



Estación Experimental Santa Catalina

Departamento de Nutrición y Calidad

Informe Anual 2017



Mejía – Pichincha – Ecuador
Diciembre / 2017

INFORME ANUAL 2017

1. **Departamento:** Nutrición y Calidad
2. **Director de la Estación Experimental Santa Catalina:** Dr. Luis Ponce
3. **Coordinador Nacional Agroindustria I+D+i:** Ing. Beatriz Brito
4. **Responsable Departamento en la Estación Experimental:** Ing. Beatriz Brito
5. **Equipo técnico multidisciplinario I+D+i:**

Personal	Cargo
Nombramiento	
1. Ing. Quím. Master. Beatriz Brito	Investigador Auxiliar 2
2. Ing. Alim. Magister. Elena Villacrés	Investigador Agregado 2
3. Dr. Quím. MSc. Iván Samaniego	Investigador Auxiliar 2
4. Ing. Prod. Agrop. Carmen Rosales	Asistente de Servicios Especializados
5. Ing. Prod. Agrop. Bladimir Ortiz	Asistente de Servicios Especializados
6. Sra. Soraya Carvajal	Secretaria
Contrato Servicios Profesionales	
7. Ing. Alim. María Belén Quelal	Técnico de Investigaciones
8. Quím. Alim. Eder Ocaña	Técnico de Investigaciones
9. Quím. Alim. Verónica Arias	Técnico de Investigaciones
10. Ing. Agroind. Javier Alvarez	Investigador Agropecuario 1
11. Sra. Martha Benítez	Asistente de Laboratorio
Contrato Indefinido Código de Trabajo	
12. Sra. Rocío Suntaxi	Auxiliar de Servicios, Laboratorio
13. Sra. Mónica Cumbajín	Auxiliar de Servicios, Procesamiento
Tesistas	
14. Sr. Edgar Fernández	Química. PUCE
15. Srta. Geomara Jácome	Química. PUCE
16. Sr. David Cando	Ingeniería Alimentos UTA
17. Sr. Pedro Chicaiza	Ingeniería Alimentos UTA
18. Srta. Melissa Llive	Ingeniería Alimentos UTA
19. Sr. Paul Cueva	Química de Alimentos UCE
20. Srta. Grace García	Química de Alimentos UCE
21. Srta. Grace Muñoz	Química de Alimentos UCE
22. Sr. Richard Taimal	Ingeniería Agroindustrial UTN
23. Jorge Flores	Ingeniería Agroindustrial UTN
24. Saskia Carvajal	Ingeniería Agroindustrial UTN

⁸ I-VIII. ⁹ X-XII. ¹⁰ FTG/RF 14893 RG V-X. ¹¹ FTG/RF 14893 RG IV-X. ¹³ Medio tiempo. ^{14,15} I-VI. ^{16,17,18} VII-XII. ^{19,20} VIII 2017-I 2018. ²¹ X 2017-IV 2018. ^{22,23,24} XI 2017-V 2018.

6. PROYECTOS

- 6.1. Inversión. Cambio de la Matriz Productiva. Agroindustria.
- 6.2. Gasto Corriente. Fortalecimiento Institucional.
- 6.3. FTG/RF-14893-RG-(14175). Promover la resiliencia de los sistemas productivos para disminuir la vulnerabilidad de familias de pequeños productores a través de la revalorización de cultivos postergados del género *Lupinus*. PROINPA-Bolivia, INIA-Chile, INIAP-Ecuador. Aprobado en la convocatoria 2014. Actividades 2016-2018.

- 6.4. FTG RF-16111-RG. Productividad y Competitividad Frutícola Andina. Colombia, Perú, España. Ecuador. INIAP: Programa de Fruticultura, Departamentos: Suelos y Aguas, Nutrición y Calidad. Aprobado en la convocatoria 2016.
Se trabajó con el Ing. William Viera en los trámites: legalización y revisión de los convenios, elaboración del POA y el Plan de Adquisiciones global y anual, para los años del proyecto. Las actividades de investigación se realizarán en el 2018-2020.
- 6.5. OIEA ECU 2016006. Reducing post-harvest losses of native potatoes and other fresh foods by irradiation.
Se ha trabajado en los trámites de legalización de los convenios y la contraparte del Ecuador ante el organismo internacional. Las actividades serán desarrolladas por el MIPRO y el MAG-INIAP durante el 2018-2019.
- 6.6. Universidad Técnica de Ambato N. 1361-CU-P-2014. Puesta en marcha de línea de cocción al vacío de jugos de frutas y línea de envasado en atmósferas modificadas de alimentos vegetales mínimamente procesados. Convenio de Cooperación Técnica Específica, para actividades de investigación, firmado el 4 abril 2017: UTA, INIAP-EESC. 2017-2018.
- 6.7. Universidad Central del Ecuador, aprobado en la convocatoria interna 2016. Estudio de la variabilidad fitoquímica y propiedad fitobiótica de la especie de planta aromática medicinal, orégano de monte (*Origanum vulgare*). Convenio de Cooperación Técnica Específica, para actividades de investigación, firmado el 13 junio 2017 entre: UCE, INIAP-EESC.
El Ministerio de Finanzas entregó con retraso los fondos a la universidad, luego se realizaron los trámites para legalizar el convenio, los términos de referencia con las proformas en el formato de la Dirección General de Investigación y Posgrado para las adquisiciones. Las actividades de investigación se realizarán el 2018-2019.

7. SOCIOS ESTRATÉGICOS PARA INVESTIGACIÓN

Programa de Leguminosas y Granos Andinos, EESC
 Programa de Fruticultura: Granja Experimental Tumbaco, EESC
 Programa de Raíces y Tubérculos, rubro Papa, EESC
 Programa de Maíz, EESC
 Programa de Cereales, EESC
 Departamento de Recursos Fitogenéticos, EESC, EECA
 Núcleo de Apoyo Técnico EESC
 Universidades: UTA, UTE, UCE, PUCE, UDLA, UTPL, UTN, ESPOL
 Asociación o productores de: chocho, quinua, arazá, naranjilla, tomate de árbol, aguacate
 Empresa privada procesadora, Grupo Grandes

8. PUBLICACIONES

8.1. Boletines divulgativos y técnicos, manuales, publicaciones misceláneas, plegables

Villacrés, E., Quelal, M.B., Alvarez, J., Garófalo, J., Campana, D. Revalorización de la cebada. Boletín Técnico. *En revisión*.

La Ciencia del maíz en la Práctica. Boletín técnico. *En elaboración*.

8.2. Títulos de los artículos científicos

Claudia Herrera, Yanelly Pérez, Vladimir Morocho, Chabaco Armijos, Omar Malagón, Beatriz Brito, Marcelo Tacán, Luis Cartuche, Gianluca Gilardoni. (2017). Preliminary phytochemical study of the Ecuadorian plant *Croton Elegans* Kunth (*Euphorbiaceae*). Journal of Chilean Chemical Society. ISSN 0717-9324. *Publicada en la edición de diciembre 2017*.

Brito Beatriz, Macas Gladys, Samaniego Iván (2017) Postharvest quality traits during conservation period of Fuerte and Hass varieties of avocado (*Persea Americana* Mill) in Ecuador. International Journal of Clinical and Biological Sciences, Volume 2 (Suppl. 1), pp S10. ISSN: 2455-6858.

Macas Gladys, Brito Beatriz, Viteri Pablo (2017) Physical and chemical characteristics in ripe fruits of Fuerte and Hass varieties of avocado in two locations of the valleys of Ecuador. International Journal of Clinical and Biological Sciences, Volume 2 (Suppl. 1), pp S12. ISSN: 2455-6858.

