

DETERMINACIÓN DE FENOLES TOTALES, FRUCTANOS Y PUNGENCIA EN SEIS CULTIVARES DE AJOS (*Allium sativum* L.) EN EL PERÚ

Fernando Wilson Espinoza Cáceres^{1*}, Elva María Ríos Ríos²,
Carlos César Augusto Elías Peñafiel³

RESUMEN

La cuantificación de los compuestos químicos en las diferentes variedades de ajos son un factor importante para poder seleccionar los cultivares con mejores características químicas para la prevención de enfermedades. Nuestro trabajo de investigación cuantificó los niveles de fenoles totales, fructanos, ácido pirúvico (pungencia) y pH. Los cultivares Cincomesino E1C2, Barranquino precoz E1C5, Mapuri E1C6, Alfa suquia E1C4, Pata de perro E1C7, Barranquino tardío E1C3, fueron evaluados después de 40 días de secado, la unidad analítica consistió de 10 dientes por muestra. Los niveles de fenoles totales, fructanos, ácido pirúvico (pungencia) y pH varían en un rango de 0,307-0,626 mg GAE/g de muestra fresca, 16,13-22,50 g de fructanos/100 g de muestra fresca, 55,13-86,21 μ mol de ácido pirúvico/g de muestra fresca, 6,01-6,10. El cultivar Barranquino tardío E1C3 exhibe la mayor concentración de fenoles totales (0,626 GAE/g de muestra fresca); el cultivar Mapuri E1C6 presenta la mayor concentración de fructanos (22,50 g de fructanos/100 g de muestra fresca); el cultivar Pata de Perro E1C7 presenta la mayor concentración de ácido pirúvico (86,21 μ mol de ácido pirúvico/g de muestra fresca).

Palabras clave: *Allium sativum* L., fenoles totales, fructanos y ácido pirúvico, pungencia, ácido gálico equivalente GAE.

DETERMINATION OF TOTAL PHENOLS, FRUCTANS, PUNGENCY IN SIX CULTIVARS OF GARLIC (*Allium sativum* L.) FROM PERU

ABSTRACT

The quantification of chemistry components in different varieties of garlands, are an important factor to differentiate and to select the cultivars with the best chemistry characteristics in prevention of specific diseases. Our work of investigation quantified the levels of total phenols, fructans, pyruvic acid (pungency) and pH. The cultivars Cincomesino E1C2, Barranquino early E1C5, Mapuri E1C6, Alfa Suquia E1C4, Pata de Perro E1C7, Barranquino Late E1C3, were evaluated after of 40 day dried them, the analytic unit was of ten cloves for sample.

The levels of total phenols, pyruvic acid (pungency), fructans and pH rank variation 0,307-0,626 mg GAE/g fresh sample, 16,13-22,50 g of fructans/100 g fresh sample, 55,13-

¹ Facultad de Ciencias, Universidad Nacional San Luis Gonzaga de Ica.
Prolongación Ayabaca C-9. Urb. San José.

* fernnadowilson@yahoo.com

² Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Agraria La Molina. Av. La Molina s/n, Lima 12, Perú

³ Facultad de Industrias Alimentarias, Universidad Nacional Agraria La Molina.
Av. La Molina s/n, Lima 12, Perú.

86,21 μ mol of Pyruvic acid/g fresh sample, 6,01-6,10. The cultivars E1C3 show more concentration of total phenols (0,626 GAE/g fresh sample), the cultivars Mapuri E1C6 show more concentration of fructans (22,50 g of fructans/100 g fresh sample), and the cultivars Pata de Perro E1C7 show more concentration pyruvic acid (86,21 μ mol de pyruvic acid/g fresh sample).

Key words: *Allium sativum* L., total phenols, fructans and pyruvic acid, pungency, gallic acid equivalent GAE.

INTRODUCCIÓN

El ajo es una de las principales hortalizas cultivadas en el mundo, debido a las propiedades culinarias, medicinales e insecticidas que posee. Estos beneficios atribuidos al ajo y sus preparaciones, están estrechamente ligados a los compuestos químicos que presenta, tales como proteínas, grasas, carbohidratos, fibra, ceniza, dimetilsulfito, aceites esenciales, minerales como K, P, Mg, Na, Ca, Fe, Se, etc¹.

