue menor que 0.05.





**Tabla 9**

*Estadística descriptiva para pérdida de masa*

| Tratamientos | N  | Mediana % | Clasificación de medias | Valor Z |
|--------------|----|-----------|-------------------------|---------|
| T0           | 5  | 0.133333  | 13.0                    | 1.09    |
| T1           | 5  | 0.100000  | 5.4                     | -2.23   |
| T2           | 5  | 0.116667  | 7.0                     | -1.53   |
| T3           | 5  | 0.150000  | 16.6                    | 2.66    |
| General      | 20 |           | 10.5                    |         |

En la tabla de estadística descriptiva se pudo apreciar los valores de la mediana de los cuatro tratamientos, en los que se evidenció que el tratamiento uno fue el que perdió menos masa en comparación al tratamiento tres que perdió más masa.

**Tabla 10**

*Distribución de datos normales para el análisis de perfil de textura*

| Variable       | Significancia | Distribución Normal |    |
|----------------|---------------|---------------------|----|
|                |               | Si                  | No |
| Dureza         | 0.085         | X                   |    |
| Adhesividad    | 0.825         | X                   |    |
| Cohesión       | 0.286         | X                   |    |
| Gomosidad      | 0.096         | X                   |    |
| Elasticidad    | 0.511         | X                   |    |
| Masticabilidad | 0.131         | X                   |    |

Por medio de las pruebas de normalidad de Anderson Darling, se determinó que las variables análisis del perfil de textura que comprenden la dureza, adhesividad, cohesión, gomosis, elasticidad y masticabilidad tienden a una distribución normal de los datos obtenidos, debido a que su p valor fue mayor que  $\alpha = 0.05$ .

**Tabla 11**

*Prueba de Bartlett en dureza*

| Método   | Estadística de prueba | Valor p |
|----------|-----------------------|---------|
| Bartlett | 6.77                  | 0.080   |

Con la prueba de Bartlett, se demostró igualdad de varianzas entre tratamiento al tener un valor de probabilidad mayor que el nivel de significancia de 0.05.





**Tabla 12**

*Prueba de comparación en pareja de Tukey en dureza*

| Tratamientos | N | Media (N) | Agrupación | Desv. Est. |
|--------------|---|-----------|------------|------------|
| T1           | 5 | 5.384     | A          | 0.894      |
| T3           | 5 | 3.434     | B          | 1.194      |
| T0           | 5 | 2.846     | B          | 0.245      |
| T2           | 5 | 2.360     | B          | 0.863      |

Una vez aplicado el análisis de varianza, la prueba de comparación en pareja de Tukey, demostró que existieron dos agrupaciones entre los tratamientos de los cuales los tratamientos a los que se les sustituyó harina de arroz T3, el control T0 y al que se le reemplazó harina de maíz, difirieron significativamente con el tratamiento en el que se utilizó harina de avena T1, el tratamiento dos fue el que tuvo la menor dureza.

**Tabla 13**

*Prueba de Bartlett en adhesividad*

| Método   | Estadística de prueba | Valor p |
|----------|-----------------------|---------|
| Bartlett | 7.59                  | 0.055   |

Con la prueba de igualdad de varianzas, se demostró la homocedasticidad del parámetro en estudio al tener un p valor mayor que el nivel de significancia.

**Tabla 14**

*Prueba de comparación en pareja de Tukey en adhesividad*

| Tratamientos | N | Media (J) | Agrupación | Desv. Est. |
|--------------|---|-----------|------------|------------|
| T1           | 5 | 0.02287   | A          | 0.004      |
| T0           | 5 | 0.01161   | B          | 0.007      |
| T2           | 5 | 0.00676   | B          | 0.001      |
| T3           | 5 | 0.00447   | B          | 0.006      |

Con la prueba de Tukey, se identificó dos agrupaciones entre los tratamientos, de los cuales el control T0, al que se le sustituyó harina de maíz T2 y arroz T3, tuvieron diferencias significativas con el T1, siendo este el de mayor adhesividad en comparación a los demás tratamientos, el que presentó el menor valor para esta variable fue el T2.