Carlos Feicán, Iván Venegas, Claudio Encalada, Beatriz Brito, Ricardo Moreira, William Viera. Effect of planting density on the fruit quality of chirimoya (*Annona cherimola* Mill). Revista Tropical and Subtropical Agroecosystems. ISSN electrónico: 1870-0462. *En revisión por los editores de la revista.*

M. Vega, L. Amay, B. Brito, H. Cedeño, O. Malagón. Aplicación de qNMR en la caracterización de Hemandulcin en la especie *Phyla strigulosa*. Quimica Nova. Publication of the Sociedade Brasileira de Quimica. Print version ISSN 0100-4042. *On-line version* ISSN 1678-706. *En revisión por los editores de la revista.*

Wilman Carrillo, Wilma Llerena, Iván Samaniego, Ignacio Angos, Beatriz Brito, Bladimir Ortiz. Mathematical modeling of phenolic compounds content in tropical and Andean fruits from Ecuador. Journal of Food Engineering. *En revisión por los editores de la revista.*

Quelal, M.; Nazate, K.; Villacrés, E.; Álvarez, J.; Cuarán, M. 2017. Obtención de proteína hidrolizada a partir de un concentrado proteico de quinua aplicando el método isoelectrico *Chenopodium quinoa* Willd. Revista Agronomía Colombiana. *En revisión.*

Villacrés, E.; Armijos, G.; Cobena, G.; Quelal, M. 2017. Características físicas y aporte nutricional de clones promisorios de camote. Journal Food Nutrition. *En revisión.*

Elena Villacres, Diego Campaña, Javier Garófalo, Esteban Falconí, Janet Matanguihan, Kevin Murphy. 2017. Industrial food processing procedure elicit dissimilar effects on β -glucans content of ecuadorian barley genotypes. Revista Ciencia de los Cereales. *En revisión.*

Iván Samaniego, Susana Espín, Paúl Villavicencio, Bladimir Ortiz, José Luis Zambrano. Contaminación por Aflatoxinas B₁, B₂, G₁, G₂ en maíz, utilizando Cromatografía Líquida de Alta Resolución acoplado a Detector de Fluorescencia y Derivatización Electroquímica. *En edición al formato de la revista.*

Samaniego, I.; Espín, S.; Quiroz, J.; García-Viguera, C.; Ortiz, B.; Mena, P. Caracterización del contenido de Polifenoles y Metilxantinas en Cacao Nacional “Fino De Aroma”, procedente de las principales zonas productoras el Ecuador. *En revisión al formato de la revista.*

8.3. Memorias y/o Resúmenes de Eventos Científicos

Quelal, M., Navarrete, J., Villacrés, E., Álvarez, J. 2017. Obtención de una bebida nutritiva, con base a suero deslactosado y proteína hidrolizada de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.). 1st International conference on Food Science Chapter Beverage “INCOFS 2017”. November 29th-December 1st, 2017. Quito Ecuador.

Villacrés, E., Romero, M., Quelal, M., Alvarez, J. 2017. Aprovechamiento del maíz negro (*Zea mays*) en la elaboración de una bebida fermentada 1st International conference on Food Science Chapter Beverage “INCOFS 2017”. November 29th-December 1st, 2017. Quito Ecuador.

Quelal, M.; Nazate, K.; Villacrés, E.; Álvarez, J., Cuarán, M. Evaluación de las propiedades funcionales y nutricionales de un hidrolizado proteico de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd). Memorias del XI Congreso Iberoamericano de Ingeniería de Alimentos-CIBIA 2017, Universidad Técnica Federico Santa María, Valparaíso Chile. 22 al 25 de Octubre.

Villacrés, E.; Acurio, P.; Arancibia, M.; Alvarez, J.; Quelal, M. Evaluación de las propiedades reológicas y panificables del almidón de maíz. Memorias del XI Congreso Iberoamericano de Ingeniería de Alimentos-CIBIA 2017, Universidad Técnica Federico Santa María, Valparaíso Chile. 22 al 25 de Octubre.

Ruth Martínez; Grace Vásquez; Elena Villacrés, Jorge Figueroa, Fabiola Comejo, Luis Cartuche. Nutritional and Functional values of the Ecuadorian traditional legumes. 12 th International Food Data Conference. October, 11 -13. Editado por Norma Samman. 1ª ed. San Miguel de Tucumán-Universidad Nacional de Tucumán, 2017. p 74. ISBN 978-987-754-101-4

Mónica Vega; Beatriz Brito; O. G. Malagón. Application of qNMR in the characterization of Hernandulcin in the species *Phyla strigulosa*. Abstracts Book XXVI-SILAE 2017. Società Italo-Latinoamericana di Etnomedicina. IX Congreso Colombiano de Cromatografía-COCOCRO. Editado por Sociedad Colombiana de Ciencias Químicas. Cartagena de Indias, Colombia. Septiembre 2017. p. 35. ISBN 978-958-59491-3-3.

Villacrés, E., Quelal, M.B., Mazón, N.; Murillo, A. 2017. Hojas de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd): Un recurso alimenticio subutilizado. Resúmenes de exposiciones del VI Congreso Mundial de la Quinua y III Simposio Internacional de Granos Andinos. Ministerio de Agricultura y Riego. Lima, Perú.

Villacrés, E., Quelal, M.B., Mazón, N.; Murillo, A. 2017. El aporte de la investigación a la agroindustrialización del chocho (*Lupinus mutabilis* Sweet). Resúmenes de exposiciones del VI Congreso Mundial de la Quinua y III Simposio Internacional de Granos Andinos. Ministerio de Agricultura y Riego. Lima, Perú.

María Quelal, Verónica Chicango, Elena Villacrés, Javier Álvarez, Jenny Ruales. Obtención de un snack de papa nativa aplicando la tecnología de horneado por microondas. Peter Kromann, Xavier Cuesta, Byron Monteo, Patricio Cuasapaz, Antonio Leon, Andres Chulde. Editores. Memorial del VII Congreso Ecuatoriano de la Papa. 29-30 Junio 2017. Tulcán, Carchi, Ecuador. p.95-96 . ISBN-978-9942-28-795-3.

Elena Villacrés, Estefanía Guerrero, María Quelal, Javier Álvarez, Cecilia Monteros Jorge Rivadeneira. Efecto del pelado y el horneado en el valor nutritivo de 11 variedades de papa. Memorias del VII Congreso Ecuatoriano de la Papa. Peter Kromann, Xavier Cuesta, Byron Monteo, Patricio Cuasapaz, Antonio Leon, Andres Chuld, (eds). 29-30 Junio 2017. Tulcán, Carchi, Ecuador. p.99-100 . ISBN-978-9942-28-795-3.

Villacrés, E., Rosell, C., Alvarez, J., Allauca, V., Quelal, M., 2017. Evaluación del efecto de la germinación sobre el valor nutritivo del lupino (*Lupinus mutabilis* Sweet). Memorias del 8º Simposio Internacional de Innovación y Desarrollo de Alimentos. Montevideo, Uruguay. p 87. ISSN: 2301/0819, ISSN: 2301/0940.

Villacrés, E. Cajas, C. Román, J. 2017. Contenido de compuestos y actividad antioxidante de cinco genotipos de frejol rojo, en estado crudo y procesado. Memorias del Primer Simposio Internacional de BIODISCOVERIMIENTO. EPN, editorial. Quito, Ecuador. ISBN 978/9978/383/42/1.

Elena Villacrés, Irma Tanquina, Carlos Yáñez, María Quelal, Javier Álvarez, Milton Ramos. 2017. Efecto del procesamiento sobre el contenido de compuestos con propiedades antioxidantes de dos variedades de maíz (*Zea mays* L.). Archivos Académicos de la USFQ. N.

