

Caracterización de harinas obtenidas a partir de tubérculos de topinambur (*Helianthus tuberosus* L.)

Díaz A.¹, Dini C.¹, Comelli N.², Viña S.¹, García M.A.¹, Ponzi M.²

¹ CIDCA (Centro de Investigación y Desarrollo en Criotecnología de Alimentos), Facultad Ciencias Exactas UNLP – CONICET La Plata - CICPBA, 47 y 116 S/Nº, La Plata (B1900AJJ), Buenos Aires, Argentina.

² FICA-UNSL-CONICET, INTEQUI CCT - CONICET – San Luis, Campus Universitario. Ruta 55 ext norte 5730. Villa Mercedes. San Luis, Argentina.

andree.diaz@hotmail.com

RESUMEN

Helianthus tuberosus L. (topinambur, *Jerusalem artichoke*) es una especie vegetal perteneciente a la Familia *Asteraceae*, que almacena inulina en sus órganos subterráneos (tubérculos). El objetivo del presente trabajo fue analizar la composición química de tubérculos y harinas de topinambur cultivados en la localidad de Villa Mercedes (San Luis, Argentina) con vistas al desarrollo de alimentos funcionales. Se cosecharon los tubérculos, se lavaron y una parte se maceró en una solución al 0,5% de ácido acético y láctico durante 48 horas (tubérculos tratados). Para la obtención de harina, tanto los tubérculos tratados como los controles se cortaron en rodajas, se secaron en estufa, se molieron y tamizaron, dando origen a las harinas de tubérculos HT y HC, respectivamente. La HT presentó un menor tenor de humedad (8,82 y 5,99%, respectivamente) y mayor contenido de cenizas totales que la HC (7,2 y 6,2%, respectivamente). No se observaron diferencias significativas ($p > 0,05$) en los contenidos de fibra detergente ácido (4,4 y 4,7% para HC y HT, respectivamente), lípidos totales (0,6 y 0,8% para HC y HT, respectivamente) ni de inulina (10,9% y 12% para HC y HT, respectivamente) de las harinas de topinambur. El tratamiento afectó los parámetros de color de la harina, la que mostró un mayor grado de pardeamiento.

Palabras Clave: topinambur, harinas no tradicionales, composición química.

ABSTRACT

Helianthus tuberosus L. (topinambur, *Jerusalem artichoke*) is a plant species belonging to the *Asteraceae* family, which stores inulin in their underground organs (tubers). The aim of this work was to evaluate the chemical composition of topinambur tubers and flours grown in Villa Mercedes (San Luis, Argentina) for the development of functional food. Tubers were harvested, washed and a part of them was macerated in a 0.5% v/v acetic and lactic acid solution during 48 h (treated tubers). For flour obtaining, both treated and control tubers were cut into slices, dried in an oven, ground and sieved giving rise to non-treated tuber flour (CF, control flour) and treated tuber flour (TF, treated flour). TF showed lower humidity (8,82 and 5,99%, respectively) and higher total ash content than CF (7.2% and 6.2% respectively). There were no significant differences in the acid detergent fiber content (4.4% and 4.7% for CF and TF, respectively), total lipids (0.6 % and 0.8 %, for CF and TF, respectively) and the inulin content (10,9% and 12% for CF and TF, respectively) for the different topinambur flours. Conversely, color parameters were affected by the treatment which induced a higher development of browning.

Key words: Jerusalem artichoke, non-traditional flours, chemical composition.

INTRODUCCIÓN

El topinambur (*Helianthus tuberosus* L.) es un cultivo herbáceo que pertenece a la familia de las Asteráceas. Se lo conoce vulgarmente como “papa chanchera” (Ibarguren et al 2013). Esta planta es originaria de América del Norte; su cultivo estaba difundido entre los aborígenes cuando los exploradores europeos llegaron a tal región. Rápidamente se introdujo en Europa y se difundió tanto para el consumo animal como



para el humano. Esta especie tiene cuatro usos principales: hortícola, forrajero, para la extracción de inulina y para la producción de etanol (Rébora 2008). Produce tallos subterráneos (tubérculos) que acumulan reservas en forma de fructanos y dentro de éstos, la inulina es el principal.