El compuesto precursor del olor y sabor que se encuentra en mayor concentración en el ajo es el (+)-S-alilcisteína-sulfóxido (aliina); cuando el bulbo es dañado la acción enzimática de la aliinasa produce la conversión de la aliina en alicina, ácido pirúvico y amoníaco². Las cantidades de ácido pirúvico y amoníaco producidos son equivalentes a las cantidades de sustrato consumidos (aliina), por lo que en la actualidad se utiliza la cuantificación de ácido pirúvico para medir la pungencia e indirectamente y cualitativamente la concentración del sustrato precursor³.

En el grupo de carbohidratos presentes en el ajo, se encuentran los fructanos en un rango de 58-68 % de materia seca⁴. Estas moléculas son importantes porque escapan al proceso digestivo en el intestino delgado, siendo fermentados selectivamente por bifidobacterias y lactobacillus en el intestino grueso, lo que le confiere propiedades prebióticas^{5,6}.

Los compuestos fenólicos y azufrados del ajo actúan sinérgicamente bloqueando la actividad del oxígeno reactivo sobre las proteínas, lípidos y ADN, brindándole al ajo propiedades antioxidantes. Individualmente los compuestos azufrados participan en actividades hipolipémicas, antimicrobianas, antiparasitarias, antifúngicas, antibacteriales, anticancerígenas, hepatoprotectivas, antitrombóticas, protectores cardiovasculares, inmunogénicas, glicémicas, inmunomoduladoras^{7,8}.

En el Perú el cultivo de ajos se distribuye desde el nivel del mar hasta los 3 700 m.s.n.m. lo que demuestra su amplia capacidad de adaptación⁹. Pero las variedades y cultivares presentes no han sido caracterizadas químicamente para poder ser dirigidas al uso específico en prevención de enfermedades, motivo por el cual este trabajo de investigación evalúa y determina el cultivar con mayor concentración de fructanos, fenoles totales y ácido pirúvico.

PARTE EXPERIMENTAL

Lugar de ejecución

El presente trabajo de investigación se realizó en los laboratorios de análisis químico y productos naturales, micología y biotecnología de la Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Agraria La Molina.

Materiales y reactivos

Muestras: Los cultivares de ajos Cincomesino E1C2, Barranquino precoz E1C5, Mapuri E1C6, Alfa suquia E1C4, Pata de perro E1C7, Barranquino tardío E1C3 procedieron de la estación experimental agraria Donoso (Hualal).

Reactivos: Sacarasa (100 U) plus α -amilasa (*B. cereus*, 500 U), pululanasa (*K. pneumoniae*, 100 U) y maltasa (levadura, 1000 U) liofilizadas, fructanasa, *exo*-inulinasa (10,000 U) y *endo*inulinanasa (100 U), control de fructano, control de celulosa, control de sacarosa, solución estándar de fructosa (1,5 mg/mL) Megazyme International, ácido maleico Sigma 95%, hidróxido de sodio 99,5%, ácido acético glacial Merck, 4-hydroxibenzilhidrasida Sigma, borohidrido de sodio 98,5% Sigma, Folin Ciocalteu Merck y ácido gálico Sigma, metanol Fermont, carbonato de sodio Merck, cloruro de calcio dihidratado 99%+ Sigma, ácido tricloroacético 99,4% Fisher, 2,4-dinitrofenoldidrazina Harleco, piruvato de sodio al 99% Sigma.

Métodos de análisis

- Compuestos fenólicos totales¹⁰.
- Fructanos¹¹.
- Ácido pirúvico enzimático¹².
- pH¹³.

Metodología experimental

Preparación de muestras: La plantación de los cultivares se realizó el 30 de abril; para esto se utilizó el sistema de surcos a doble hilera con una separación de 0,6 m entre hileras, y 10 cm de distancia entre planta. La fertilización se realizó con 330, 150, 100 kg/ha (urea, súper triple y sulfato de potasio). La cosecha fue manual y al azar.

La cosecha de los cultivares precoces se realizó entre los meses de octubre y noviembre, Cincomesino E1C2, Barranquino precoz E1C5 el 7 de octubre; Mapuri E1C6, Alfa suquia E1C4 el 27 de noviembre, y para los cultivares tardíos Pata de perro E1C7, Barranquino tardío E1C3 se realizó el 8 de diciembre. Los bulbos cosechados fueron agrupados en atados de 10, y el secado se llevó a cabo en secaderos verticales con protección directa del sol y con ventilación natural. Los bulbos fueron colgados aproximadamente a 70 cm del suelo y mantenidos por 40 días.