9. Memorias de la XXII Reunión Latinoamericana del Maíz. Mario Caviedes, María Albán, José Luis Zambrano, Carlos Yáñez (eds.). Editorial USFQ, Quito, Ecuador. ISSN 2528-7753.

8.4. Dirección o Codirección de tesis de pre y posgrado

Mónica Paulina Vega Esparza. 2017. Aplicación de qNMR en la caracterización de Hernandulcin en la especie *Phyla strigulosa*. Magister en Química Aplicada. UTPL. Área Biológica y Biomedicina. Loja, Ecuador. Director: PhD. Omar Malagón. Co Tutor: MSc. Beatriz Brito.

José Luis Yépez Rivadeneira. 2017. Determinación del contenido de Polifenoles: Catequina, Epicatequina y Procianidinas B₁, B₂ y C₁; en cacao CCN 51 de las principales zonas productoras del Ecuador. UCE. Facultad de Ciencias Químicas, Carrera de Química de Alimentos. Quito, Ecuador. Tutores: MSc. Iván Samaniego, MSc. Ana Hidalgo.

Cristina Lucía Guerra Vaca. 2017. Caracterización y microencapsulación de compuestos bioactivos del mortiño (*Vaccinium floribundum*, Kunth). UDLA. Facultad de Ingeniería y Ciencias Agropecuarias. Profesor Guía: MSc. Pablo Moncayo. Asesor Científico: MSc. Iván Samaniego.

Gabriela Barriga Coronel. 2017. Determinación del contenido de cafeína en infusiones de hoja de guayusa (*Ilex guayusa*). UDLA. Facultad de Ingeniería y Ciencias Agropecuarias. Profesor Guía: MSc. Gustavo Guerrero. Asesor Científico: MSc. Iván Samaniego.

Mary Robayo Lescano. 2017. Evaluación de compuestos con capacidad antioxidante en el salvado de seis líneas promisorias y dos variedades de trigo (*Triticum aestivum*). Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador. 58p. Directora: PhD. Mayra Paredes. Codirectora: MSc. Elena Villacrés.

Rosa Romero Solano. 2017. Elaboración de una bebida fermentada a partir del maíz negro (*Zea mays L.*). Universidad Tecnológica Equinoccial, Quito, Ecuador. 79p. Director: MSc. Carlos González. Codirectora: MSc. Elena Villacrés.

9. PARTICIPACIÓN EN EVENTOS DE DIFUSIÓN CIENTÍFICA, TÉCNICA O DE DIFUSIÓN. PREMIOS. ELABORACIÓN DE NOTAS CONCEPTUALES. PERFILES. PROYECTOS

Participación en eventos

Taller Horizonte 2020 "Oportunidades de Cooperación Científica e Investigativa". Organizado por SENESCYT y la Unión Europea. 11 y 12 diciembre. Quito-Ecuador. B. Brito, E. Villacrés.

Curso-Taller Norma NTE INEN ISO/IEC 17025. "Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y de calibración y criterios de acreditación del Servicio de Acreditación Ecuatoriano". Quito-Ecuador. B. Brito (25 al 27 de enero). B. Ortiz, S. Carvajal (29 noviembre al 1 diciembre). C. Rosales, V. Arias, R. Suntaxi (11 al 13 diciembre).

I Conferencia Internacional de Ciencia de Alimentos-Capítulo Bebidas "INCOFS 2017" organizado por la Universidad Tecnológica Equinoccial. 29 noviembre al 1 diciembre. Quito-Ecuador. B. Brito, E. Villacrés, M. Quelal.

I Simposio Internacional de Tecnología e Innovación para la Agricultura Tropical. Ponencia: Desarrollo de la galleta de arroz, para su inclusión en el desayuno escolar. 8-9 Noviembre. ESPOL, Guayaquil. E. Villacrés.

Seminario Web Cambio Climático y Cadenas Agrícolas: Integrando al Sector Privado en las Inversiones para la Adaptación. Organizado por el IICA. 7 de noviembre. B. Brito.

XI Congreso Iberoamericano de Ingeniería de Alimentos (CIBIA 2017), Universidad Técnica Federico Santa María, Valparaíso Chile del 22 al 25 de Octubre. E. Villacrés, M. Quelal.

Semana de la Quinua. Ponencia: Avances en la agroindustria de la quinua en Ecuador. 5 Octubre. Tulcán, Ecuador. E. Villacrés.

Taller La Propiedad Intelectual como Fomento a la Innovación, Ciencia y Tecnología. Unidad de Propiedad Intelectual de las Naciones Unidas – UNCTAD, Instituto Ecuatoriano de la Propiedad Intelectual – IEPI. 19 al 21 septiembre. Quito – Ecuador. B. Brito.

Día de Campo, liberación de la variedad de maíz INIAP-199. Exposición de dos posters “Tecnologías de transformación del maíz”. 28 julio. Granja Tunshi, ESPOCH. E. Villacrés.

Día de Campo de papa. Exposición: dos posters “Agroindustria de la papa”. Organizado por CIP-INIAP-Universidad Estatal de Bolívar. 20 de julio. E. Villacrés.

I Simposio Internacional de Productos Naturales. Ponencia: Componentes con potencial de bioactividad identificados en los cultivos andinos. 10 al 13 de julio. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba. E. Villacrés.

Introducción a la Ciencia de los Cereales, organizado por la ESPOL 29 de mayo al 2 de junio. Elena Villacrés.

Últimos Avances en la Alimentación Funcional y su Relación con la Salud Humana. Desarrollo y Aplicación en la Industria Alimentaria. Santa Cruz, Bolivia. 8-12 Mayo. M. Quelal.

Primer Simposio Nacional de Pitahaya Amarilla. Escuela Politécnica Nacional. 21 abril 2017. Quito, Ecuador. B. Brito.

Curso Teórico-Práctico “Saberes ancestrales y medicina tradicional: plantas medicinales de uso doméstico”. Organizado por la Fundación Maquipucuna y el Jardín Botánico de Quito. 8 de abril. Quito-Ecuador. B. Brito.

Coloquio Internacional sobre el Codex Alimentarius para los países de América Latina, el Caribe y dos países de Asia. Integrante del Grupo de Trabajo del Comité del Codex sobre Contaminantes de los Alimentos. Organizado por el IICA y el Departamento de Agricultura de Estados Unidos. 6 al 9 marzo. Quito, Ecuador. I. Samaniego.

Seminario Internacional “La Economía del Bioconocimiento y sus Desafíos para el Ecuador”. Ministerio Coordinador de Conocimiento y Talento Humano - UNESCO-FLACSO. 24 febrero. Quito, Ecuador. B. Brito.

Capacitaciones dictadas

Taller “Procesados de mora y las normativas que rigen para la comercialización a nivel nacional e internacional”. Asociación de Producción Agrícola Cadena Provincial de la Mora “ASOPROCAMOR” de Tungurahua. Tisaleo, 14 marzo. B. Brito.

Taller de aprendizaje “Calidad de la cebada ecuatoriana para cervecería”, “Malteo de la cebada”. Asociación de productores de cebada de Chimborazo. 16 de agosto. EESC. E. Villacrés, M. Quelal, J. Álvarez.

Taller teórico-práctico "Alternativas de agregación de valor para el chocho". Coordinadores provinciales, MAG. 18 y 19 de Agosto. EESC. E. Villacrés, M. Quelal, J. Álvarez.

Taller teórico-práctico "Alternativas de agregación de valor para las frutas". 1 y 8 septiembre. EESC. B. Brito, J. Álvarez.