La inulina y fructooligosacáridos (FOS) están constituidos por moléculas de fructosa, siendo el término "fructanos" usado para denominar este tipo de compuestos. Se diferencian por el grado de polimerización, el que varía entre 2 y 60 para la inulina y entre 2 y 10 para los FOS (Watherhouse et al 1993). Están formados por una molécula de sacarosa a la que se unen sucesivas moléculas de fructosa por enlaces β 2→1 o β 2→6, resistentes a la hidrólisis de enzimas del tracto digestivo humano lo que posibilita que lleguen intactos al colon. De esta manera, este tipo de compuestos se comportan como fibra dietaria, y dentro de ésta, como fibra funcional (carbohidratos no digeribles aislados que presentan efectos fisiológicos beneficiosos en los seres humanos). Entre los efectos positivos para la salud, se destacan el aporte de fibra dietaria y la capacidad de actuar como prebióticos. Según Rao (1999), 4 g de inulina diarios son efectivos para incrementar el número de bacterias benéficas en el colon. Esto se ha demostrado *in vivo* mediante pruebas con voluntarios. La alimentación continuada con inulina de 9 a 15 g /día en tres dosis diarias produjo un aumento de 6 a 22% en la población de bifidobacterias, así como una disminución de *Escherichia coli* de 25 a 4% y de *Clostridium* de 1 a 0,2%. La población bacteriana se mantuvo constante, variando la correlación porcentual de las diferentes especies (Gil Hernández, 2010).

Otras propiedades interesantes se relacionan con el aporte energético reducido (1,5 kcal/g) y el efecto hipoglucemiante (Scollo et al 2011), que permitiría su consumo por parte de pacientes diabéticos. Asimismo, desde 1992 este tipo de fibra ha sido aceptada como ingrediente GRAS (generalmente reconocido como seguro) por la FDA, lo cual indica que puede usarse en formulaciones alimenticias, incluso en las destinadas a infantes (Coussement 1999).

El topinambur en sí mismo podría considerarse un alimento funcional debido a su alto contenido de inulina, que corresponde a 16-20% del peso fresco del tubérculo. El potencial de este cultivo como fuente de obtención de dicho carbohidrato es importante, por ser una de las especies vegetales con mayor proporción del mismo, asociado además al alto rendimiento por unidad de superficie (Rébora 2008). Su valor energético por hectárea es superior al del grano de maíz. Los rindes máximos de polisacáridos solubles en topinambur (inulina) son de 16 t/ha, mientras que en maíz (almidón) son de 12 t/ha (Scollo et al 2011).

En cuanto a condiciones de cultivo se menciona al topinambur como una especie rústica. Crece sin mayores problemas en suelos pobres (Kosaric et al 1984). Sin embargo, prospera mejor y se obtienen rendimientos superiores en suelos fértiles. Tiene potencial en la recuperación de tierras contaminadas por industrias, ya que sus raíces ayudan a degradar contaminantes orgánicos e inorgánicos (Santos 2015). Generalmente se sugiere plantar el topinambur en la primavera temprana (Duke 1983; Schultheis 1999). En nuestro país se menciona el período comprendido desde mediados de junio a fines de septiembre como apto para la implantación (Bauer Laso 1974). El topinambur es más resistente a la sequía que muchos otros cultivos, aunque hay dos períodos donde se presenta sensibilidad a estrés hídrico: la emergencia y el crecimiento de los tubérculos (Denoroy 1996). La sombra que produce el canopeo del topinambur dificulta el desarrollo de la mayoría de las malezas presentes en el cultivo. Asimismo, la incidencia de insectos también resulta reducida.

Ha sido indicado últimamente que existen pequeños productores de topinambur dispersos en distintas regiones de clima templado o templado-frío de nuestro país, como en las provincias de Córdoba, Mendoza, Río Negro, Chubut, Buenos Aires y San Luis (Rebora e Iburguren, 2013). Sin embargo, resulta aún una especie poco estudiada localmente por lo que se hace necesaria su caracterización con el fin de proponer alternativas para su procesamiento, con vistas a su utilización en la industria alimentaria.