Los bulbos recolectados fueron desramados y agrupados en un número de 10, los cuales fueron mantenidos en congelación para su posterior análisis.

Preparación de extractos

Fenoles totales: 5 g de muestra homogenizada fue extraída tres veces con 10 ml de alcohol metílico al 80%; posteriormente los extractos fueron filtrados en papel filtro cualitativo¹⁰.

Fructanos: 100 mg de muestra homogenizada fue extraída con 40 ml de agua destilada a 80°C por 15 minutos. Los extractos obtenidos fueron enrasados a 50 ml y posteriormente filtrados en papel Wathman N° 1¹¹.

Ácido pirúvico: 10 g de muestra fue mezclada y homogenizada con 100 ml de agua desionizada por un tiempo de 2 minutos. Las muestras homogenizadas fueron filtradas en papel filtro cualitativo¹².

Análisis de los extractos obtenidos

Determinación de fenoles totales: Los extractos fenólicos fueron cuantificados coloriméricamente usando reactivo Folin Ciocalteu y ácido gálico como curva estándar.

200 μ l de extracto fueron combinados con 800 μ l de Folin Ciocalteu diluido 30 veces, después de 3 minutos de incubación se añadió 1000 μ l de carbonato de sodio al 7,5%. Después de 30 minutos de incubación a 25°C, se procedió a leer la absorbancia a 765 nm en un espectrofotómetro (Génesis 6.0). Los resultados fueron expresados en ácido gálico equivalente/g de muestra¹⁰.

Determinación de fructanos: 200 ì l de extracto fueron mezclados con 200 ì l de la solución sacarasa/amilasa, incubándose a 40 °C por 30 minutos, posteriormente se agregó 200 ì l de una solución de borohidrido al 1%; después de 30 minutos de incubación a 40°C se agregó 0,5 ml de una solución de ácido acético (200 mM) solución A.

200 ì l de la solución A (duplicado), fueron mezclados con 100 ì l de la enzima fructanasa, después de 30 minutos de incubación a 40°C se agregó 5 ml del reactivo PAHBAH; seguidamente fueron llevados a incubación en agua hirviendo por un tiempo de 6 min. Los tubos retirados fueron inmediatamente puestos en agua fría. La lectura se realizó a 410 nm en un espectrofotómetro (Génesis 6.0)¹¹.

Determinación de ácido pirúvico: 3 ml de muestras homogenizada fueron mezclados con 3 ml de ácido tricloroacético (5%); después de 1 hora de reposo, el sobrenadante obtenido se centrifugó durante 10 minutos a 10000 rpm. Posteriormente, 200 ì l del sobrenadante fueron mezclados con 1 ml de dinitrofenolhidrazina y 1 ml de agua desionizada; la mezcla fue incubada a 37 °C por 30 minutos.

La lectura se realizó a 420 nm usando piruvato de sodio como patrón para obtener la curva estándar¹⁴.

Análisis estadístico

Los resultados fueron procesados por un análisis de varianza (ANOVA) y la significancia estadística por la prueba de Tukey. Las diferencias en $p < 0,05$ fueron consideradas significativas. El programa empleado fue el Statgraphics Plus Versión 5,1

RESULTADO Y DISCUSIÓN

Análisis químico

La concentración promedio de fenoles totales, fructanos, ácido pirúvico (pungencia) y pH de los seis cultivares de ajos son mostrados en la tabla 1.

Tabla 1. Niveles promedios de concentración de pH, fenoles totales, fructanos, ácido pirúvico de los seis cultivares ajos (*Allium sativum* L.).

| Cultivares | pH | Fenoles totales (mg GAE/g) | Fructano (g/100g) | Ácido pirúvico (µmol/g) |
|-------------------|-------------|-------------------------------|----------------------|----------------------------|
| E1C3 ^c | 6,07 ± 0,02 | 0,626 ± 0,01 | 16,99 ± 0,72 | 78,60 ± 4,29 |
| E1C7 ^c | 5,99 ± 0,01 | 0,491 ± 0,02 | 16,13 ± 0,73 | 86,21 ± 1,24 |
| E1C6 ^b | 6,07 ± 0,02 | 0,409 ± 0,01 | 22,50 ± 0,81 | 61,98 ± 0,89 |
| E1C4 ^b | 6,07 ± 0,02 | 0,339 ± 0,01 | 21,49 ± 0,72 | 65,31 ± 1,65 |
| E1C2 ^a | 6,25 ± 0,08 | 0,330 ± 0,02 | 17,74 ± 0,46 | 60,39 ± 3,54 |
| E1C5 ^a | 5,99 ± 0,02 | 0,307 ± 0,01 | 19,40 ± 0,51 | 55,13 ± 1,49 |