Producción, valor nutritivo y preparación de nuevos productos con chocho. Lalanshi, Palmira, Palacio Real, provincia de Chimborazo. 19-20 septiembre. E. Villacrés, M. Quelal, J. Álvarez.

Taller teórico-práctico "Alternativas de agregación de valor para la cebada". Coordinadores provinciales MAG. 22 y 23 septiembre. EESC. E. Villacrés, M. Quelal, J. Álvarez.

Agroindustria de la papa en Ecuador, dictado a productores de la Provincia de Tungurahua. Organizado por CIP - INIAP. 18 Octubre. E. Villacrés, M. Quelal, J. Álvarez.

Taller "Valor agregado de la mora". Asociación de Producción Agrícola Cadena Provincial de la Mora "ASOPROCAMOR" de Tungurahua. 10 noviembre. EESC. B. Brito.

Taller teórico-práctico Alternativas de agregación de valor para la quinua". Coordinadores provinciales, MAG. 11 y 12 de diciembre. EESC. E. Villacrés, M. Quelal, J. Alvarez.

Elaboración y postulación de proyectos de investigación, nacional e internacional

Convocatoria CYTED 2017, Red Temática en Agroalimentación, Área 1.2 Alimentos nativos de origen vegetal subutilizados: papas nativas, yacón, aguacate criollo y mortiño. Participan 8 países. Del Ecuador INIAP: DNC, DENAREF, PNRTA-Papa, PNFruicultura. INTAL de Colombia coordinaría la red "Desarrollo de productos alimenticios a partir de fuentes vegetales iberoamericanas que permitan contribuir a la seguridad alimentaria". B. Brito

Convocatoria interna UDLA, por invitación del coordinador de la carrera de Ingeniería Agroindustrial y de Alimentos.

- "Estudios postcosecha de la papa". E. Villacrés.
- "Estudios de la biodiversidad del mortiño a través de compuestos funcionales, caracterización morfológica y ecología". I. Samaniego.

Fondo concursable CEDIA. Se participa en un proyecto enviado por la UTE, que resultó ganador "Rol del chocho en las enfermedades metabólicas". Pero el INIAP no integra la Red CEDIA, se ha firmado una Carta de Entendimiento entre INIAP EESC y la UTE. E. Villacrés.

Convocatoria FONTAGRO 2017. Participante Ecuador: INIAP.

- Nota Conceptual y Perfil "Innovaciones tecnológicas para fortalecer la sostenibilidad de los productores vinculados a la agricultura familiar, basadas en el aprovechamiento integral de la quinua". E. Villacrés, N. Mazón
- Nota Conceptual y Perfil N. 17171 "Investigación participativa con enfoque agroecológico para innovar la cadena productiva de la mora" resultado entre los 16 seleccionados de entre 210 enviados; consorcio formado: Colombia, CORPOICA-C.I. La Suiza; Costa Rica, Universidad-Departamento de Poscosecha; Ecuador, INIAP-EESC. Debido a que el perfil no cumplió los procedimientos internos de CORPOICA le fue negado el aval institucional y no se pudo desarrollar el proyecto en extenso. B. Brito, W. Viera, D. Peñaherrera.

Fondo Concursable AECID, octubre 2017. Proponentes INIAP-Ecuador.

- "Estudio de compuestos bioactivos en cacao de producción nacional con enfoque en antioxidantes; como herramienta de calidad nutricional, funcional y agroindustrial, con miras a nuevas oportunidades de mercado". I. Samaniego.

- "Estudio de los biopéptidos derivados de la proteína aislada del chocho". M. Quelal. E. Villacres.

Reconocimientos y Premios

Reconocimiento al Mérito. Segundo lugar en la Categoría Temática del Segundo Concurso de Investigación Agroeconómica. Organizado por el Ministerio de Agricultura y Ganadería, a través de la Coordinación del Sistema Nacional de Información. 21 Abril. Quito, Ecuador. E. Villacrés, M. Quelal.

Reconocimiento al Mérito Académico 2017. Beca SENESCYT. Componente: Presentación y difusión de estudios e investigaciones científicas y tecnológicas en eventos internacionales en el extranjero. E. Villacrés, M. Quelal.

10. HITOS/ACTIVIDADES POR PROYECTO

10.1. PROYECTOS: FINANCIAMIENTO CON FONDOS DE INVERSIÓN Y GASTO CORRIENTE

Financiamiento parcial, algunas actividades son de continuidad y otras se han ido complementando con los insumos o muestreos realizados con los proyectos que han finalizado.

10.1.1. Determinación de las propiedades físicas de líneas promisorias del chocho (*Lupinus mutabilis Sweet*)

Actividades Planificadas	
Actividad	Indicador de la Actividad
Determinación de las propiedades físicas de líneas promisorias del chocho (<i>Lupinus Mutabilis Sweet</i>).	Un estudio sobre las propiedades físicas del chocho.
Responsable:	Elena Villacrés
Colaboradores:	María Quelal, Javier Álvarez, Nelson Mazón, Laura Vega

Antecedentes

Gran parte de la diversidad genética del chocho está concentrada en la zona andina, donde el grano es consumido en múltiples formas (Figuroa *et al.*, 2005). La elaboración de estos productos requiere de un grano con características específicas, como color, tamaño y dureza. Adicionalmente, el chocho puede ser empleado en varias industrias, como la alimentaria, química, farmacéutica y de cosméticos (Dini, I., Schettino, O., Dini, A. 2003), de las cuales la primera ha ganado un amplio espacio, debido a que existen tantas maneras de elaborar productos como la variabilidad genética lo permite. Por ejemplo, la proteína del chocho puede ser usada en la industria de alimentos como texturizador de embutidos, fortificante de alimentos y bebidas, emulsificante en la preparación de mayonesa, espumante, entre otros. En Ecuador, pocos de los agricultores que cultivan chocho lo destinan al autoconsumo y en su mayoría, la cosecha se orienta al mercado, (Villacrés, E., Rubio, A., Egas, L., Segovia, G. 2006).

Las pruebas físicas constituyen un conjunto de determinaciones no destructivas y son de gran ayuda en la toma de decisiones acerca del mejoramiento, mercadeo e industrialización de granos como el chocho. El conocimiento de las características físicas, su medida, control y correlación con otras propiedades del producto son necesarios para el diseño o selección de equipos y procesos industriales. La caracterización física se inicia cuando la muestra es receptada, luego

se la identifica con un número o código y se procede a la caracterización, iniciando por las mediciones sin afectación del grano.

Objetivo

Conocer los parámetros que inciden en el comportamiento del grano durante el desamargado y manipulación del mismo en el envasado, almacenamiento y comercialización.

Metodología

Materiales

En el Cuadro 1 se presentan las líneas promisorias de chocho, que corresponde a materiales seleccionados por el Programa de Leguminosas y Granos Andinos, en la Estación Experimental Santa Catalina. La ubicación geográfica donde se encuentran los ensayos se presenta en el Cuadro 2.