**Tabla 15**

*Prueba de Bartlett en cohesión*

| Método   | Estadística de prueba | Valor p |
|----------|-----------------------|---------|
| Bartlett | 1.18                  | 0.757   |

Con la prueba de Bartlett, se demostró homogeneidad entre varianzas de la variable analizada debido a que su p valor fue mayor que el alfa.

**Tabla 16**

*Prueba de comparación en pareja de Tukey en cohesión*

| Tratamientos | N | Media (%) | Agrupación | Desv. Est. |
|--------------|---|-----------|------------|------------|
| T1           | 5 | 0.6518    | A          | 0.033      |
| T0           | 5 | 0.6231    | B          | 0.038      |
| T2           | 5 | 0.5162    | B          | 0.049      |
| T3           | 5 | 0.5069    | B          | 0.055      |

Con la prueba de comparación en parejas de Tukey, se pudo identificar que existieron dos agrupaciones, de las cuales el T0 no difiere significativamente del T1, siendo este el de mayor cohesión, en comparación a los tratamientos que se les sustituyó harina de maíz T2 y arroz T3, siendo este último tratamiento el que obtuvo un menor valor.

**Tabla 17**

*Prueba de Bartlett en gomosidad*

| Método   | Estadística de prueba | Valor p |
|----------|-----------------------|---------|
| Bartlett | 4.15                  | 0.245   |

Con la prueba de Bartlett, se demostró homogeneidad de varianzas entre los tratamientos puesto que el valor de probabilidad fue mayor que 0.05.

**Tabla 18**

*Análisis de varianza de gomosidad*

| Fuente       | GL | SC Ajust. | MC Ajust. | Valor F | Valor p |
|--------------|----|-----------|-----------|---------|---------|
| Tratamientos | 3  | 1.6582    | 0.55274   | 27.62   | 0.000   |
| Error        | 16 | 0.3202    | 0.02001   |         |         |
| Total        | 19 | 1.9784    |           |         |         |



Una vez que se aplicó el análisis de varianza a la variable gomosidad, se pudo determinar que existió diferencias significativas en alguno de los tratamientos, puesto que su p valor fue menor que 0.05.

**Tabla 19**

*Prueba de comparación en pareja de Tukey en gomosidad*

| Tratamientos | N | Media (N) | Agrupación | Desv. Est. |
|--------------|---|-----------|------------|------------|
| T1           | 5 | 1.8663    | A          | 0.123      |
| T0           | 5 | 1.3298    | B          | 0.063      |
| T3           | 5 | 1.2975    | B          | 0.197      |
| T2           | 5 | 1.0855    | B          | 0.149      |

Con la prueba de Tukey, se identificaron dos agrupaciones entre los tratamientos de los cuales se vio que los tratamientos control T0, el de sustitución de harina de arroz T3 y maíz T2, tuvieron diferencia significativa con el tratamiento uno, el tratamiento dos fue el que tuvo la menor gomosidad.

**Tabla 20**

*Prueba de Bartlett en elasticidad*

| Método   | Estadística de prueba | Valor p |
|----------|-----------------------|---------|
| Bartlett | 3.64                  | 0.303   |

Se pudo demostrarla igualdad de varianzas, de la variable elasticidad, debido a que el valor de probabilidad resultó ser mayor que alfa para la prueba de Bartlett.

**Tabla 21**

*Estadísticas descriptivas en elasticidad*

| Tratamientos | N | Media (%) | Agrupación | Desv. Est. |
|--------------|---|-----------|------------|------------|
| T0           | 5 | 0.8743    | A          | 0.057      |
| T1           | 5 | 0.8104    | A B        | 0.089      |
| T2           | 5 | 0.6891    | B          | 0.159      |
| T3           | 5 | 0.6812    | B          | 0.102      |

Con la prueba de Fisher, se demostraron dos rangos de los cuales se pudo apreciar que el tratamiento T1 no difirió significativamente del tratamiento control, por lo que este fue el que tuvo la mayor elasticidad a diferencia de los tratamientos que se les adiciono harina



de maíz T2 y arroz T3, este último fue el que tuvo el menor valor para esta variable en estudio.

**Tabla 22**

*Prueba de Bartlett en masticabilidad*

| Método   | Estadística de prueba | Valor p |
|----------|-----------------------|---------|
| Bartlett | 3.64                  | 0.339   |

Con la prueba de Bartlett, se determinó igualdad de las varianzas de la variable en estudio puesto que el valor de probabilidad fue mayor que alfa.