Los diferentes datos indican deferencia significativas entre los cultivares (Tukey 5%);

^a cultivar precoz; ^b cultivar intermedio; ^c cultivar tardío

Determinación de fenoles totales

Las concentraciones de fenoles totales de los seis cultivares de ajos son mostrados en la figura 1. Entre los cultivares de ajos analizados, el cultivar Barranquino tardío E1C3 exhibe una mayor concentración de fenoles totales (0,626 mg GAE/g de muestra fresca), seguido del cultivar Pata de perro E1C7 (0,491 mg GAE/g de muestra fresca), Mapuri E1C6 (0,409 mg GAE/g de muestra fresca), Alfa suquia E1C4 (0,339 mg GAE/g de muestra fresca), Cincomesino E1C2 (0,330 mg GAE/g de muestra fresca), Barranquino precoz E1C5 (0,307 mg GAE/g de muestra fresca).

El contenido de fenoles totales varía en un rango de (0,307-0,626 mg GAE/g de muestra fresca). Estos datos se encuentran dentro de los valores previamente citados en bulbo de ajos provenientes de Italia *Allium sativum* L. Blanco $0,32 \pm 0,032$ mg GAE/g de muestra fresca, Brasil *Allium sativum* L. var. Cristo 49 mg/100 g de muestra fresca, Tailandia *Allium sativum* L. $63,51 \pm 3,67$ ^{10,15,16}.

Con referencia a la concentración de fenoles totales (figura 1), se observa que la concentración de estos compuestos aumenta conforme la época de cosecha de los cultivares se retrasa, notándose una diferencia entre los cultivares de cosecha precoces, intermedia y tardía. Esto puede explicarse debido a que los bulbos de los cultivares tardíos están expuestos mayor tiempo a temperaturas elevadas en el periodo de cultivo, lo cual indica una influencia directa de la temperatura sobre estos compuestos, tal como lo indica Rivero¹⁷

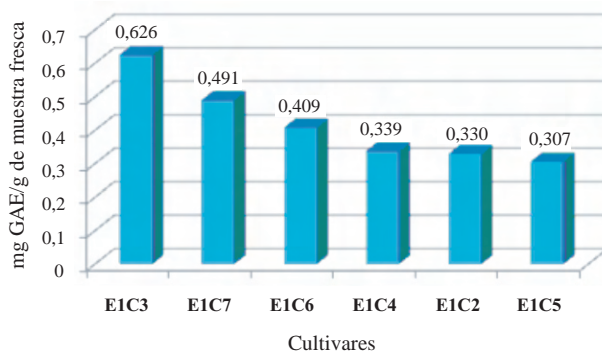


Figura 1. Concentración de fenoles totales en mg GAE/g de muestra fresca, de los seis cultivares de ajos.

Determinación de fructanos

La concentración de fructanos son mostrados en la figura 2. Entre los cultivares de ajos analizados, el cultivar Mapuri E1C6 presenta la mayor concentración de fructanos (22,50 g de fructanos/100 g de muestra fresca), seguido del cultivar Alfa suquia E1C4 (21,49 g de fructanos/100 g de muestra fresca), Barranquino precoz E1C5 (19,40 g de fructanos/100 g de muestra fresca), Cincomesino E1C2 (17,74 g de fructanos/100 g de muestra fresca), Barranquino tardío E1C3 (16,99 g/100 g de fructanos/g de muestra fresca), Pata de perro E1C7 (16,13 g de fructanos/100 g de muestra fresca)¹⁷.

La concentración de fructanos varió en un rango de 16,13-22,50 g de fructanos/100 g de muestra fresca. Estos datos se encuentran dentro del rango previamente citado en ajos provenientes de California 12,5-21,6 g de fructanos/100 g de muestra fresca, ajos

provenientes de China 18,0-23,5 g de fructanos/g de muestra fresca¹⁸.

