



Ejes

EJES

RENDIMIENTO DE NIXTAMAL, MASA Y TORTILLA DE MAÍCES CRIOLLOS PIGMENTADOS DE PEROTE, VERACRUZ

Edgar Ramírez-Muñoz*, Román Jiménez-Vera*, Nicolás González-Cortés*

México es el quinto país megabiodiverso con 10% de especies de plantas endémicas, siendo el maíz (*Zea mays* L.) una de las más importantes (Semarnat, 2016). Los maíces criollos son diferentes en forma, tamaño, sabor, valor nutricional y color (blanco, amarillo, rojo, azul, negro, rosa) (González-Cortés *et al.*, 2016). En 2012 se sembraron a nivel nacional más de 8.5 millones de hectáreas de maíz, y 82.2% de esta superficie fue cultivada con maíces criollos, principalmente blancos, amarillos y azules, los cuales están adaptados a condiciones agroclimáticas específicas y poseen características alimenticias aceptables para cada población y cultura.

Se ha reportado que los maíces pigmentados son ricos en compuestos fotoquímicos de gran importancia nutricional y funcional (Herrera-Sotero *et al.*, 2017). El consumo de tortilla en la población mexicana es de 94%, principalmente en las zonas rurales, con un consumo de 335 g por día per cápita, equivalente al consumo de 122 kg/año (FAO, 2016). La tortilla contiene 6.3% de proteína, 1.2% de fibra, 0.85% de grasas, 46% hidratos de carbono y 1% de minerales (Martínez-Vázquez *et al.*, 2017). Para cubrir la demanda de tortilla existe, ampliamente distribuida en todo el país, la industria de la tortilla, que produce un promedio de 40,200 toneladas de tortillas al día, y aproximadamente 14.67 millones de toneladas de tortilla al año (SNIIM, 2020).

* Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
Contacto: nicolas.gonzalez@ujat.mx

El maíz producido para la industria de la masa y la tortilla a nivel industrial o artesanal debe satisfacer la demanda y calidad del producto. Sin embargo, se desconoce el rendimiento de los productos del proceso en la elaboración de la tortilla de maíces pigmentados en comparación con el maíz blanco. Por tanto, el objetivo del presente estudio fue determinar el rendimiento de nixtamal, masa y tortilla de maíz azul, rojo, amarillo y blanco nativos de Perote, Veracruz, México