Dadas las potencialidades enumeradas para esta especie, se planteó como objetivo del presente trabajo analizar la composición química de tubérculos y harinas de topinambur cultivados en la localidad de Villa Mercedes (San Luis, Argentina), enfocado al desarrollo de alimentos funcionales elaborados con dichas materias primas.



MATERIALES Y MÉTODOS

Material vegetal

El cultivo de topinambur fue conducido en la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias de la localidad de Villa Mercedes, San Luis. La plantación se realizó en el mes de septiembre de 2015 y la recolección se llevó a cabo en el mes de abril de 2016.

Según datos de la Red de Estaciones Meteorológicas para la provincia de San Luis, la precipitación acumulada fue de unos 650 mm durante el periodo indicado. Las temperaturas medias más bajas correspondieron al mes de septiembre de 2015 (12,6°C) mientras que las más elevadas se registraron en el mes de febrero de 2016 (23,4°C). Las temperaturas mínimas más bajas (-6,0°C) correspondieron al mes de septiembre.

Una vez cosechados los tubérculos se lavaron y se cepillaron manualmente hasta eliminación de los restos de tierra. Debido a que los tubérculos presentan rugosidad que dificulta el pelado, se los procesó con su cáscara. Una parte del material cosechado fue macerado en una solución de ácido acético y ácido láctico (ambos al 0,5%) durante 48 horas, con el objetivo de disminuir el sabor típico de la cáscara del producto (Scollo y col. 2011). El control correspondió a tubérculos que no recibieron ningún tratamiento luego del lavado.

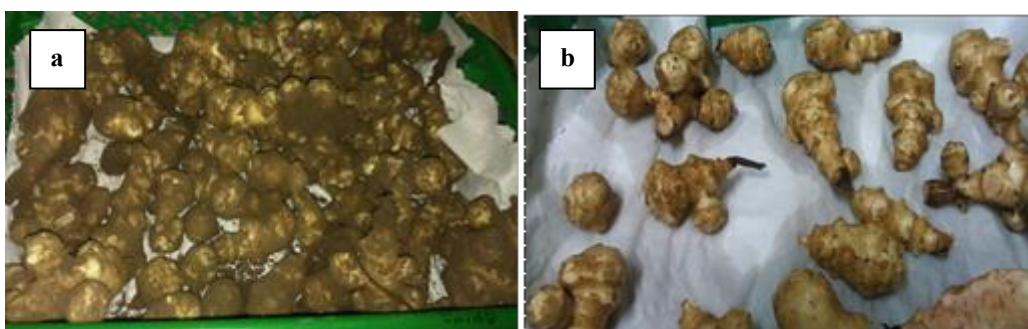


Figura 1. Tubérculos de topinambur provenientes de Villa Mercedes, San Luis: a) material recién cosechado; b) tubérculos lavados.

Elaboración de harinas

Para la elaboración de las harinas de topinambur, los tubérculos enteros (controles y tratados), fueron cortados en rodajas de aproximadamente 2 mm de espesor y secados en estufa a 60°C hasta peso constante. Se procedió a la molienda usando una procesadora de uso doméstico y finalmente las harinas se tamizaron para obtener un tamaño de partícula más pequeño (<250 µm). A medida que transcurrió la molienda se fueron realizando tamizados para obtener una granulometría uniforme. Las muestras de harina sin tratar utilizadas como control (HC), y las tratadas (HT) fueron envasadas en bolsas de polietileno y guardadas en frascos herméticos para evitar su deterioro.

Composición de las harinas y tubérculos

Contenido de humedad

Se determinó el contenido de humedad residual, siguiendo el método de referencia (AOAC, 1990). Las muestras (5 g) fueron sometidas a deshidratación en estufa a 105°C hasta alcanzar peso constante. Los resultados finales se expresaron como porcentaje (%) en relación al peso inicial de la muestra.

Determinación de cenizas totales

Las muestras (3 g) se colocaron en crisoles tarados, previamente incinerados (900°C). Luego se carbonizaron a la llama de un mechero Bunsen. Posteriormente se llevaron a la mufla a 550°C hasta obtención de cenizas blancas, según el método de referencia (AOAC, 1990). Los crisoles conteniendo las cenizas se pesaron y por diferencia de pesada se calculó el % de cenizas totales.