**Tabla 23**

*Prueba de comparación en pareja de Tukey para masticabilidad.*

| Tratamientos | N | Media (N) | Agrupación |     | Desv. Est. |
|--------------|---|-----------|------------|-----|------------|
| T1           | 5 | 1.7696    | A          |     | 0.134      |
| T0           | 5 | 1.2855    | A          | B   | 0.065      |
| T3           | 5 | 1.1751    |            | B C | 0.173      |
| T2           | 5 | 0.9812    |            | C   | 0.104      |

Con la comparación en pareja de Tukey, se determinaron tres agrupaciones en las que se observó que el tratamiento control, el de sustitución de harina de arroz T3 y maíz T2 fueron los de menor fuerza de masticación, además tuvieron diferencias con el tratamiento que se sustituyó harina de avena T1, siendo este el que resultó con mayor masticabilidad.

**Tabla 24**

*Distribución de datos normales para los análisis proximales*

| Variable                    | Significancia | Distribución Normal |    |
|-----------------------------|---------------|---------------------|----|
|                             |               | Si                  | No |
| Humedad                     | 0.129         | X                   |    |
| Humedad                     | 0.254         | X                   |    |
| Proteína                    | 0.281         | X                   |    |
| Grasa                       | 0.390         | X                   |    |
| Fibra bruta                 | 0.238         | X                   |    |
| Extracto libre de Nitrógeno | 0.314         | X                   |    |
| Energía                     | 0.466         | X                   |    |

De la misma forma para los parámetros de los análisis proximales, se aplicaron las pruebas de normalidad, en las cuales se observó que todas las variables presentaron



distribución normal de los datos, debido a que los valores de probabilidad de todos fueron mayores al 0.05.

**Tabla 25**

*Prueba de Bartlett en humedad*

| Método   | Estadística de prueba | Valor p |
|----------|-----------------------|---------|
| Bartlett | 14.72                 | 0.002   |

Con la prueba de Bartlett, se determinó que la varianza de la variable en estudio no cumplió con el supuesto de homocedasticidad, debido a que su valor de probabilidad fue menor que 0.05.

**Tabla 26**

*Análisis de varianza de Welch en humedad*

| Fuente       | GL Num | GL Den  | Valor F | Valor p |
|--------------|--------|---------|---------|---------|
| Tratamientos | 3      | 8.10488 | 38.73   | 0.000   |

En cuanto al parámetro de humedad se necesitó aplicar un análisis de varianza de Welch, ideal para varianzas desiguales en el cual se pudo identificar que existió diferencia significativa entre los tratamientos debido que su p valor fue menor que 0.05.

**Tabla 27**

*Prueba de comparación en pareja de Games Howell para humedad*

| Tratamientos | N | Media (%) | Agrupación | Desv. Est. |
|--------------|---|-----------|------------|------------|
| T1           | 5 | 24.691    | A          | 0.676      |
| T2           | 5 | 20.13     | A B        | 3.800      |
| T3           | 5 | 20.030    | B          | 0.618      |
| T0           | 5 | 19.35     | B          | 2.900      |

Con la prueba de comparación en parejas Games Howell, se pudo identificar dos rangos de los cuales el T2 no difiere significativamente del T1, el cual fue el de mayor humedad en comparación de los tratamientos con sustitución de harina de arroz T3 y el control T0, siendo este último el de menor humedad.



**Tabla 28**

*Prueba de Bartlett en ceniza*

| Método   | Estadística de prueba | Valor p |
|----------|-----------------------|---------|
| Bartlett | 0.93                  | 0.818   |

Se determinó la igualdad de varianzas, del parámetro ceniza debido a que su valor de probabilidad fue mayor que alfa.

**Tabla 29**

*Medias estadísticas para la variable ceniza*

| Tratamientos | N | Media (%) | Desv. Est. |
|--------------|---|-----------|------------|
| T0           | 5 | 1.9456    | 0.0516     |
| T1           | 5 | 1.9487    | 0.0400     |
| T2           | 5 | 1.9402    | 0.0526     |
| T3           | 5 | 1.9546    | 0.0668     |

Los resultados del parámetro ceniza se muestran que no existe mucha diferencia de la cantidad de ceniza en la producción de los panes

**Tabla 30**

*Prueba de Bartlett en proteína*

| Método   | Estadística de prueba | Valor p |
|----------|-----------------------|---------|
| Bartlett | 6.78                  | 0.079   |

Con la prueba de Bartlett, se demostró homogeneidad de varianza de la variable en estudio la cual tuvo un valor de probabilidad mayor que alfa.