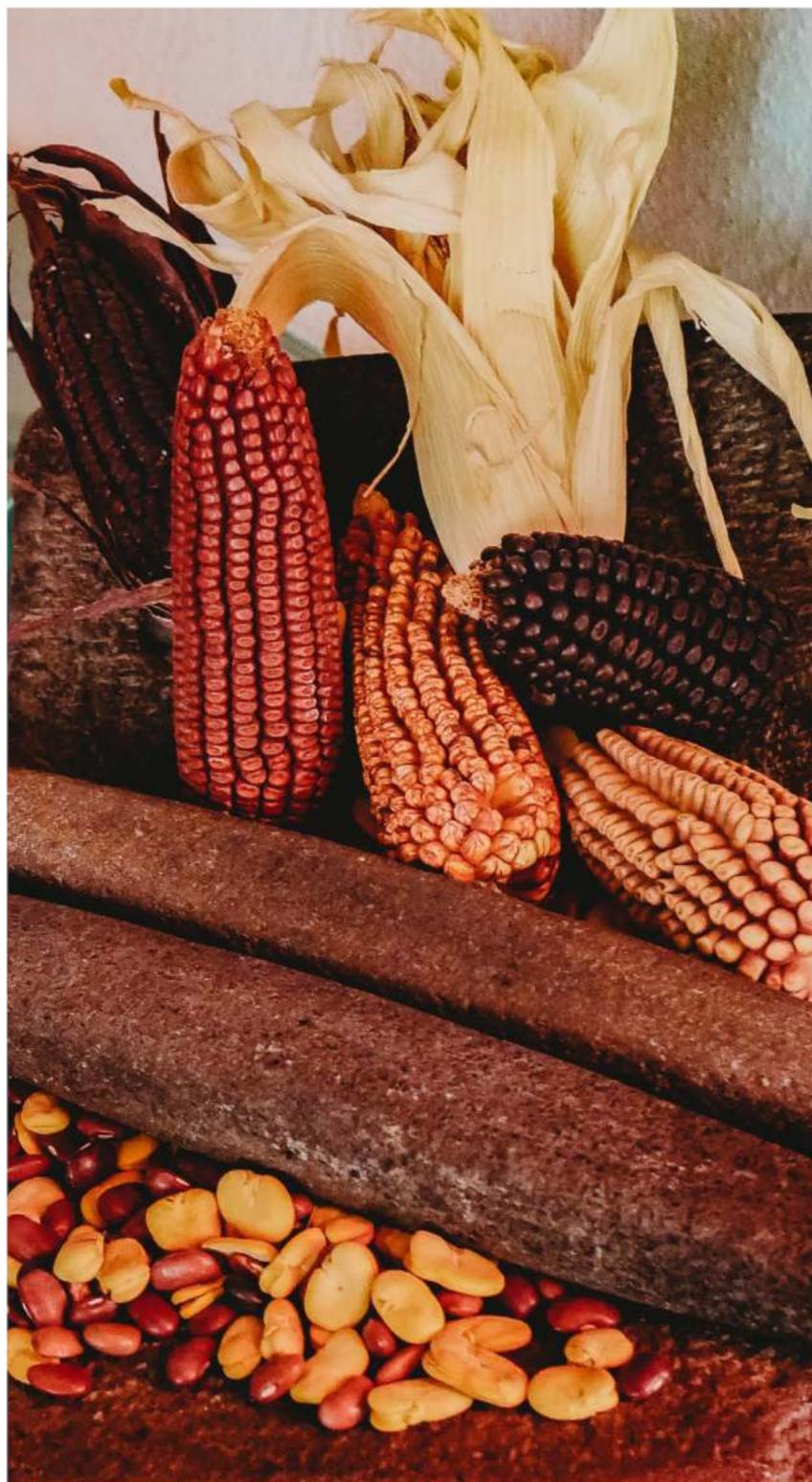
MÉTODO

Características de la región de recolección de semillas

El maíz fue de la cosecha de cultivo de temporal del ciclo 2019 en el valle semiárido de Perote, Veracruz, México. Este municipio se localiza entre los paralelos 19° 22' y 19° 39' de latitud norte; los meridianos 97° 06' y 97° 26' de longitud oeste; altitud 2,465 msnm, y uno de los principales cultivos es el maíz con más de 13,926 ha de temporal, donde más de 95% son de semillas criollas. Las condiciones agroclimáticas de este municipio son clima seco con lluvias en verano, con temperatura media anual de 12°C, rango de precipitación de 300 a 1,300 mm, los suelos que prevalecen son arenosos (Inegi, 2016).

Área de trabajo

Los estudios se realizaron en el taller de frutas y cereales de la División Académica Multidisciplinaria de los Ríos, localizada en el municipio de Tenosique, Tabasco, México.



Cocción del maíz (nixcómil)

Se seleccionaron las semillas, eliminando impurezas y semillas dañadas, luego se enjuagó dos veces con agua potable, posteriormente se puso a cocción 1 kg de maíz (por triplicado) en tres litros de agua adicionado con 10 g de hidróxido de calcio, el tiempo de cocción fue de aproximadamente 55 minutos. Posteriormente se dejó reposar el nixtamal a temperatura ambiente durante 12 horas, como comúnmente se hace en las comunidades rurales.

Rendimiento de masa (RM)

El nixtamal se pasó por molino eléctrico para nixtamal de motor de 1/2 Hp, 110 v con rendimiento máximo 25 kg h⁻¹. Después de obtener molidos los nixtamales, se adicionaron aproximadamente 120 ml de agua potable hasta que las masas adquirieran una consistencia torteable. El rendimiento de masa se determinó por la relación entre kilogramos de masa obtenidos por kilogramo de maíz procesado. Se pesaron las masas de los maíces pigmentados en una báscula Rhino® con división mínima de 1 g. En la figura 1 se observa la obtención de las masas de los maíces pigmentados.

Elaboración de tortilla

Las masas se amasaron manualmente por 5 min, luego se elaboraron las tortillas de forma manual, tomando 50 gr de masa para formar una tortilla de 18 ±1.6 cm de diámetro por 2 mm de espesor, después se colocó en una prensa metálica para hacer tortillas y se cocieron en una placa metálica a 240 ±6°C hasta obtener un buen inflado. En la figura 2 se muestran las tortillas de maíces pigmentados.



Figura 1. Masas de maíz criollo pigmentado azul, rojo y amarillo.

Análisis estadístico

El diseño experimental fue completamente al azar con tres repeticiones (1 kg de maíz por réplica), y se utilizó la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$) para la comparación de medias. Los resultados fueron analizados con el programa estadístico de Olivares (2015).