Contenido de lípidos totales

Para la determinación del contenido de lípidos, se realizaron ciclos de extracción sucesiva utilizando n-hexano como solvente en un equipo Soxhlet. Se pesaron los balones al inicio y al final de la operación (luego



de la recuperación del solvente y posterior evaporación del mismo), determinando gravimétricamente el contenido de materia grasa total. Los resultados se expresaron como porcentaje (%).

Cuantificación del contenido de proteína total

Se determinó el contenido de proteína total de los tubérculos y harinas por el método Kjeldahl. Este método cuantifica el nitrógeno total, proveniente principalmente de las proteínas y otras fuentes de nitrógeno no proteico y, mediante el factor de conversión 6,25 en este caso, se estimó la cantidad de proteínas totales (proteína bruta) presentes en la muestra. Los resultados se expresaron como porcentaje (%).

Cuantificación de fibra detergente ácido

Esta determinación se realizó sobre las harinas de topinambur, siguiendo el método 973.18c (AOAC, 1990). Las muestras se trataron durante 1 hora a ebullición con una solución conteniendo bromuro de cetiltrimetilamonio en H_2SO_4 1N. El residuo obtenido luego de filtrar al vacío se cuantificó gravimétricamente. La fracción fibra detergente ácido (FDA) correspondería a los componentes menos digeribles de la muestra (celulosa y lignina, mayoritariamente). Los resultados finales se expresaron como porcentaje (%).



Estimación del contenido de inulina de las harinas

Se pesaron muestras de las harinas y se realizaron dos extracciones sucesivas con agua destilada (relación 1:10) a 90°C durante 40 min con agitación constante. Las condiciones de extracción fueron optimizadas en ensayos preliminares. Los extractos obtenidos se centrifugaron durante 20 minutos a temperatura ambiente conservando los sobrenadantes. De estos últimos se tomaron alícuotas de 50 mL a las cuales se les agregó 5 ml de acetato básico de plomo ($\text{Pb}(\text{OH})\text{CH}_3\text{COO}$) 30%. Se mezcló, se dejó decantar y se eliminó el exceso de plomo soluble por agregado de 5 mL de sulfato de sodio (Na_2SO_4) al 30%. Esta etapa se realizó para eliminar las proteínas solubles que luego podrían interferir en la determinación espectrofotométrica.

Seguidamente, se tomaron dos alícuotas de cada extracto, a una de ellas se le agregó HCl 0,05 N y se la calentó a ebullición durante 40 min. Esta hidrólisis del extracto permite la determinación del contenido de fructosa total (FT) presente en la muestra. Sobre la otra alícuota, que no se sometió a hidrólisis, se determinó el contenido de fructosa libre (FL).

Para cuantificar el contenido de azúcares de estas fracciones se utilizó el método de Somogyi-Nelson. Éste consiste en la reducción del reactivo de cobre alcalino por parte de los azúcares reductores de la muestra, dando óxido cuproso, el cual en presencia del reactivo arsenomolibdico forma un complejo de color azul estable que se mide espectrofotométricamente a 590 nm. El contenido de inulina (I) se determinó empleando la siguiente ecuación:

$$I = k (F_T - F_L) \quad (1)$$

Donde k es una constante de valor 0,995 indicada cuando se desconoce el grado de polimerización de la inulina (Steehmans 2004, citado por Saengkanuk 2011).

Dado que en la determinación del contenido de inulina por métodos espectrofotométricos la cuantificación del contenido de fructosa total es crítica, en un ensayo preliminar, se determinaron las condiciones óptimas de hidrólisis ácida. A tal fin se ensayaron diferentes concentraciones de HCl (0,005; 0,01; 0,025; 0,05; 0,1 y 0,3 M) a un tiempo de hidrólisis de 40 min. Esto fue necesario ya que si las condiciones son muy débiles no se llegan a hidrolizar completamente los polímeros presentes y si las condiciones son muy drásticas los azúcares condensan haciendo que la determinación posterior también resulte por defecto. Así, se optimizó la condición de hidrólisis cuantificando a 590 nm los azúcares totales presentes.

