

EVALUACIÓN FÍSICOQUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA DE LA EXTRACCIÓN DE HARINA DE OCA POR EL MÉTODO TACHO ABIERTO

PHYSICOCHEMICAL AND MICROBIOLOGICAL EVALUATION OF THE EXTRACTION OF OCA FLOUR BY THE OPEN TACHO METHOD

Dayana Caicedo¹

Universidad Politécnica Estatal del Carchi. Tulcán, Ecuador

Correo institucional: *dayana.caicedo@upec.edu.ec

Recibido: 27 de enero de 2021

Aceptado: 03 de junio de 2021

Abstract

Flours have been fundamental for the elaboration of products with greater nutritional properties, which is why a physicochemical and microbiological evaluation of the extraction of goose flour by the open container method was carried out in order to increase its consumption. Fresh geese were used and in good conditions which used a sweetening time of 15 days exposed to the sun, then they proceeded to wash, disinfect and cut into flakes with a diameter of 2mm to subject them in a solution of citric acid at 0.1 % normal. Subsequently, the pre-cooking of the flakes was carried out in an open pan, a method that consists of applying heat at 91°C for 20 minutes with a pressure of 10.44 PSI. Finally, the goose flakes are taken to a drying process for 20 hours for their respective grinding and sieving until the flour is extracted to which the different analyzes will be made. The results presented by the goose flour were a pH of 7.43%, humidity 9.32%, ash 4.23%, protein 6.28%, fiber 2.98%, fat 0.83%, carbohydrates 77, 25%, which means that it complies with the physicochemical requirements established in the NTE INEN 616 standard, as well as its microbiological analysis since the count of cfu / g of coliforms, molds and yeasts was lower than the maximum permitted limits.

Keywords: Flour, microorganisms, physicochemical analysis.

1. INTRODUCCIÓN

La oca (*Oxalis tuberosa*) es un alimento cultivado y consumido en muchas zonas de los Andes y cuya demanda se ha visto limitada en nuestro país, debido a los escasos procesos industrializados de dicho tubérculo, como fuente alternativa de alimentación; lo que conlleva a realizar un estudio de la industrialización de la oca blanca, con el fin de obtener productos derivados de la misma y con alto valor nutricional (Miranda, 2013).

El tubérculo de la oca (*Oxalis tuberosa*), ha sido empleado en muchos casos como sustituto de la papa, al presentar esta última un costo más elevado, pero cabe recalcar que, desde el punto de vista nutricional, la oca presenta mejor o igual fuente nutricional que la papa; así como mayor estabilidad en su producción debido a su gran resistencia a las plagas (Barrera, Tapia y Monteros, 2004).

Mosquera (2015), señala que la oca (*Oxalis tuberosa*) es un tubérculo rico en carbohidratos, con cantidades considerables de vitamina C y calcio en comparación con la papa, cuya producción es más común e importante en nuestro país; he ahí la razón fundamental por la cual se desea industrializar la oca con la obtención de harina de oca.

Fairlie, Morales y Holle (1999), establece ciertos procesos como posibles para la obtención de harina, los mismos que son: selección, lavado, rectificado, cortado, blanqueado o escaldado, secado y finalmente la molienda; no obstante, establece que la oca debe someterse a un proceso de soleado por varios días con el fin de desarrollar la sacarina y disminuir el ácido oxálico.

La presente investigación tiene como

objetivo evaluar las características físico-químicas y microbiológicas de la extracción de harina de oca por el método tacho abierto con la finalidad de aumentar el consumo de la misma.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

La extracción de harina de oca se realizó en los laboratorios de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi, a partir de ocas dulces empleando un tiempo de endulzado de 15 días exponiéndolas al sol. Se seleccionó cuidadosamente ocas frescas y de buenas condiciones para proceder a su lavado y desinfección, seguido a esto las ocas fueron cortadas con la ayuda de una laminadora obteniendo hojuelas delgadas y uniformes con un diámetro de 2mm cada una y a su vez estas fueron sometidas en una solución de ácido cítrico a 0,1% normal. Posteriormente, se llevó a cabo la pre cocción de las hojuelas de oca a tacho abierto, “método que consiste en la aplicación de calor a los alimentos a temperaturas elevadas superior a los 70 °C” (Caracuel García, 2008), en el que se utilizó una olla de acero inoxidable añadiendo agua en relación 3:1 (agua: tubérculo), a una temperatura de 91°C durante 20 minutos con una presión de 10,44 PSI.