RESULTADOS

Los resultados del análisis estadístico del RN, RM, RT, humedad (H), materia seca (MS) y cenizas (C) de tortillas de maíces pigmentados fueron significativos ($p \leq 0.05$). Los datos indican que el rendimiento promedio de RN fue de 1.790 kg por kg de maíz. El maíz amarillo presentó mayor capacidad de absorción de agua con un peso total de 1.886 kg, seguido del azul, rojo y blanco, con 1.792, 1.817 y 1.669 kg, respectivamente. Mientras que el rendimiento promedio de masas fue de 1.907 kg a partir de 1 kg de maíz, obteniendo mayor rendimiento el maíz amarillo, con 1.996 kg de masa por kg de maíz, seguido por el maíz blanco, azul y rojo con 1.937, 1.892 y 1.788 kg, respectivamente, este resultado es importante para algunos estados como Yucatán, donde la preferencia es el consumo de tortilla amarilla.

El rendimiento promedio de tortilla de los cuatro maíces pigmentados fue de 1.690 kg por kg de maíz, sobresaliendo el rendimiento de tortilla de maíz amarillo con 1.790 kg; 10.2, 18.2 y 19.4% más que el maíz blanco, azul y rojo, respectivamente. En gramos esto significa que existe una diferencia de 102 g entre amarillo y blanco, 182 g entre amarillo y azul y 194 g entre amarillo y rojo; es decir, que en 10 kg de maíz



Figura 2. Tortillas de maíces criollos pigmentados azul, rojo y amarillo.

amarillo se obtendría 1.02, 1.82 y 1.94 kg de tortilla más que el maíz blanco, azul y rojo, respectivamente, considerando el precio de \$15.61 por kg de tortilla a nivel nacional (SNIIM, 2020).

Sin embargo, desde el punto de vista del análisis proximal, las tortillas de maíz azul fueron las que presentaron mayor contenido de materia seca (60.0%), seguidas por las tortillas blancas (57.3%), rojas (54.3%) y las amarillas (52.2 %); lo cual indica que

las tortillas amarillas contienen mayor humedad, hasta cerca de 48%. En cuanto a contenido de cenizas, se pudo observar que las tortillas de maíz rojo son más ricas en cenizas con 1.46%, seguidas de las tortillas azules, blancas y amarillas, con 1.33, 1.32 y 1.16%, respectivamente (tabla I).

Tabla I. Rendimiento de tortilla de maíces criollos pigmentados de color azul, rojo, amarillo y blanco cultivados en la región semiárida de Perote, Veracruz, México.

Color de maíz	Peso de maíz (kg)	Peso de nixtamal drenado (kg)	Rendimiento de masa (kg)	Peso de la tortilla (kg)	Rendimiento tortilla (%)	Humedad (%)	Materia seca (%)	Cenizas (%)
Azul	1.0	1.792 ^b	1.892 ^c	1.608 ^c	160.8	40.0 ^d	60.0 ^a	1.33 ^b
Rojo	1.0	1.668 ^d	1.788 ^d	1.596 ^d	159.6	45.7 ^b	54.3 ^c	1.46 ^a
Amarillo	1.0	1.886 ^a	1.996 ^a	1.790 ^a	179.0	47.84 ^a	52.2 ^d	1.16 ^d
Blanco	1.0	1.817 ^c	1.937 ^b	1.688 ^b	168.8	42.8 ^c	57.2 ^b	1.32 ^c
Media	-	1.790.3	1.907	1.690	169.0	45.43	64.56	1.31
DMS	-	0.008	0.012	0.012	-	-	-	-

DMS Diferencia mínima significativa (Tukey, 0.05).

Los valores medios con letra diferente en la misma columna indican diferencias significativas (Tukey \leq 0.05).

DISCUSIÓN

Como bien se sabe, en México y algunos países de Centroamérica, la tortilla es un elemento fundamental en la alimentación. Para la producción de tortilla se recurre a la cocción del maíz, proceso de cocción conocido como nixcómil (del náhuatl *nexatl*, agua con ceniza, y *comitl*, olla), y el producto final es el nixtamal. Sin embargo, la cantidad y calidad de la tortilla se ve afectada por varios factores, como la capacidad de absorción de agua, pérdida de peso, rendimiento de masa y tortilla, y resistencia al corte de tortillas, factores que ocurren desde la cocción del maíz y la tortilla.

De igual forma, durante la molienda del nixtamal se va adicionando

agua para una mejor molienda, de tal forma que incrementa a un promedio de 1.907 kg de masa. Sin embargo, durante la elaboración de las tortillas se pierde humedad, obteniendo en este estudio un promedio de 1.690 kg de tortillas calientes por cada kg de maíz, con un contenido promedio de humedad de 45.43%, 64.56% materia seca y 1.3% de cenizas; sobresaliendo el peso de la tortilla de maíz amarillo. Este resultado coincide con los encontrados por Sierra-Macías *et al.* (2010), quienes encuentran que la variedad V-556AC de grano amarillo sobresalió en mayor rendimiento de nixtamal, la masa y las tortillas, así como los aminoácidos lisina y triptófano, en endospermo, grano entero y tortillas.