Medidas de color de las harinas

Se caracterizó el color de las harinas de topinambur utilizando un colorímetro CR-400 (Konica Minolta Sensing Inc., Japón). Los valores de la escala CIE empleada se expresaron en términos de luminosidad (L^*), coordenada rojo-verde (valor a^*), y coordenada amarillo-azul (valor b^*).

Se calculó la diferencia total de color (ΔE) de acuerdo a la siguiente expresión:

$$\Delta E = \sqrt{((a^* - a_0^*)^2 + (b^* - b_0^*)^2 + (L^* - L_0^*)^2)} \quad (2)$$

Donde los valores a_0^* , b_0^* y L_0^* son los parámetros del blanco de calibración ($Y = 93.2$, $x = 0.3133$ e $y = 0.3192$) que en la escala CIE corresponden a $a_0^* = 0,11$, $b_0^* = 0,02$ y $L_0^* = 97,45$.

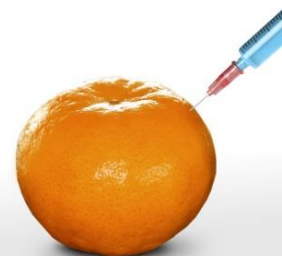
Análisis estadístico

Los valores informados para composición química se realizaron al menos por duplicado. Las mediciones de color comprendieron cinco determinaciones por cada tipo de harina. Los datos fueron sometidos al análisis de varianza (ANOVA) con un nivel de significación del 5% ($p < 0,05$) seguido de un test de Fisher de comparación de medias ($p < 0,05$). Para el análisis se utilizó el programa Infostat versión 2012 (Grupo InfoStat, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Composición de las harinas y tubérculos

Como era de esperar, los tubérculos de topinambur son por su alto contenido de hidratos de carbono, un



producto de alto valor energético. Los valores obtenidos de humedad y minerales resultaron similares a los encontrados por Scollo y colaboradores (2011), si bien se registraron valores menores de materia grasa (0,12% vs 0,41%). En relación al contenido de proteínas, como se observa en la **Tabla 1**, el topinambur no contribuye a la dieta en este aspecto. Además, los valores obtenidos fueron inferiores a los informados por los mismos autores (1,81% vs 2,44%).

Scollo y colaboradores (2011) han señalado que el pretratamiento de los tubérculos mejora el sabor y el aroma de la harina obtenida, siendo esta una característica más que relevante para las posibles aplicaciones de ésta, especialmente si la misma se destina a la preparación de panificados. Al respecto, se han encontrado en los tubérculos de topinambur relativamente altos contenidos de terpenos que pueden potencialmente impactar en el *flavor*. Bach y colaboradores (2012) correlacionaron el perfil de volátiles con las características sensoriales de los tubérculos encontrando que los terpenos se asocian a la presencia de sabores indeseables (gusto ferroso, sabor mohoso y terroso), por lo que el tratamiento de los tubérculos con fines de su eliminación sería recomendable. En relación a la composición química de las harinas obtenidas se observó que el tratamiento de los tubérculos no afectó su contenido de fibra detergente ácido, carbohidratos totales y proteínas (**Tabla 1**).

Tabla 1. Composición de las harinas HC, HT y de los tubérculos frescos, expresados en % de material fresco.

	HARINA HC	HARINA HT	Tubérculo
Humedad	8,82±0,03 ^b	5,99±0,04 ^a	80,5±0,1 ^c
Materia grasa	0,57±0,03 ^b	0,85±0,1 ^c	0,12±0,01 ^a
Proteínas	2,27±0,7 ^{a,b}	2,78±0,01 ^b	1,81±0,01 ^a
Cenizas	6,17±0,04 ^b	7,20±0,12 ^c	1,91±0,09 ^a
Carbohidratos	77,8	78,5	15,7
FDA	4,4±0,3 ^a	4,72±0,05 ^a	-

Nota: Los valores informados corresponden a las medias \pm la desviación estándar. Letras diferentes en una misma fila indican diferencias significativas ($p < 0,05$).