Con referencia a la concentración de fructanos se aprecia que los cultivares que tienen una época de cosecha intermedia son los que presentan una alta concentración de fructanos, diferenciándose de los cultivares de cosecha precoz y tardía.

La menor concentración de fructanos en los cultivares de cosecha precoz podría explicarse debido a que la concentración de la enzima sacarosa: sacarosa 1-fructosiltransferasa (1SST) se mantiene constante durante todo el periodo de cultivo formando neokestosas; y dos meses antes de la cosecha la actividad de las enzimas fructano: fructano 6 glucosa-fructosiltransferasa (6G-FFT) y fructano: fructano 1-fructosiltransferasa (1-FFT) aumenta, produciendo que las cadenas de neokestosas aumenten su longitud. Por este motivo los cultivares de menor periodo de cultivo contienen menos neokestosas que elongar y por ende menor concentración de fructanos en su estructura¹⁹.

La menor concentración de fructanos en cultivares de cosecha tardía Pata de perro E1C7 y Barranquino tardío E1C3 está influenciada por la temperatura, debido a que estos cultivares están expuestos más tiempo a altas temperaturas se produce la hidrólisis de los fructanos de bajo grado de polimerización dando como resultado una menor concentración de fructanos^{20,21}.

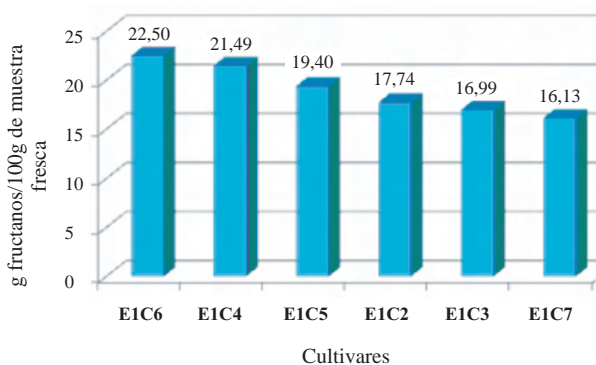


Figura 2. Concentración de fructanos en 100g de muestra fresca, de los seis cultivares de ajos.

Determinación de ácido pirúvico (pungencia)

La concentración de ácido pirúvico (pungencia) son mostrados en la figura 3. Los cultivares Pata de perro E1C7 y Barranquino tardío E1C3 son los cultivares de mayor concentración de ácido pirúvico (86,21 μ mol de ácido pirúvico/g de muestra fresca), (78,60 μ mol ácido pirúvico/g de muestra fresca), seguido de los cultivares Alfa suquia E1C4 (65,31 μ mol ácido pirúvico/g de muestra fresca), Mapuri E1C6 (61,98 μ mol ácido pirúvico/g de muestra fresca), Cincomesino E1C2 (60,39 μ mol ácido pirúvico/g de muestra fresca), Barranquino precoz E1C5 (55,13 μ mol ácido pirúvico/g de muestra fresca).

Los niveles de ácido pirúvico varían en rango de 55,13-86,21 μ mol ácido pirúvico/g de muestra fresca). Estos datos se encuentran entre los valores previamente citados, En ajos provenientes de Argentina 64-97 μ mol ácido pirúvico/g muestra fresca, ajos provenientes de Estados Unidos 47-63 μ mol ácido pirúvico/g de muestra fresca, ajos provenientes de México

23,1-40,9 μmol ácido pirúvico/g de muestra fresca^{12,14,22,23}.

Con referencia a la concentración de pungencia, se observa que la concentración de estos compuestos aumenta conforme la época de cosecha de los cultivares se retrasa, notándose una diferencia entre los cultivares de cosecha precoces, intermedia y tardía. Esto puede explicarse debido a que los bulbos de los cultivares tardíos están expuestos mayor tiempo a temperaturas elevadas en el periodo de cultivo, lo cual indica una influencia directa de la temperatura sobre estos compuestos, tal como lo indica Randle²⁴.