**Tabla 31**

*Medias estadísticas de la variable proteína*

| Tratamientos | N | Media (%) | Desv. Est. |
|--------------|---|-----------|------------|
| T0           | 5 | 10.299    | 0.570      |
| T1           | 5 | 10.287    | 0.522      |
| T2           | 5 | 10.218    | 0.977      |



|           |   |         |        |
|-----------|---|---------|--------|
| <b>T3</b> | 5 | 10.3702 | 0.2156 |
|-----------|---|---------|--------|

La sustitución de harinas no afectó el contenido de proteínas de los productos panificados tal como demuestra la tabla.

**Tabla 32**

*Prueba de Bartlett en grasa*

| <b>Método</b>   | <b>Estadística de prueba</b> | <b>Valor p</b> |
|-----------------|------------------------------|----------------|
| <b>Bartlett</b> | 3.13                         | 0.371          |

En esta variable se cumplió el supuesto de homogeneidad de varianzas, puesto que el p valor de la prueba de Bartlett, resultó ser mayor que 0.05.

**Tabla 33**

*Prueba de comparación en pareja de Tukey para grasa*

| <b>Tratamientos</b> | <b>N</b> | <b>Media (%)</b> | <b>Agrupación</b> |   | <b>Desv. Est.</b> |
|---------------------|----------|------------------|-------------------|---|-------------------|
| <b>T1</b>           | 5        | 5.018            | A                 |   | 0.544             |
| <b>T3</b>           | 5        | 4.446            | A                 | B | 0.403             |
| <b>T2</b>           | 5        | 4.393            | A                 | B | 0.280             |
| <b>T0</b>           | 5        | 3.881            |                   | B | 0.229             |

En la prueba de comparación de Tukey, se identificó dos agrupaciones de los tratamientos, de los cuales el T3 el T2 no tuvieron diferencias significativas con el T1, siendo este el de mayor contenido de grasa, en comparación del control que fue el que tuvo la mayor diferencia y el menor contenido de grasa.

**Tabla 34**

*Prueba de Bartlett en fibra bruta*

| <b>Método</b>   | <b>Estadística de prueba</b> | <b>Valor p</b> |
|-----------------|------------------------------|----------------|
| <b>Bartlett</b> | 11.71                        | 0.008          |

Tras aplicar la prueba de Bartlett, para la variable fibra bruta se demostró que no existió evidencia suficiente para afirmar que la varianza sea homogénea debido a que el valor de probabilidad resultó ser menor que 0.05.





**Tabla 35**

*Prueba de comparación en pareja de Games Howell para fibra bruta*

| Tratamientos | N | Media (%) | Agrupación |   | Desv. Est. |
|--------------|---|-----------|------------|---|------------|
| T3           | 5 | 2.007     | A          |   | 0.539      |
| T1           | 5 | 1.707     | A          | B | 1.179      |
| T2           | 5 | 1.264     | A          | B | 0.630      |
| T0           | 5 | 0.2815    | B          |   | 0.136      |

Con la comparación Games Howell, se identificó que existieron dos agrupaciones entre los tratamientos, en el cual T1 y T2 no tiene diferencias significativas con el tratamiento tres, siendo este el de mayor contenido de fibra, en comparación con el control el cual fue el que tuvo el menor contenido.

**Tabla 36**

*Prueba de Bartlett en extracto libre de nitrógeno*

| Método   | Estadística de prueba | Valor p |
|----------|-----------------------|---------|
| Bartlett | 16.95                 | 0.001   |

No se pudo determinar homogeneidad de varianzas mediante la prueba de Bartlett, para la variable en estudio, debido a que el p valor resultó ser menor que 0.05.