Estimación del contenido de inulina

Para determinar el contenido de inulina se procedió a determinar las fracciones de fructosa total y fructosa libre por el método de Somogyi Nelson. Para llevarlo a cabo se realizó una curva de calibración con concentraciones de fructosa de 0 a 350 $\mu\text{g/ml}$, y se determinó la ecuación de la recta que permite su cuantificación.

Respecto a la puesta a punto de las condiciones de hidrólisis en la **Figura 2** se muestran los resultados obtenidos. Se observa que a concentraciones bajas (0,005; 0,01 y 0,025 M) los valores obtenidos son cercanos a los de la muestra control sin hidrolizar. Esto se debe a que no se llegan a hidrolizar completamente los polímeros presentes. Con concentraciones altas (0,1 y 0,3M) las condiciones resultan muy drásticas, promoviendo además la condensación de los azúcares hidrolizados, lo que conlleva a la posterior cuantificación por defecto. Así para la cuantificación de la inulina presente en las harinas de topinambur se seleccionó la condición de 0,05M HCl durante 40 minutos, donde se observa el pico con mayor concentración de fructosa determinada.



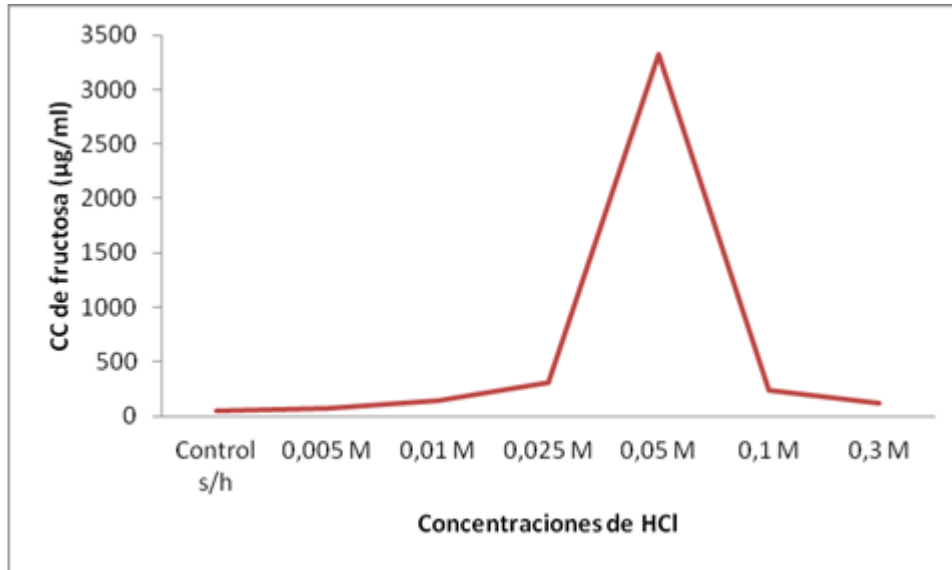


Figura 2. Puesta a punto de la concentración de HCl a utilizar en el proceso de hidrólisis.

En la **Figura 3**, se presentan los contenidos de azúcares libres y totales expresados como fructosa presentes en las muestras de harina. Los valores de fructosa libre obtenidos para la harina tratada son prácticamente el doble que para la harina control, este resultado podría atribuirse a la posible hidrólisis de los hidratos de carbono presentes durante el pretratamiento de los tubérculos con ácido láctico y acético. En relación al contenido de azúcares totales, si bien se observaron diferencias, éstas no fueron estadísticamente significativas ($p > 0,05$).

El pretratamiento no afectó el contenido de inulina de las harinas. Este resultó menor al informado por Scollo y colaboradores (2011) para tubérculos recién cosechados. Se ha informado que la inulina presente en tubérculos como radicha y topinambur es rápidamente degradada luego de cosechados debido a la acción de las inulinasas presentes. Así los bajos valores encontrados son indicativos de dicha degradación ya que los tubérculos una vez cosechados no fueron procesados inmediatamente para obtener las harinas correspondientes, manteniéndose durante 7-10 días a temperatura y humedad ambiente. Los resultados obtenidos advierten sobre los cuidados que deben tenerse para el procesamiento de topinambur con fines de su utilización como fuente de ingredientes prebióticos.