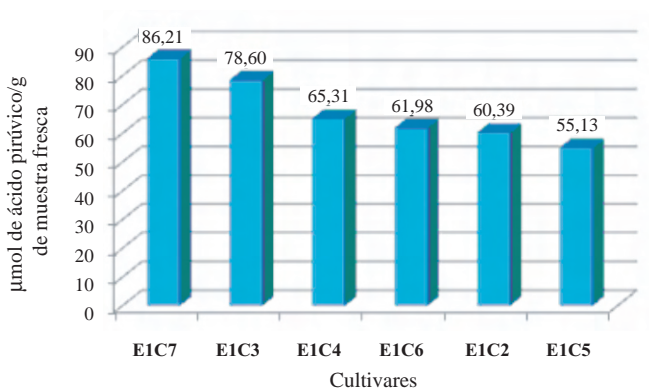


Figura 3. Concentración de ácido pirúvico (pungencia) en μmol de ácido pirúvico/g de muestra fresca, de los seis cultivares de ajos.

Los rangos promedio de variación de fenoles totales, fructanos, ácido pirúvico (pungencia) y pH son mostrados en la tabla 2.

Tabla 2. Rangos promedio de variación de fenoles totales, fructanos, ácido pirúvico (pungencia) y pH, de los seis cultivares ajos (*Allium sativum* L.) en conjunto.

| Compuesto | Rangos promedios de variación |
|----------------|-------------------------------|
| pH | 5,99 - 6,25 |
| Fenoles | 0,307,-,0,626 ^a |
| Fructanos | 16,13 - 22,50 ^b |
| Ácido pirúvico | 55,13 - 86,21 ^c |

^a(mg GAE/g); ^b(g/100g); ^c($\mu\text{mol/g}$).

El rango promedio de valores de pH varía en 5,99-6,25, estos valores varían ligeramente de los datos reportados en ajos españoles 6,12-6,47. Esto puede explicarse debido a la diferencia del cultivar analizado, así como la procedencia del ajo, tipo de suelo donde se realizó la siembra, tratamiento del cultivo y factores ambientales²⁵.

CONCLUSIONES

- Los datos obtenidos de fenoles totales, fructanos, ácido pirúvico (pungencia) y pH de los seis cultivares de ajos se encuentran dentro de los rangos previamente citados por otros autores.
- El cultivar Barranquino tardío E1C3 exhibe la mayor concentración de fenoles totales (0,626 mg GAE/g de muestra fresca).
- El cultivar Mapuri E1C6 presenta la mayor concentración de fructanos (22,50 g de fructanos/100 g de muestra fresca).
- El cultivar Pata de perro E1C7 presenta la mayor concentración de ácido pirúvico (pungencia), (86,21 μ mol de ácido pirúvico/g de muestra fresca).
- El cultivar Mapuri E1C6 es el que presenta las mejores características para el aprovechamiento industrial de fructanos.
- Los cultivares Pata de perro E1C7 y Barranquino tardío E1C3 presentan la mejor característica para la utilización como antioxidante debido a las altas concentraciones de ácido pirúvico y fenoles totales.

AGRADECIMIENTO

A Magazine International Orleans Ltd. (Dr. McCleary), Estación Experimental Agraria Donoso Huaral INIA (Ings. Nicho y Cóndor) por la asistencia financiera. Al laboratorio de Micología y Biotecnología de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Agraria La Molina (Drs. Gutiérrez-Correa y Gretty), por el apoyo en el uso de equipo de laboratorio y al personal técnico de la Facultad de Ciencias e Industrias Alimentarias (Tecs. Capa, Daga, Maihuire y Zúñiga) por el apoyo técnico en el desarrollo de este trabajo de investigación.

BIBLIOGRAFÍA

1. Haydar, H.; Özcan, M.; Demir, F. and Calisir, S. Some nutritional and technological properties of garlic (*Allium sativum* L.). *Journal of Food Engineering*. 2005; **68**. 463-469.
2. Stoll, A. and Seebeck, E. Chemical investigations of alliin, and the specific principle of garlic, *Adv. Enzymol.* 1951; **11**. 377-400.
3. Schwimmer, S.; Carson, F.; Makower, U.; Mazelis, M. and Wong, F. *Experiential*. 1960; **16**. 449.
4. Praznik, W.; Huber, A.; Cieslik, E. Fructans: Occurrence and application in food In: Tomasik, P. Chemical and Functional Properties of Food Saccharides. CRC Press, Boca Raton. 2003; Pag. 197-217.
5. Coudray, C.; Tressol, J, C.; Gueux, E. and Rayssiguier, Y. Effects of inulin-type fructans of different chain length and type of branching on intestinal absorption of calcium and magnesium in rats. *Europe Journal of Nutrition*. 2003; **42**. 91-98.
6. Gibson, GR.; Beatty, ER.; Wang, X. and Cummings, JH. Selective stimulation of Bifidobacteria in the human colon by oligofructose and inulin. *Gastroenterology*. 1995; **108**. 975-982.
7. Amagase, H.; Petesch, B.; Matsuura, H.; Kasuga, S. and Itakura, Y. Intake of garlic and its bioactive components. *Journal of Nutrition*. 2001; **131**. 955S-962S.
8. Corzo-Martines, M.; Corzo, N. and Villamiel, M. Review biological properties of onion and garlic. *Trends in Food Science & Technology*. 2007; **18**. 609-625.
9. Nicho, P.; Loayza, J.; Cahuas, J. y Cosme, R. Descripción agronómica de cultivares de ajo (*Allium sativum* L. ssp. Vulgare) bajo condiciones del valle de Huaral. *Boletín Técnico*. 2005; 1-5.