Cuadro 1. Líneas Promisorias de chocho

GRUPO 1		GRUPO 2	
LÍNEA	CÓDIGO	LÍNEA	CÓDIGO
L1	8415 X 695 P1S6	L1	ECU - 8415
L2	450 X 5987 P7S6	L2	ECU -2700.2
L3	8415 X 677 P2S7	L3	2658 X 2659 P9
L4	450 X 5987 P3S11	L4	2658 X 2659 P19
L5	8415 X 695 P1S7	L5	26.59 X 8415 P3
L6	8415 X 677 P2S8	L6	2658 X 8415 P1S1
L7	2658 X 700 P7S9	L7	2699 X 8415 P6S2
L8	742 X 649 P3S3	L8	2658 X 2659 P14S1
L9	742 X 649 P3S5	L9	2658 X 8415 P5S2
L10	ECU - 2658	L10	2658 X 8415 P5S1
L11	ECU - 722 - 4	Variedad	ANDINO-450

Cuadro 2. Ubicación geográfica Estación Experimental Santa Catalina

Provincia	Pichincha
Cantón	Mejía
Parroquia	Cutuglahua
Sitio	EE. Santa Catalina
Altitud	3050 msnm
Latitud	00° 22'04.125"
Longitud	78° 33' 17.307"

Métodos

Se analizó: tamaño de grano, peso de mil granos, clasificación por tamaño, capacidad de hidratación (chocho) y peso hectolítrico, según los métodos desarrollados en ICARDA (Williams, P., El-Haramein, F., Nakkoul, H., Rihawi, S. 2000).

Resultados

1) Tamaño de grano

El diámetro del grano de las 10 líneas promisorias de chocho (Grupo 1), varió de 7,79 mm (línea ECU -2700.2) a 8,65 mm (ECU-8415), este último valor se relacionó con una mayor longitud de grano (10,68 mm), según lo presentado en el Cuadro 3. Los valores promedio de diámetro (8,28 mm) y longitud de grano (10,36 mm), superaron a la variedad testigo, INIAP-

450, cuyos dimensiones fueron: diámetro 7,72 mm y longitud 9,62 mm. En el grupo 2, el diámetro varió de 8,06 mm (L9) a 8,48 mm (L5) y la longitud de 9,85 mm (L9) a 10,73 mm (L2, L4). Estas dos mediciones son indicativas de la uniformidad del grano y definen su tamaño y forma, parámetros importantes en la categorización de las semillas para la comercialización.

El tamaño del grano es un carácter heredable, tiene importancia como factor de calidad, debido a la relación entre la superficie y el volumen; cuando más redondeado sea el grano, mayor será el porcentaje del cotiledón y más uniforme la distribución de enzimas, Williams et al., (2000). Otros estudios realizados (Caicedo, C., Peralta, E., Villacrés, E., Rivera, M. 2001), muestran que el tamaño del grano guarda relación con el tiempo de remojo y la cocción, por lo tanto, las mediciones de diámetro y longitud, pueden ayudar a predecir el tiempo de remojo y la cocción en el proceso de desamargado del grano.

Cuadro 3. Propiedades físicas de líneas de chocho, Grupo 1

Línea	Código	Diámetro (mm)	Longitud (mm)	Peso de mil granos (g)	Distribución por tamaño 1(g)	Capacidad de hidratación (%)	Peso hectolitrico (kg/hl)
L1	ECU-8415	8,65 ^a	10,68 ^a	292,6 ^b	8,030 ^b	84,50 ^d	71,00 ^{ab}
L2	ECU-2700.2	7,79 ^{bc}	10,09 ^{abc}	278,3 ^{cd}	7,46 ^e	93,00 ^b	70,00 ^{bcd}
L3	2658 X 2659 P9	8,35 ^{ab}	10,50 ^{ab}	269 ^e	7,17 ^f	74,50 ^f	69,00 ^{de}
L4	2658 X 2659 P19	8,59 ^a	10,28 ^{abc}	303,9 ^a	8,22 ^a	87,00 ^{cd}	71,50 ^{abc}
L5	26.59 X 8415 P3	8,3 ^{bc}	9,91 ^{bc}	262,4 ^{fg}	6,73 ^g	76,50 ^{ef}	70,50 ^{abc}
L6	2658 X 8415 P1S1	8,19 ^{abc}	10,18 ^{abc}	280,1 ^c	7,63 ^c	97,00 ^a	69,50 ^{ede}
L7	2699 X 8415 P6S2	8,29 ^{abc}	10,41 ^{ab}	263,4 ^f	7,58 ^d	86,00 ^{cd}	70,0 ^{bed}
L8	2658 X2659P14S1	7,88 ^{bc}	10,09 ^{abc}	255,5 ^h	7,19 ^f	79,50 ^e	68,50 ^e
L9	2658 X 8415 P5S2	8,55 ^a	10,39 ^{abc}	274,4 ^{de}	8,01 ^b	96,00 ^{ab}	69,50 ^{ede}
L10	2658 X 8415 P5S1	8,24 ^{abc}	10,05 ^{abc}	276,1 ^{cd}	7,46 ^e	89,00 ^d	69,50 ^{ede}
	Promedio	8,28	10,36	280,78	7,22	88,73	69,82
	ANDINO-450 (testigo)	7,72 ^c	9,62 ^c	257,9 ^{gh}	6,06 ^h	83,50 ^d	69,50 ^{ede}

Los datos representan la media de tres determinaciones. Superíndices diferentes en una misma columna indican diferencias significativas (p<0.05)

2) Peso de mil granos

El peso del grano es uno de los componentes del rendimiento. Está relacionado directamente con el contenido del cotiledón y por lo tanto tiene relación con la calidad. En los materiales del Grupo 1, este parámetro varió de 255,5 g (L8) a 303,9 g (L4), con un valor promedio de 280,78 g, el cual superó al peso del testigo (257,9 g), según lo presentado en el Cuadro 3. En el grupo 2, el peso de mil granos fluctuó entre 248,4 g (L9) a 305,4 g (L2), con un valor promedio de 275,57 g, que es mayor a la variedad testigo INIAP-450 con un peso de mil granos de 257,9 g como se muestra en el Cuadro 4.

3) Distribución por tamaño de grano

En los Cuadros 3 y 4 se presenta el peso del grano retenido en la criba de 8 mm de diámetro. En general, este parámetro se relaciona con el peso de mil granos, lo que se evidencia en las líneas L4 y L1 del Grupo 1 y L2, L10 del Grupo 2. La distribución de grano por tamaño también guarda relación con la forma del grano, por lo que las líneas de mayor diámetro, presentan un mayor contenido de grano retenido en la criba de 8 mm. En ocasiones, interesa más la forma que el peso de los granos, Ulonska (citado en FAO/ SNAG/ IBTA, 1994).

Cuadro 4. Propiedades físicas de líneas de chocho, Grupo 2

Línea	Código	Diámetro (mm)	Longitud (mm)	Peso de mil granos (g)	Distribución por tamaño (g)	Capacidad de hidratación (%)	Peso hectolitrico (kg/hl)
L1	8415 X 695 PIS6	8,08 ^d	10,14 ^{cde}	275,3 ^d	6,57 ^g	71,50 ^e	72,50 ^a
L2	450 X 5987 P7S6	8,44 ^a	10,73 ^a	305,4 ^a	7,72 ^a	98,00 ^a	70,50 ^{abc}
L3	8415X 677 P2S7	8,10 ^d	9,98 ^{ef}	274,0 ^d	6,95 ^e	95,00 ^a	69,50 ^b
L4	450X5987P3 S11	8,36 ^{ab}	10,73 ^a	298,2 ^{ab}	7,28 ^d	72,50 ^e	70,50 ^{abc}
L5	8415X 695 PIS7	8,48 ^a	10,59 ^{ab}	297,0 ^{bc}	7,71 ^a	88,0 ^b	68,50 ^b
L6	8415X 677 P2S8	8,20 ^{bcd}	10,09 ^{def}	265,0 ^e	7,53 ^b	88,50 ^b	70,50 ^{abc}
L7	2658X 700 P7S9	8,45 ^a	10,56 ^{ab}	265,1 ^e	6,91 ^e	88,00 ^b	69,00 ^b
L8	742 X 649 P3S3	8,23 ^{bcd}	10,23 ^{cde}	289,4 ^c	7,36 ^c	96,50 ^a	69,50 ^b
L9	742 X 649 P3S5	8,06 ^d	9,85 ^f	248,4 ^f	6,83 ^f	88,00 ^b	68,50 ^b
L10	ECU - 2658	8,38 ^{ab}	10,63 ^{ab}	300,7 ^{ab}	7,68 ^a	94,50 ^a	70,50 ^{abc}
L11	ECU - 722 - 4	8,30 ^{abc}	10,38 ^{bc}	270,1 ^{de}	6,83 ^f	95,50 ^a	68,50 ^b
Promedio		8,28	10,26	275,57	7,54	86,30	69,90
Variedad	ANDINO- 450	8,16 ^{cd}	10,26 ^{cd}	250,2 ^f	5,71 ^h	88,00 ^b	64,50 ^c