Una vez pre cocidos los tubérculos fueron sometidos a un proceso de secado en una estufa Ecocell B070027 a 60°C durante 20 horas y así se procedió a su respectiva molienda, utilizando un molino de discos MDP 60 seguido de un tamizado usando un tamiz de acero inoxidable hasta extraer la harina de oca que finalmente fue empacada en fundas plásticas de polietileno y almacenada en un lugar fresco y seco a una temperatura de 25°C.

2.1 Análisis Físicoquímico para la harina de oca

La harina de oca fue sometida a los siguientes análisis fisicoquímicos:

2.1.1 pH

La determinación de pH se realizó en base a la NTE INEN 526, con el material y equipo que se encuentra en los laboratorios de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi, bajo el siguiente protocolo:

- Pesar 10 g de muestra de harina en un vaso de precipitación.
- Colocar 100 cm³ de agua destilada (recientemente hervida y enfriada) y agitar suavemente hasta que las partículas queden uniformemente suspendidas.
- Agitar a 25 °C por 30 minutos.
- Dejar en reposo para que el líquido se decante.
- Determinar el pH por lectura directa, introduciendo los electrodos del potenciómetro, evitando que éstos toquen las paredes de la muestra.

2.1.2 Humedad

El análisis de humedad se realizó en base a la NTE INEN 518, con el material y equipo que se encuentra en los laboratorios de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi, bajo el siguiente protocolo:

- Calentar el pesa-filtro y tapa en la estufa a 130°C durante 30 minutos.
- Enfriar en el desecador hasta que alcance la temperatura ambiente y pesar.
- Pesar 2 g de muestra, transferirla la pesa-filtro de una manera uniforme.
- Calentar el pesa-filtro con la muestra, sin la tapa, en la estufa a 130°C durante una hora.

- Colocar la tapa con la pesa-filtro antes de trasladarlo al desecador hasta que alcance temperatura ambiente, pesar.
- Repetir las operaciones de calentamiento, enfriamiento y pesaje, hasta que la diferencia de masa de los resultados de pesaje entre dos operaciones sucesivas no sea mayor a 0.1 mg.

2.1.3 Cenizas

El análisis de cenizas se realizó en base a la NTE INEN 520, con el material y equipo que se encuentra en los laboratorios de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi, bajo el siguiente protocolo:

- Calentar el crisol en la mufla a 550°C durante 30 minutos.
- Enfriar en el desecador y pesar.
- Pesar 5 g de muestra y transferir al crisol.
- Colocar el crisol con la muestra cerca de la puerta de la mufla abierta durante pocos minutos.
- Introducir el crisol en la mufla a 550°C hasta obtener cenizas de color gris claro.
- Llevar el crisol y la muestra al desecador y pesar una vez que haya alcanzado la temperatura ambiente.
- Repetir la incineración por períodos de 30 minutos, enfriar y pesar hasta que no haya disminución en la masa.

2.1.4 Proteína

El análisis de proteína se realizó en base a la NTE INEN 519, con el material y equipo que se encuentra en los laboratorios de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi, bajo el siguiente protocolo:

- Pesar de 0.7 g a 2.2 g de muestra y transferir al matraz Kjeldahl.
 - Agregar 15 g de la mezcla catalizadora sulfato de cobre, sulfato de potasio (o sulfato de sodio) anhidros y 25 ml de ácido sulfúrico concentrado.
 - Agitar con cuidado el matraz y colocarlo en la hornilla del equipo Kjeldahl.
 - Calentar hasta que no se observe formación de espuma y luego aumentar el calentamiento, hasta que el contenido del matraz sea cristalino e incoloro. Continuar con el calentamiento dos horas y dejar enfriar.
 - Agregar 200 ml de agua destilada, enfriar la mezcla hasta una temperatura menor a 25°C y añadir trozos de parafina o granallas de zinc para evitar proyecciones durante la ebullición.
 - Inclinar el matraz con su contenido y verte por sus paredes, para que se formen dos capas, 50 ml de la solución concentrada de hidróxido de sodio.
 - Conectar el matraz Kjeldahl al condensador mediante la ampolla de destilación. El extremo de salida del condensador debe sumergirse en 50 ml de solución 0.1 N de ácido sulfúrico, al que se le agregó unas gotas de rojo de metilo.
 - Agitar el matraz Kjeldahl hasta mezclar su contenido y calentar.
 - Destilar hasta que todo el amoníaco haya pasado a la solución ácida; esto se logra después de destilar por lo menos 150 ml.
 - Lavar con agua destilada el extremo del condensador y titular el exceso de ácido con la solución 0.1 N de hidróxido de sodio.
- Realizar un ensayo en blanco con todos los reactivos sin muestra, bajo el protocolo descrito

2.1.5 Grasa

El análisis de grasa realizó en base a la NTE INEN 523, con el material y equipo que se encuentra en los laboratorios de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi, bajo el siguiente protocolo:

- Lavar el balón del equipo Soxhlet y secar en la estufa calentada a 100°C, por una hora.
- Transferir al desecador y pesar cuando haya alcanzado la temperatura ambiente.
- En el dedal del Soxhlet, pesar 2.35 mg de muestra de harina, 2 g de arena bien seca, mezclar con la espátula.
- Colocar algodón hidrófilo en la parte superior del dedal como tapa e introducir en la estufa a 130°C por una hora.
- Transferir el dedal con su contenido al desecador y enfriar a temperatura ambiente.
- Colocar el dedal y su contenido en el equipo Soxhlet, agregar éter anhidro y extraer durante 4 horas a una velocidad de condensación de 5 a 6 gotas por segundo, o durante 1 hora a velocidad de 2 a 3 gotas por segundo.
- Una vez terminada la extracción, recuperar el disolvente por destilación en el mismo equipo y eliminar restos de disolvente en baño maría.
- Colocar el balón con la grasa en la estufa a 100°C durante 30 minutos, transferir al desecador, enfriar a

- temperatura ambiente y pesar.
- Por períodos de 30 minutos repetir el calentamiento, enfriando y pensando hasta que la diferencia de pesos de dos operaciones consecutivas no sea mayor a 0.2 mg.

2.1.6 Fibra

El análisis de fibra se realizó en base a la NTE INEN 522, con el material y equipo que se encuentra en los laboratorios de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi, bajo el siguiente protocolo:

- Pesar 3 g de muestra y transferir a un dedal de porosidad adecuada, tapar con algodón y colocar en la estufa a 130°C por una hora.
- Llevar el dedal con la muestra, al desecador hasta que alcance la temperatura ambiente.
- Colocar en el equipo Soxhlet y llevar a cabo el proceso de extracción de grasa, con cantidad suficiente de éter.
- Sacar el dedal con la muestra sin grasa, dejar a temperatura ambiente con el fin de que se evapore el solvente, colocar en la estufa a 100°C por dos horas. Enfriar en el desecador hasta temperatura ambiente.
- Pesar 2 g de muestra desengrasada y transferir al balón de precipitación de 600 ml.
- Agregar 1 g de asbesto preparado, 200 ml de solución hirviendo 0.255 N de ácido sulfúrico, una gota de antiespumante o perlas de vidrio.
- Colocar el balón y su contenido en el equipo de digestión, dejar hervir por 30 minutos (girar el balón, para evitar que los sólidos se adhieran a las paredes).
- Filtrar a través de tela de tejido fino en el embudo, en un erlenmeyer de 1000 ml. Lavar los residuos con agua destilada caliente hasta que las aguas de lavado no den reacción ácida.
- Colocar el residuo en el balón de precipitación, agregar 200 ml de solución 0.313 N de hidróxido de sodio hirviendo, colocar en el aparato de digestión y llevar a ebullición por 30 minutos.
- Filtrar a través de la tela, lavar el residuo con 25 ml de solución 0,255 N de ácido sulfúrico hirviendo y luego agua destilada hirviendo, hasta que las aguas de lavado no den reacción alcalina.
- Transferir el residuo al crisol de Gooch que contiene asbesto, previamente pesado, añadir 25 ml de alcohol etílico poco a poco y filtrar aplicando vacío.
- Colocar el crisol con la muestra en la estufa a 130°C por dos horas.
- Enfriar en el desecador a temperatura ambiente y pesar
- Colocar el crisol con la muestra seca en la mufla a 500°C por 30 minutos. Enfriar en el desecador y pesar.
- Realizar un ensayo en blanco sin muestra, con todos los reactivos y bajo el mismo protocolo.