**Tabla 37**

*Análisis de varianza de Welch en extracto libre de nitrógeno*

| Fuente       | GL Num | GL Den  | Valor F | Valor p |
|--------------|--------|---------|---------|---------|
| Tratamientos | 3      | 7.91698 | 46.51   | 0.000   |

Se pudo apreciar que en el parámetro extracto libre de nitrógeno o contenido de carbohidratos, que existió diferencia significativa entre los tratamientos por tener un p valor menor que 0.05.



**Tabla 38**

*Prueba de comparación en pareja de Games Howell para extracto libre de nitrógeno*

| Tratamientos | N | Media (%) | Agrupación |   | Desv. Est. |
|--------------|---|-----------|------------|---|------------|
| T0           | 5 | 64.24     | A          |   | 3.160      |
| T2           | 5 | 62.05     | A          | B | 4.200      |
| T3           | 5 | 61.193    | A          | B | 0.510      |
| T1           | 5 | 56.352    | B          |   | 0.719      |

En este caso se pudo apreciar que mediante la prueba de Games Howell, se encontraron dos rangos entre los tratamientos, en el que T2 y T3, no difieren significativamente del control, siendo el de mayor valor, a diferencia del pan con sustitución de harina de avena, el cual tuvo un menor contenido de extracto libre de nitrógeno.

**Tabla 39**

*Prueba de Bartlett en energía*

| Método   | Estadística de prueba | Valor p |
|----------|-----------------------|---------|
| Bartlett | 9.46                  | 0.024   |

Con la prueba de Bartlett, se demostró que para la variable energía no se obtuvo homogeneidad de la varianza, debido a que su p valor fue menor que 0.05.

**Tabla 40**

*Medias estadísticas para la variable energía*

| Tratamientos | N | Media (Kcal/g) | Desv. Est. |
|--------------|---|----------------|------------|
| T0           | 5 | 3.4111         | 0.1975     |
| T1           | 5 | 3.1784         | 0.1869     |
| T2           | 5 | 3.3416         | 0.2210     |
| T3           | 5 | 3.2626         | 0.0318     |

La sustitución parcial de harina de cereales no afectó el aporte energético de los panes tal como demuestra la tabla de la variable de energía.

**Tabla 41**

*Prueba de Kruskal Wallis para color*

| Método                   | GL | Valor H | Valor p |
|--------------------------|----|---------|---------|
| No ajustado para empates | 3  | 3.18    | 0.365   |



|                              |   |      |       |
|------------------------------|---|------|-------|
| <b>Ajustado para empates</b> | 3 | 3.53 | 0.317 |
|------------------------------|---|------|-------|

Se demostró que las medianas de la variable color son todas iguales, puesto que los P valores son mayores que el nivel de significancia de 0.05.

**Tabla 42**

*Prueba de Kruskal Wallis para olor*

| <b>Método</b>                   | <b>GL</b> | <b>Valor H</b> | <b>Valor p</b> |
|---------------------------------|-----------|----------------|----------------|
| <b>No ajustado para empates</b> | 3         | 2.12           | 0.547          |
| <b>Ajustado para empates</b>    | 3         | 2.32           | 0.510          |

De la misma forma para la variable olor de determinó que los valores de las medianas fueron iguales, debido a que los valores de probabilidad fueron mayores que alfa.

**Tabla 43**

*Prueba de Kruskal Wallis para sabor*

| <b>Método</b>                   | <b>GL</b> | <b>Valor H</b> | <b>Valor p</b> |
|---------------------------------|-----------|----------------|----------------|
| <b>No ajustado para empates</b> | 3         | 2.47           | 0.482          |
| <b>Ajustado para empates</b>    | 3         | 2.71           | 0.439          |

En la variable sabor de los productos panificados también se evidencio que los valores de la mediana resultaron iguales por tener un p valor mayor a 0.05.

**Tabla 44**

*Prueba de Kruskal Wallis para textura*

| <b>Método</b>                   | <b>GL</b> | <b>Valor H</b> | <b>Valor p</b> |
|---------------------------------|-----------|----------------|----------------|
| <b>No ajustado para empates</b> | 3         | 5.88           | 0.117          |
| <b>Ajustado para empates</b>    | 3         | 6.45           | 0.092          |

La textura de los panes tampoco no se vio afectada por la sustitución de harina, puesto que los p valores fueron mayores al nivel de significancia de 0.05.