Los datos representan la media de tres determinaciones. Superíndices diferentes en una misma columna indican diferencias significativas ($p < 0.05$)

4) Capacidad de hidratación

En el Grupo 1 de líneas promisorias, se determinó que las líneas L6 y L9 presentaron 97 y 96% de hidratación, después de 10 horas de hidratación a 17°C. En el Grupo 2, las líneas L2, L8 y L3, presentaron valores de 98 %, 96,5 % y 95 % de hidratación. Este parámetro es indicativo de la dureza del grano, ya que las semillas duras no absorben fácilmente agua como las semillas normales. Williams *et al.*, (2000), indican que este parámetro guarda relación con el tamaño de grano, sin embargo, en las muestras analizadas se determinó que las semillas de menor diámetro y longitud no presentaron una alta capacidad de absorción de agua.

5) Peso hectolítrico

El peso hectolitrico está relacionado con la calidad del grano, ya que la proteína tiene un peso específico más alto que las cáscaras, y por lo tanto indica menor porcentaje de las mismas y más proteína. En el Grupo 1, las líneas L4 y L1 alcanzaron valores de 71,50 y 71 kg/hl, los cuales superaron a la variedad testigo que presentó un peso hectolitrico de 69,82 kg/hl. En el Grupo 2, las líneas L1, L2 y L6, presentaron valores de 72,50; 70,50 y 70,50, respectivamente, y el promedio del material analizado (69,90 kg/hl), superó al peso del testigo (64,50 kg/hl).

Conclusiones

Para los fines de calidad comercial bastaría que el chocho cumpliera apenas los requisitos de sano, seco, limpio, adecuados contenidos de proteína y tamaño de grano. En realidad, el grano de chocho debe presentar características genéticas, físicas y químicas que permitan la producción de grano apto para el procesamiento industrial.

La información generada en este estudio, sirve de base para la generación de protocolos, actualización de las normas técnicas y directrices basadas en principios científicos, enfocadas a procesos y productos de calidad, revisión o ratificación de los requisitos establecidos en la norma INEN 2389 y la aceptación del grano con aptitud para el procesamiento industrial. Las normas comerciales se van adaptando a los cambios requeridos por los compradores, los nuevos mercados y los datos obtenidos por la investigación.

Referencias

- Figueroa, J. (2005). Métodos para evaluar calidad de granos. Secretaria de agricultura y recursos Hidráulicos, Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Distrito Federal. México: Editorial Limusa.
- Dini, I.; Schettino, O.; y Dini, A. 1998. Studies on the constituents of *Lupinus mutabilis* (*Fabaceae*): Isolation and characterization of two new isoflavonoid derivatives. J. Agric. Food Chem. 46 p. 5089 - 5092.
- Caicedo, C., Peral, E., Villacrés, E., Rivera, M. 2001 “Poscosecha y Mercado de Chocho (*LupinusmutabilisSweet*) en Ecuador”, Publicación Miscelánea N° 105. INIAP, Quito. 65 p.
- FAO/ SNAG/ IBTA, 1994. Primera Reunión Latinoamericana de Cebada Cervecera, Cochabamba – Bolivia, p 141-148.
- Villacrés, E., Rubio, A., Egas, L., Segovia, G. 2006. Usos alternativos del chocho. Boletín divulgativo Nro. 333. INIAP/FUNDACYT. Quito. EC. 8p.
- Williams, P., El-Haramein, F., Nakkoul, H., Rihawi, S. 2000. Crop quality evaluation methods and guidelines. International Center for Agricultural Research in the Dry Area (ICARDA). Technical Manual No. 14. Aleppo, Syria. 141p

10.1.2. Determinación de las propiedades tecno-funcionales del chocho (*Lupinus mutabilis Sweet*)

Actividades Planificadas	
Actividad	Indicador de la Actividad
Determinación de las propiedades tecno-funcionales del chocho (<i>Lupinus mutabilis Sweet</i>).	Un estudio sobre las propiedades tecno-funcionales del chocho.
Responsable:	Elena Villacrés
Colaboradores:	María Quelal, Javier Álvarez

Antecedentes

Las propiedades tecno-funcionales son globales, que se asocian con propiedades físico-químicas diferentes pero inter-dependientes. Estas dependen estrechamente de la estructura espacial de las moléculas y de su estado de asociación entre ellas o con otras moléculas. Los factores que intervienen son principalmente: 1) la composición del medio, como el agua, la presencia de otras moléculas, pH, fuerza iónica 2) tratamientos físico-químicos que modifican el medio. (Anchia, I., Hernández. A. 2005).

Los progresos efectuados en el conocimiento fundamental de las macromoléculas (proteínas, polisacáridos, entre otros) a nivel de su estructura y de las interacciones que son susceptibles de establecer con las pequeñas moléculas naturalmente presentes (agua, aromas, minerales, entre otras) convierten cada vez en menos empírica la formulación de los alimentos, por eso, es necesario elaborar materias primas con características constantes y con frecuencia debido a una automatización creciente de los procesos. Por ejemplo, la textura del chocho puede ser apreciada sensorialmente por su crujencia, su cohesión, su aspecto visual. Una propiedad funcional, medible instrumentalmente, que es capaz de representar a todas estas características

es la textura, que correlaciona la micro-estructura de la proteína, la fibra y los glóbulos grasos. (Alvarado, J., Aguilera, J. 2001)

Objetivo

Determinar la variación de la textura del chocho durante el proceso de desamargado, aplicando el proceso térmico-hídrico. Lo que permitirá controlar otras propiedades tecno-funcionales del grano, durante el procesamiento y empaclado del grano.

Metodología

Materiales: Se trabajó con la variedad INIAP-450, de mayor producción a nivel Nacional.

Localización: Estación Experimental Santa Catalina.

Métodos

Se determinó el perfil de textura del chocho en el equipo medidor de textura, el cual comprime dos veces un grano de chocho para ser mordido (usualmente en un cubo de 1 cm) y simular la acción de masticación con los dientes. La compresión usualmente es el 80 % de la longitud original de la muestra. La curva de fuerzas generada en función del tiempo se conoce como perfil de textura. Puesto que el instrumento comprime la muestra dos veces, se obtienen curvas positivas y negativas. Los picos de fuerza y las áreas bajo la curva se utilizan para determinar varias propiedades del chocho, como la fracturabilidad y la dureza, Sahin & Sumnu, (2009).

Determinación de alcaloides totales: Von Baer, (2000), con modificaciones.

Resultados

Después del proceso de hidratación el grano presentó una fracturabilidad de 466 gramos fuerza (gf), una dureza de 3739,57 gf, según lo presentado en la Figura 1, estas fuerzas se integraron en un área bajo la curva de 8726,34 gf. Después de una hora de cocción a 91 °C, disminuyó la fracturabilidad del grano a 459,96 gf, para lo cual, requirió una menor fuerza durante el primer ciclo de compresión (2793,70 gf), como se observa en la Figura 2.