2.1.7 Carbohidratos

Realizado en base a un cálculo a partir de los datos anteriores, en los laboratorios de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi.

2.2 Análisis Microbiológico para la harina de oca

La harina de oca fue sometida a los siguientes análisis microbiológicos:

2.2.1 Coliformes

El análisis de coliformes se siguió los parámetros establecidos en la NTE INEN 616, con el material y equipo que se encuentra en los laboratorios de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi, utilizando Placas Petrifilm CC.

2.2.2 Mohos y levaduras

El análisis de mohos y levaduras se si-

guió los parámetros establecidos en la NTE INEN 616, con el material y equipo que se encuentra en los laboratorios de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi, utilizando Placas Petrifilm YM.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Caracterización fisicoquímica de la harina de oca

En la tabla 1 se muestran los resultados del análisis fisicoquímico realizada a la harina de Oca en el laboratorio de la Universidad Politécnica Estatal de Carchi.

Parámetros	%
pH	7,43
Humedad	9,32
Cenizas	4,23
Proteína	6,28
Fibra	2,98
Grasa	0,83
Carbohidratos	77,25

Tabla 1. Parámetros fisicoquímicos de la harina de oca obtenida por el método de tacho abierto

La Norma NTE INEN 616 (2006), para la harina de trigo especifica rangos máximos y mínimos para parámetros fisicoquímicos, en donde, la humedad debe tener un límite máximo de 14.5%, 0.75% de cenizas, y un límite mínimo de 10% de proteínas; cabe mencionar que la harina de oca cumple como dichos requerimientos fisicoquímicos, mas no en lo que corresponde a proteína esto debido a la baja o nula presencia del gluten que es el componente básico de la harina de trigo.

Chilig (2013), en su estudio acerca de la harina de zanahoria establecen valores de 2.03% de humedad, 2.97% de cenizas y 12.10% de proteína; cabe recalcar que, los valores obtenidos para la harina de zanahoria son inferiores al de la harina de oca en cuanto a humedad y cenizas, sin embargo, la proteína presente en la harina de zanahoria es mucho mayor al de la Oca ya que este corresponde a 6,28%.

Arguto y Mero (2011), realizaron estudios acerca de la harina de arroz, en el cual

reportaron valores de 6.24 en pH, 3.26% de humedad, 99.78% de cenizas, 0% de grasas, 11.13% de proteínas y 0.12% de fibra. Se puede analizar que la harina de oca tiene valores más altos en lo que corresponde a pH (7,43%), humedad (9,32%), grasas (0,83%) y fibra (2,98%); sin embargo, la harina de arroz contiene mayor porcentaje de proteínas y cenizas.

El pH es un indicador del estado en que se encuentra un producto, este influye directamente en los procesos y estabilidad de los alimentos, la harina de Oca debe presentar valores bajos para que sea menos propensa al desarrollo de microorganismos indeseables, en su investigación muestra que el resultado de pH de la harina de oca fue de 6.03 (Meza, 2017). En la investigación realizada podemos evidenciar que se

obtuvo un dato más elevado como es 7.43, al ser un valor alto se puede determinar que la harina tendrá un tiempo de vida útil limitado ya se su pH se encuentra en un rango de neutralidad.