Asimismo, existe coincidencia con valores encontrados por Martínez-Vázquez *et al.*, (2017), quienes reportan que las tortillas de maíz blanco contienen 57.6% de materia seca, más 1% de cenizas y 42.4% de humedad. Estos valores son bien considerados por los industriales de la masa y la tortilla, pues éstos prefieren maíces que retienen mayor humedad y pericarpio después de la nixtamalización, porque obtienen masas más cohesivas debido a la presencia de gomas naturales del pericarpio, además de obtener mayor rendimiento de tortilla.

González *et al.* (2016) encontraron que los maíces blancos criollos presentan características agronómicas y

propiedades nutricionales importantes. Salinas *et al.* (2010) obtienen un rendimiento de tortilla blanca de 1.5 kg, esto debido al tiempo de cocción de 45 min y sólo seis horas en reposo, con un contenido de humedad en la tortilla casi de 40%. Herrera-Sotero *et al.* (2017) demuestran que en condiciones *in vitro* las tortillas de maíz azul tienen propiedades anticancerígenas, lo que a hace una fuente potencial de nutraceuticos con actividad anticancerígena. Castañeda-Sánchez (2011) encontraron que las tortillas de maíz azul, además de contener gran cantidad de antioxidantes, tienen significativamente más fibra que las tortillas de maíces blancos y amarillos.

CONCLUSIONES

El rendimiento de nixtamal, masa y tortilla en los cuatro tipos de maíces fueron diferentes. Se obtuvo un rendimiento promedio en nixtamal de 1.79 kg, masa 1.90 kg y tortilla 1.69 kg con 45.43% de humedad y 1.3% de cenizas. El maíz amarillo presentó mejor rendimiento; por cada kilogramo de maíz se obtuvo 1.88 kg de nixtamal, en masa 1.99 kg y tortilla 1.79 kg, en comparación con el maíz blanco, azul y rojo, en los que se obtuvo por cada kg de maíz 1.68, 1.60 y 1.59 kg de tortilla, respetivamente. Esta información es importante para fomentar la industrialización y consumo de los maíces criollos pigmentados. Se concluye que el rendimiento de nixtamal, masa y tortilla en los maíces pigmentados es diferente a los obtenidos con maíz blanco.

REFERENCIAS

- Association of Official Analytical Chemists. (2006). *Official methods of analysis of AOAC International*. 18 ed. Bradely:AOAC International.
- Castañeda-Sánchez, A. (2011). Propiedades nutricionales y antioxidantes del maíz azul (*Zea mays* L.). *Temas Selectos de Ingeniería de Alimentos*. 5(2):75-83.
- FAO. (2016). *Food and Agriculture Organization*. Disponible en: <http://faostat.fao.org>
- González-Cortés, N., Silos-Espino, H., Cabral J.C.E., *et al.* (2016). Características y propiedades del maíz (*Zea mays*L.) criollo cultivado en Aguascalientes, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 7(3):669-680.
- Herrera-Sotero, M.Y., Cruz-Hernández, C.D., Trujillo-Carretero, C., *et al.* (2017). Antioxidant and antiproliferative activity of blue corn and tortilla from native maize. *Chemistry Central Journal*. 11:110.
- Inegi. (2016). *Prontuario de Información Geográfica Municipal de los Estados Unidos Mexicanos*. Sistema de información municipal. Cuadernillos municipales.
- Martínez-Vázquez, J.I., Pérez-Carrera, S.N., Quiroz-Ramírez, M.A., *et al.* (2017). Mejoramiento de la calidad proteica de tortillas hechas a base de maíz adicionadas con soya y amaranto. *Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos*. 2:312-316.
- Olivares, S.E. (2015). *Programa de análisis estadístico Versión 1.6*. Facultad de Agronomía de Universidad Autónoma de Nuevo León. Monterrey, N.L. México.
- Salinas, M.Y., Gómez, M.N.O., Cervantes, M.J.E., *et al.* (2010). Calidad nixtamalera y tortillera en maíces del trópico húmedo y subhúmedo de México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 1(4):509-523.
- Semarnat. (2016). *México, país megadiverso*. Disponible en: <https://www.gob.mx/semarnat/articulos/mexico-pais-megadiverso-31976>
- Sierra-Macías, M., Palafox-Caballero, A., Vázquez-Carrillo, G., *et al.* (2010). Caracterización agronómica, calidad industrial y nutricional de maíz para el trópico mexicano. *Agronomía Mesoamericana*. 21:21-29.
- SNIIM. (2020). *Información mensual de precios diarios de tortilla en tortillerías y autoservicios de México*. Disponible en: <http://www.economia-sniim.gob.mx/TortillaMesPorDia.asp>