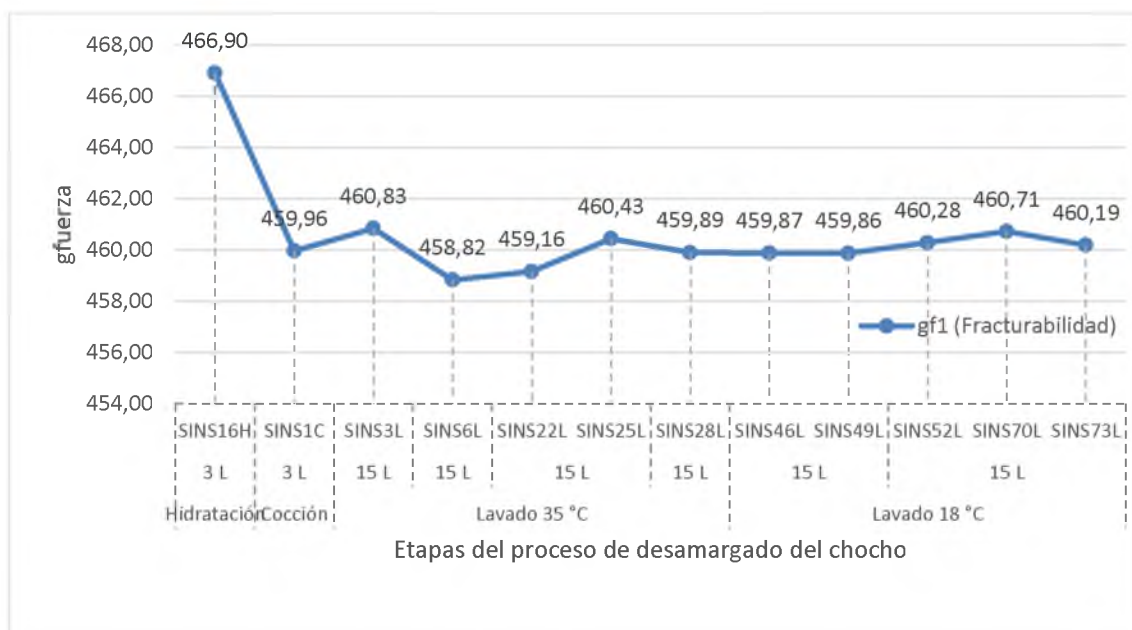


Figura 1. Efecto del proceso de desamargado en la fracturabilidad del chocho

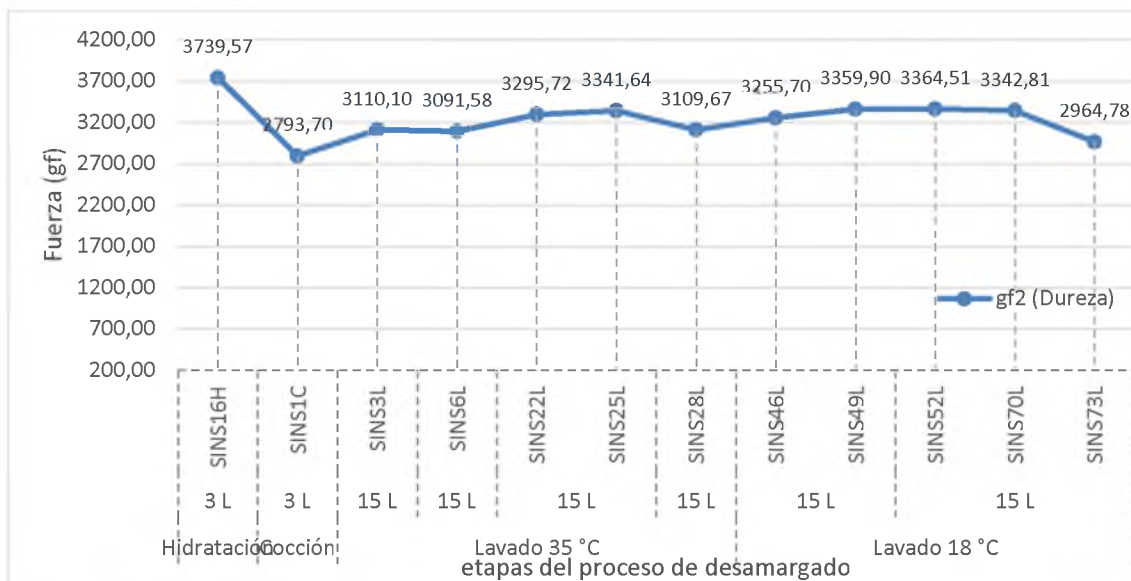


Figura 2. Variación de la dureza del chocho durante el proceso de desamargado

En la tercera etapa el grano fue lavado con agua a 35°C durante 23 horas y en la cuarta etapa se completó el lavado del grano con agua a 18°C. En las etapas de lavado no varió significativamente la fracturabilidad del grano, mientras que la dureza se incrementó durante el lavado a 18°C, lo que hace suponer que la disminución de temperatura se traduce en cambios físicos y químicos que endurecen el cotiledón del grano.

Sin embargo, a partir de las 68 horas de proceso, la fuerza del pico decreció hasta un valor de 2964,78 gf. En general, durante el proceso de eliminación de alcaloides, como se observa en la Figura 3, los mayores cambios en la fracturabilidad y dureza del grano se produjeron en la etapa de cocción, posiblemente debido a la coagulación de las proteínas y el reblandecimiento de la celulosa, Anchia & Hernández, (2005), Duran y col., (2001).

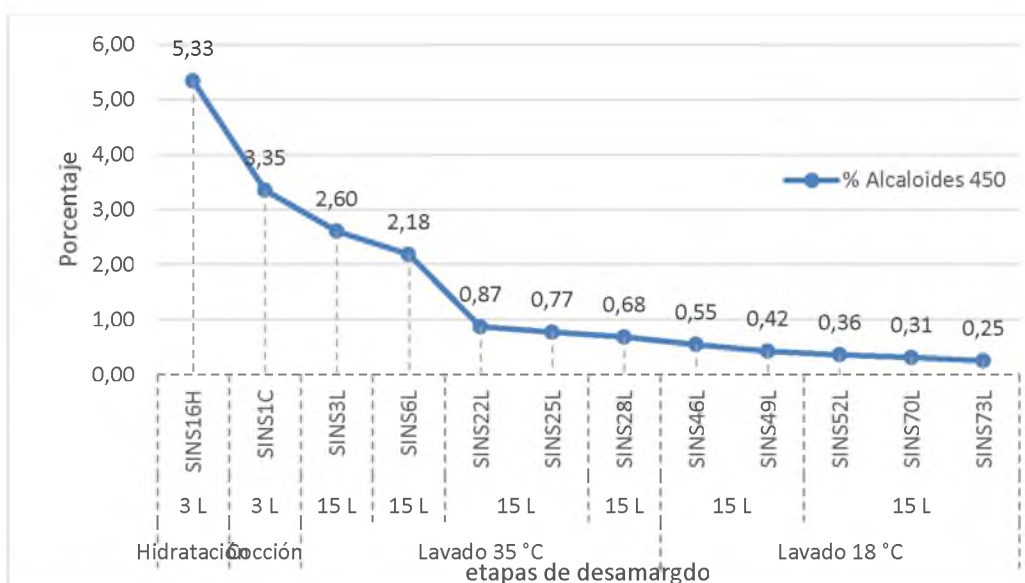


Figura 3. Variación del contenido de alcaloides por efecto del desamargado del chocho

Paralelamente a estos cambios, los alcaloides solubles en agua migraron hacia el exterior del grano por acción del calor. Según Sahin & Sumnu, (2009), Ibarz y col., (2001), estos intercambios se deben a fenómenos de difusión (simple propagación) o de ósmosis (desplazamiento de moléculas que tienden a compensar la diferencia de concentración). Durante el proceso de desamargado, los alcaloides disminuyeron de 5,33 a 0,25 %; la mayor difusión de estos compuestos se produjo durante la cocción, en agua a 91 °C y las seis primeras horas de lavado a 35 °C, etapas en las que se eliminó el 37,14 y 10,31% de alcaloides, respectivamente.