10. Nencini, C.; Cavallo, F.; Capasso, A.; Franchi, G.; Giorgio, G. and Micheli, L. Evaluation of antioxidative properties of *Allium* species growing wild in Italy. *Journal Phytotherapy Research*. 2007; **21**. 874-878.
11. McCleary, B.; Murphy, A. and Mugford, D. Measurement of total fructan in foods by enzymatic/spectrophotometric method: Collaborative study. *Journal of AOAC International*. 2000; **83**. 356-364.
12. Natale, P.J.; Camargo, A. and Galmarini, CR. Characteristic of Argentin garlic cultivars by their pungency. *Acta Horticulturae*. 2005; **688**. 313-316.
13. A. O. A. C. Official methods of analysis, 15 TH EDN. Association of official analytical Chemists. Washington DC. 1995.
14. Schiwmmmer, S. and Weston, W. Enzymatic development of pyruvic acid in onion measure of pungency. *Journal Agriculture Food Chemistry*. 1961; **9**. 301-304.
15. Benkeblia, N. Free radical scavenging capacity and antioxidant properties of some selected onions (*Allium cepa* L.) Extracts. *Brazilian Archives of Biology and Technology*. 2005; **48**. 753-759.
16. Tangkanakul, P.; Auttaviboonkul, P.; Niyomwit, B.; Lowvittoon, N.; Charoenthamawat, P. and Trakoontivakorn, G. Antioxidant capacity, total phenolic content and nutritional composition of asian foods after thermal processing. *Journal International Food Research*. 2009; **16**. 571-580.
17. Rivero, R.; Ruiz, J. and Romero, L. Can grafting in tomato plants strengthen resistance to thermal stress?. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2003; **83**. 1315-1319.
18. Losso, N and Nakai, S. Molecular size of garlic fructooligosaccharide and fructopolysaccharide by Matrix-Assisted Laser Desorption Ionizolin Mass Spectrometry. *Journal Agriculture Food Chemistry*. 1997; **45**. 44342-4346.
19. Shiomi, N.; Onodera, S. and Sakai, H. Fructo-oligosaccharide content and fructosyltransferase activity during growth of onion bulbs. *Journal New phytology*. 1997; **136**. 105-113.
20. Graefe, S.; Hermann, M.; Manrique, I.; Golombek, S. and Buerkert, A. Effects of post-harvest treatments on the carbohydrate composition of yacon roots in the Peruvian Andes. *Field crops research*. 2004; **86**. 157-165.
21. Saengthongpinit, W. and Sajja-Anantakul. Influence of harvest time and storage temperatura on characteristics of inulin from Jerusalem Artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) tubers. *Postharvest Biology and Technology*. 2005; **37**. 93-100.
22. Yoo, kS. and Pike, L. Determination of back ground piruvic acid concentration in onion, *Allium* species on other vegetables. *Scientia Horticulturae*. 2001; **889**. 249-259.
23. Dickerson, G. and Wall, M. Varietal evaluation of garlic in New México. Agricultural Experimental Station–Research Report. 1997; 717.
24. Randle, MW. Genetic and environmental effects influencing flavor in onion. *Acta Horticulturae*. 1997; **433**. 299-312.
25. Pardo, J.; Escribano, J.; Gomes, R. and Alvarruiz, A. Physical-Chemical and sensory quality evaluation of garlic cultivars. *Journal of Food Quality*. 2007; **30**. 609-622.