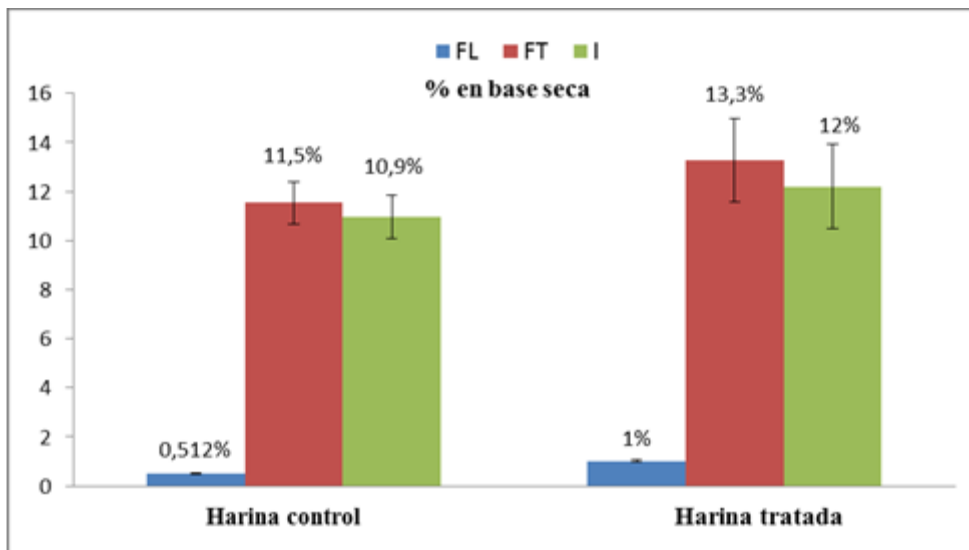


Figura 3. Contenido de inulina (I), fructosa libre (FL) y fructosa total (FT) expresado como % en base seca de las harinas control y tratada de topinambur.

Color superficial de las harinas

Los resultados obtenidos para los valores de L*, a* y b* correspondientes a las harinas HC y HT se muestran en la **Tabla 2**.

Tabla 2. Parámetros de color superficial de las harinas de topinambur.

	Luminosidad	Parámetro de cromaticidad a*	Parámetro de cromaticidad b*	Diferencias de color (ΔE)
HARINA HC	85,11±1,6 ^a	0,08±0,04 ^a	11,29±0,49 ^a	15,57±1,55 ^a
HARINA HT	82,59±1,4 ^b	1,59±0,09 ^b	14,17±0,57 ^b	19,41±1,38 ^b

Nota: Los valores informados corresponden a las medias \pm la desviación estándar. Letras diferentes en cada columna indican diferencias significativas ($p < 0,05$).

Se observó que el tratamiento aplicado modificó significativamente los parámetros de color de la harina de topinambur. La harina HC presentó mayor luminosidad, indicando un color más blanco, lo cual puede observarse en la **Figura 4**. En cuanto al parámetro a* para la harina HT se obtuvieron valores más altos que para la harina HC y la misma tendencia siguió el parámetro b*, el cual hace referencia a un color pardo más intenso para HT. Estas observaciones visuales se correlacionaron con las diferencias de color (ΔE) observadas, siendo las mismas de 15,57±1,55 para la harina control y 19,41±1,38 para la harina proveniente de tubérculos tratados (**Tabla 2**).

El desarrollo de color podría atribuirse al pardeamiento químico de las muestras, debido al contenido de proteínas y azúcares presentes en las harinas. Mientras que las diferencias observadas podrían explicarse dado que en la harina tratada el contenido de azúcares libres es mayor que en la harina sin tratar, como se evidenció en la **Figura 3**, y al levemente mayor contenido de proteínas (**Tabla 1**). Además, dado que las harinas se obtuvieron por deshidratación de los tubérculos a 60°C y, aunque esta temperatura no es excesivamente alta, no se descarta que se hubiera producido la caramelización de los azúcares presentes. La presencia de cáscara, si bien podría afectar los parámetros de color, no permite explicar los resultados obtenidos ya que los tubérculos (control o tratados) fueron procesados enteros.