**Tabla 45**

*Prueba de Kruskal Wallis para aceptabilidad general*

| Método                   | GL | Valor H | Valor p |
|--------------------------|----|---------|---------|
| No ajustado para empates | 3  | 2.77    | 0.428   |
| Ajustado para empates    | 3  | 3.16    | 0.368   |

Por último, la variable aceptabilidad general tampoco tuvo diferencia de las medias debido que el nivel de significancia de los p valores fue mayor a 0.05.

## 4 DISCUSIÓN

A través de varias indagaciones referentes al tema investigado, se pudo constatar que hay temáticas similares que conllevar a la investigación del análisis de la técnica tecnológica productiva desde los saberes ancestrales en la cultura de Manabí, como es (Cevallos, 2025, p. 1) Con el tema Diálogos de barro y memoria: Saberes artesanales y creación con el pasado prehispánico en La Pila (Manabí), en el que concretamente que este artículo analiza la práctica alfarera artesanal, enfocándose en la producción de réplicas de artefactos prehispánicos como una forma de identificación con el pasado que, al ser recreado, lo actualiza y resignifica constantemente. Cabe indicar que los saberes artesanales en Manabí representan técnicas tecnológicas productivas ancestrales que deben visibilizarse para potenciar la sostenibilidad cultural y económica local. Investigar estas prácticas alfareras ofrece una oportunidad valiosa para reconocer la identidad manabita, donde la alfarería no solo reproduce artefactos, sino que transmite memoria cultural intergeneracional mediante talleres participativos.

Desde la experiencia Estermann (2014) sostuvo que “la técnica productiva puede entenderse como el conjunto de procedimientos y herramientas que permiten transformar los recursos en bienes y servicios, incorporando tanto conocimientos tradicionales como innovaciones modernas” (p. 87). Esta concepción evidenció que la técnica productiva resultó de la interacción entre tradición e innovación, demostrando que el conocimiento ancestral no debía ser sustituido, sino complementado por los avances tecnológicos.

Finalmente, González (2016) definió los saberes ancestrales como “conocimientos colectivos transmitidos de generación en generación, que integran prácticas, valores y cosmovisiones vinculadas a la naturaleza y la vida comunitaria” (p. 45). Esta definición reforzó la idea de que dichos saberes constituyeron un conocimiento vivo, fundamental para la continuidad de la identidad cultural y para la construcción de alternativas sostenibles frente a los desafíos de la



globalización y la crisis ambiental.

## 5 CONCLUSIÓN

Se aplicó un diseño completamente al azar factorial con tres tratamientos más un tratamiento control y cinco repeticiones, siendo el factor en estudio la inclusión proporcional de tres tipos de harinas al 15%. (T0: 100% harina de trigo, T1: 15% harina de avena, T2: 15% harina de maíz: T3: 15% harina de Arroz).

La sustitución parcial de harinas de cereales tuvo efecto sobre las características físicas de los panes (volumen, densidad, volumen específico, pérdida de masa), debido a que las harinas de avena, maíz y arroz difieren en su composición química puntualizando que carecen de gluten como componente fundamental en la elaboración de pan. Las características de: dureza se vio influenciada directamente por el volumen obtenido del pan, la gomosidad incidió por la capacidad de retención de agua que humedece la miga y la elasticidad que se vio afectada por la retención de gases durante la fermentación.

Las características proximales de los tratamientos estudiados incidieron sobre la humedad, grasa, fibra bruta y extracto libre de nitrógeno lo cual guarda una estrecha relación con la composición química de las harinas utilizadas para esta investigación con excepción de ceniza, proteína y energía en las cuales no tuvo ningún efecto según los resultados obtenidos estadísticamente.

Los catadores semi entrenados no identificaron diferencias en los tratamientos estudiados, es decir, que la sustitución parcial de harina de avena, maíz y arroz al 15% no altero los atributos de color, olor, sabor, textura y aceptabilidad general, siendo igual los resultados comparados con el control.

Para seguir mejorando las características físicas de los panes, se recomienda utilizar hidrocoloides que ayuden a darles un mejor volumen y características texturales. Considerar en futuras investigaciones análisis referentes a la composición de gluten y pruebas reológicas a la masa, cuando se reemplacen harinas carentes de este componente para tener datos referenciales de panes para el consumo de personas celíacas. Estudiar la rentabilidad económica sustituyendo las harinas utilizadas en la presente investigación en los porcentajes indicados.