Sívoli (2016), determina que la harina de yuca presenta un porcentaje de humedad de 5.93%, la harina de batata blanca 5.07% y la harina de batata morada 6.47%, por lo que se puede afirmar que estos tipos de harinas presenta un porcentaje bajo en relación a la humedad de la harina de Oca ya está presenta un valor de 9.32%, lo que la hace que sea más perecedera en relación a las demás harinas.

2 Análisis microbiológico de la harina de oca

El recuento de coliformes totales, mohos y levaduras se detallan en la tabla 2.

Microorganismo	Conteo (ufc/g)
Coliformes	72
Mohos y levaduras	350

Tabla 1. Parámetros fisicoquímicos de la harina de oca obtenida por el método de tacho abierto

Según la Norma NTE INEN 616 (2006), la harina extraída de oca se encuentra dentro de los rangos establecidos, debido a que se aplicaron buenas prácticas de manufactura en la extracción de la misma, donde ciertos límites establecidos en la norma comprenden 100 UFC/g para coliformes y 500 ufc/g para mohos y levaduras.

4. CONCLUSIONES

El pH es un parámetro de vital importancia en los alimentos ya que determina la calidad de los mismos, la harina de oca presentó un valor de 7,43% mayor al valor de la harina de arroz,

encontrándose en un rango de neutralidad lo que indica que tendrá un tiempo de vida útil limitado. La cantidad de agua presente en los alimentos influye en la textura, apariencia, sabor y tiempo de conservación, la harina de oca tuvo una humedad de 9,32%, siendo un valor aceptable según la norma establecida, sin embargo, este resultado hace que sea más perecedera en relación a los demás tipos de harina. Los resultados obtenidos en cuanto a cenizas, grasas, fibra y proteína fueron de 4,23, 0,83, 2,98 y 6,28% respectivamente, dichos valores son superiores en relación a la harina de yuca, arroz, batata blanca, batata morada y

zanahoria, a excepción de la proteína, debido a que la oca tiene baja presencia de gluten. Durante la obtención de la harina de oca se llevó a cabo un proceso adecuado, aplicando las buenas prácticas de manufactura, es por ello que el resultado en cuanto al análisis microbiológico que corresponde al conteo de coliformes, mohos y levaduras las ufc/g fue menor a los límites establecidos en la norma NTE INEN 616 (2006).

Mosquera, C. (2015). Estudio de la obtención de la harina de oca blanca (*Oxalis tuberosa*) y su aplicación en la elaboración de pan de molde por sustitución parcial de la harina de trigo. Quito, Ecuador: Universidad Tecnológica Equinoccial. Facultad de Ciencias de Ingeniería. Carrera de Ingeniería de Alimentos.

Sívoli, L. (2016). Caracterización fisicoquímica, funcional y nutricional de harinas crudas obtenidas a partir de diferentes variedades de yuca. Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal.

Referencias bibliográficas

Arguto, K., y Mero, E. (2011). Utilización de Harina de Arroz en la Elaboración de Pan. Guayaquil: ESPOL.

Barrera, V., Tapia, C., y Monteros, A. (2004). Raíces y Tubérculos Andinos: Alternativas para la conservación y usos sostenible en el Ecuador. Quito: Instituto Nacional de Autóno-mo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP).

Caracuel García, Á. (2008). Técnicas de cocción saludables aplicables a la alimentación mediterránea.

Chilig, C. (2013). Elaboración de harina de zanahoria blanca para utilizar en productos de panificación y definir niveles de aceptabilidad. Riobamba: ESPOCH.

Fraile, T., Morales, M., & Holle, M. (1999). Raíces y tubérculos andinos. Avances de investigación I. Lima, Perú: CONDESAN.

Meza, B. (2017). Caracterización fisicoquímica, fitoquímica y funcional de la harina de Khaya y Oca para uso industrial. Huancayo Perú: Universidad Nacional del centro de Perú. Facultad de Ingeniería en Industrias Alimentarias. Tesis de grado.

Miranda, V. (2013). Estudio de la oca y propuesta gastronómica de autor. Quito: Universidad Internacional del Ecuador. Escuela de Gastronomía. Trabajo de fin de carrera previo a la obtención de título de Ingeniero Gastronómico.