Figura 4. Fotografía de las harinas analizadas de topinambur. Izquierda: harina control (HC). Derecha: harina tratada (HT).

CONCLUSIONES

Fue posible determinar la composición química de tubérculos de topinambur, los que resultaron ser fuente principalmente de carbohidratos y fibra. A partir de los mismos se obtuvieron harinas por deshidratación, evaluándose el efecto de un pretratamiento ácido de los tubérculos, con el fin de mejorar el sabor del



producto.

El pretratamiento afectó la composición química de las harinas, principalmente en relación a su contenido de humedad y cenizas totales. Sin embargo, el nivel de inulina no se modificó por efecto del pretratamiento, por lo que se induce un similar potencial prebiótico de los productos.

El desarrollo de estas harinas contribuye a la obtención de ingredientes funcionales con vistas a su incorporación en alimentos saludables, aptos para poblaciones con requerimientos nutricionales específicos, como los pacientes diabéticos.

BIBLIOGRAFÍA

Bauer, H.A. & Laso, R.H. 1974. El cultivo del topinambur (*Helianthus tuberosus L.*). Información técnica número 58, INTA, EEA Manfredi.

Bach, V., Kidmose, U., Kjeldsen Bjørn, G., Edelenbos, M. 2012. Effects of harvest time and variety on sensory quality and chemical composition of Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus*) tubers. Food Chemistry 133: 82–89.

Coussement P. 1999. Inulin and Oligofructose: safe intakes and legal status. J Nutr. 129:1412-17.

Denoroy, P. 1996. The crop physiology of *Helianthus tuberosus L.*: a model orientated view. Biomass and bioenergy, 11 (1): 11-32.

Duke, J.A. 1983. *Helianthus tuberosus L.* Handbook of energy crops. En: http://www.hort.purdue.edu/newcrop/duke.energy/Helianthus_tuberosus.html

Gil Hernández. 2010. Legumbres, verduras y productos hortícolas. En: Gil Hernandez autor. Tratado de nutrición Tomo II Composición y Calidad Nutritiva de los Alimentos. 2ª ed. Madrid: Editorial Médica Panamericana. Pág 141-160.

Ibarguren, L., Rébora, C. 2013. El cultivo de topinambur: generalidades sobre su eco fisiología y manejo. Horticultura Argentina 32(77):35-41.

Kosaric, N., Cosentino, G.P., Wieczorek, A. 1984. The Jerusalem artichoke as an agricultural crop. Biomass, 5: 1-36.

Rao A. 1999. Dose response effects of inulin and oligofructose on intestinal bifidogenesis effects. J. Nutr. 129:1442-45.

Rébora, C. 2008. Topinambur (*Helianthus tuberosus L.*): usos, cultivos y potencialidad en la región de cuyo. Horticultura Argentina 27(63): 30-37.

Santos Chicahuala, M. 2015. Evalúan la adaptabilidad y potencialidad agronómica del Topinambur. Informe del INTA. Tema: Bioenergía.

Schittenhelm, S. 1999. Agronomic performance of root cicory, Jerusalem artichoke and sugarbeet in stress and nonstress environments. Crop Science 39: 1815-1823.

Schultheis, J.R. 1999. Growing Jerusalem artichokes. NC State University. Horticulture Information Leaflets. En: <http://www.ces.ncsu.edu/depts/hort/hil/hil-19.htm>

Scollo, D., Ugarte, M., Vicente, F., Giraud, M., Sánchez Tuero, H., Mora, V. 2011. El potencial del topinambur en la salud y la nutrición. DIAETA (B.Aires); 29(137):7-13.

Watherhouse A. Chatterton N. 1993. Glossary of fructans terms. En: Suzuki M, Chatterton N editores. Science and Technology of Fructans. USA: CRC Press; 1993:369.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue realizado a partir del financiamiento de los proyectos: PICT 2011-1213 y 2015-0921 (ANPCyT, Argentina). PROICO N° 14-4214 UNSL.