## REFERENCIAS

Carranza Patiño, H. M., Tubay Moreira, M. F., Espinoza Briones, H. B., & Chang Muñoz, W. L. (2021). Saberes ancestrales: Una revisión para fomentar el rescate y revalorización en las comunidades indígenas del Ecuador. *Journal of Science and Research*, 6(3), 112–128. <https://revistas.utb.edu.ec/index.php/sr/article/view/1205>



- Consoli, S., Yerovi, J. J. E., Machiorlatti, M., & Opazo, C. M. (2023). Real-time monitoring of food price policy interventions during the first two years of COVID-19. *Food Policy*, 115, Article 102405.
- Crespo, F. (2015). Saberes y conocimientos originarios, tradicionales y populares. In *Sociedad Flok*. <https://book.floksociety.org/ec/3-2-comunidades-saberes-y-conocimientos-ancestralestradicionales-y-populares/>
- Estermann, J. (2014). *Filosofía andina: Sabiduría indígena para un mundo nuevo*. Abya-Yala.
- González, M. (2016). *Saberes ancestrales y prácticas comunitarias en América Latina*. Editorial Universitaria.
- Holguín, B., & Alvarado, A. (2017). Comportamiento de la producción de harina de trigo en Ecuador. *Observatorio de La Economía Latinoamericana*. <http://www.eumed.net/cursecon/ecolat/ec/2017/produccion-harina-trigo.html>
- Huanca, A. B., Vargas, J. Z., Flores, R. V. C., & Zamora, R. O. (2025). Integración de saberes ancestrales en el desarrollo de tecnologías sostenibles: Estrategias participativas y su impacto en comunidades rurales. *Revista Multidisciplinar Epistemología de las Ciencias*.
- Limusa-Wiley. (2002). Producción de harina de arroz extruida ácida y su influencia en la cualidades del pan sin gluten. *Ciencia y Tecnología de los Alimentos*, 42(3), 618–623. (Nota: Autores originais: Pedrosa, M., C. Airoidi, & A. El-Dash – formatado conforme fornecido, mas editora como principal se for o caso)
- Lucas, M. I. (2008). Elaboración de la cacerola. *Biotechnología de la fermentaciones*. <http://www.aldeaeducativa.com/panificaciòn/elaboraciòndelpan.html>
- Machado, L. (1996). *Pão sin gluten: Optimización de algunas variables de procesamiento [Tese de mestrado, Departamento de Ingeniería de Alimentos, Universidad Estadual de Campinas]*.
- Marco, C., & Molina, C. *Mejora de la funcionalidad de proteínas de cereales libres de gluten: Aplicación en productos fermentados [Tese doctoral, Universidad de Valencia]*.
- Montgomery, L. (Ano não fornecido; presumivelmente edição citada). *Diseño y análisis de experimentos* (2ª ed., pp. 225–270).
- Mao, S., Kaur, L., Mu, T. H., & Singh, J. (2022). Development and characterisation of plant and dairy-based high protein Chinese steamed breads (mantou): Physico-chemical and textural characteristics. *Food Hydrocolloids for Health*, 2, Article 100102.
- Muñoz et al. (2020). *Saberes ancestrales: Una revisión para fomentar el rescate*. Dialnet. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/8168767.pdf>
- Paredes Parada, W., El Khor El Khouri, S., & Jiménez González, L. (2024, February 1). [Título não fornecido explicitamente]. <https://repositorio.cedia.edu.ec/items/fcc3666b-4952-4fcd-adc4-6d5d2f56b885>
- Parenti, O., Guerrini, L., Cavallini, B., Baldi, F., & Zanoni, B. (2020). Breadmaking with an old wholewheat flour: Optimization of ingredients to improve bread quality. *LWT*, 121, Article 108980.
- Pullas Cabezas, E. P. (2017). *Relación del sector agrícola del trigo en la producción de harina en la provincia de Pichincha–Ecuador*. Universidad Central del Ecuador.



Vera Chang, J. F., & Vera Barahona, J. S. (2018). Resumen de principios de diseños experimentales.