Conclusiones

Las mediciones de textura son importantes para el control del proceso de desamargado y en la evaluación de la calidad del chocho. Los procesos de remojo, cocción y lavado afectaron al contenido de alcaloides totales, produciéndose una disminución de los mismos, que puede ser explicado por la hidrosolubilidad de estos compuestos durante los tres procesos. Esta pérdida tiene efectos positivos, ya que mejora la palatabilidad del grano.

Los valores de fracturabilidad y dureza del chocho, muestran un perfil característico de los alimentos crujientes.

Referencias

- Alvarado, J., Aguilera, J. 2001. Métodos para medir propiedades Físicas en Industrias de Alimentos. Zaragoza, España. Editorial ACRIBIA.
- Anchia, I., Hernández. A. 2005. Alimentos: Composición y propiedades. 3ra edición. Ingramex. S.A. Mexico, D.F. p 317-338.
- Duran, L., Fiszman, S., De Barber, C. 2001. Propiedades mecánicas empíricas. En: Métodos para medir propiedades físicas en industrias de alimentos. Editorial Acribia, Zaragoza, España, pp. 147/187.
- Ibarz A, Barbosa G., Garza S y Gimero, V. 2000. Métodos experimentales en la ingeniería de alimentos. Editorial Acribia, Zaragoza, España, pp 263-269.
- Sahin, S., Sumnu, S. 2009. Propiedades físicas de los alimentos. Editorial Zaragoza, España, p. 64-117.

10.1.3. Determinación de las características físicas y tasa de extracción harinera, de 80 líneas promisorias de trigo

Actividades Planificadas	
Actividad	Indicador de la actividad
Determinación de las características físicas y la tasa de extracción harinera, de 80 líneas promisorias de trigo.	Un estudio sobre la calidad agroindustrial de 80 líneas promisorias de trigo.
Responsable:	Elena Villacrés
Colaboradores:	María Belén Quelal, Javier Garófalo, Diego Campaña

Antecedentes

El trigo es uno de los granos más importantes en el mundo, con una producción mundial anual entre 540-580 millones de toneladas (Corke, De Leyn, Nip, & Cross, 2008); posee propiedades visco elásticas resultantes de la mezcla de harina y agua, las cuales son ideales en la industria de panificación (Islas Rubio, MacRitchie, Gandikota, & Hou, 2005).

Para definir la calidad del trigo harinero, el grano se clasifica en diferentes grados, de acuerdo a factores como el llenado del grano, pureza y limpieza; por lo tanto un grano bien llenado y de forma redondeada produce mayor cantidad de harina de buena calidad para su uso final, en relación a un grano arrugado y pequeño con aristas profundas en su parte ventral; además, el grano debe ser almacenado en buenas condiciones, a una adecuada humedad, en un lugar libre de insectos para mantener sus propiedades molineras y panaderas (Peña, Ortíz-Monasterio, & Sayre, 1998; Vázquez, 2009).

Por lo tanto, una adecuada aptitud del trigo y el harina puede garantizar la calidad del producto final, a través de la caracterización físico-química y reológica, ya que se puede establecer los parámetros de calidad (De la Horra, Seghezze, Molfese, Ribotta, & León, 2012; Quaglia, 1991).

Objetivos

Evaluar los parámetros físicos y la tasa de extracción de la harina, de 80 líneas promisorias de trigo, para determinar la aptitud panadera.

Metodología

Materiales

Se trabajó con 80 materiales de trigo proporcionados por el Programa de Cereales de la EESC-INIAP, los que se presentan en el Cuadro 5 del Anexo 1.

Métodos

Peso hectolítrico: balanza Fairbanks Morse y Ohauscon, aplicando la metodología de Coca y colaboradores, 1988, p.27.

Peso de mil granos: gravimetría aplicando la metodología de Coca y colaboradores, 1988, p.19.

Tasa de extracción: gravimetría.

Resultados

El peso hectolítrico permitió estimar la densidad del grano, cuanto mayor fue su valor, se obtuvo mayor rendimiento harinero o tasa de extracción, lo que también permite estimar el llenado de grano durante la formación en la espiga (Vázquez, 2009); con respecto a los granos en estudio se observó que 29 materiales alcanzaron un peso hectolítrico superior a 80 hl/kg, 47 materiales presentaron un peso en el rango de 70 a 79 hl/kg, mientras que cuatro materiales presentaron valores menores a 70 hl/kg, como se observa en el Cuadro 5 del Anexo 1.

También, el peso de mil granos guarda relación con el tamaño y su densidad; por ello a mayor peso, se tiene mayor porcentaje de endospermo y un mayor rendimiento harinero (Coca Cadena et al., 1988; Vázquez, 2009). 16 muestras presentaron un peso superior a los 50 g, 43 materiales se encuentran en un rango entre 40 a 49 g y 21 genotipos registraron valores menores a 40 g.

El mayor rendimiento harinero alcanzó la muestra 33 con 71,44 % de extracción, este resultado contrasta con un valor alto de peso hectolítrico (80 hl/kg) y el peso de mil granos de 49,81 g, es decir a mayor peso hectolítrico mayor porcentaje de extracción harinera; sin embargo, la muestra 20 registró un valor más bajo de extracción (38,37 %), con un peso hectolítrico de 76,66 hl/kg y peso de mil granos de 38,19 g. Factores como las diferencias climáticas, enfermedades y plagas, entre otros pudieron inferir en la variabilidad de los valores obtenidos.

Conclusiones

Se evaluó la calidad de 80 líneas promisorias de trigo, a través de parámetros físicos (peso hectolítrico, peso de mil granos y rendimiento harinero), estableciendo que a mayor peso hectolítrico y de mil granos se alcanza mayor porcentaje de extracción de harina.

Recomendaciones

Es necesario determinar el contenido de proteína y realizar el perfil mixolab de cada material, con la finalidad de evaluar la aptitud de cada uno de los genotipos y establecer sus usos potenciales para su aplicación en la industria.

Referencias

- Coca Cadena, A., Rojas, A., Rodríguez, G. E. F., Cadena, L. A. C., Rojas, G. E. A., & Rodríguez, L. F. (1988). *Curso métodos analíticos de tecnología en cereales menores*.
- Corke, H., De Leyn, I., Nip, W.-K., & Cross, N. A. (2008). *Bakery products: science and technology*. John Wiley&Sons.
- De la Horra, A., Seghezzo, M., Molfese, E., Ribotta, P., & León, A. (2012). Indicadores de calidad de las harinas de trigo: índice de calidad industrial y su relación con ensayos predictivos. *Agriscientia*, 29(2), 81–89.
- Islas Rubio, A., MacRitchie, F., Gandikota, S., & Hou, G. (2005). Relaciones de la composición proteínica y mediciones reológicas en masa con la calidad panadera de harinas de trigo. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 28(3).
- Peña, R., Ortiz-Monasterio, J., & Sayre, K. (1998). *Estrategias para mejorar (o mantener) la calidad panadera en trigo de alto potencial de rendimiento*.
- Quaglia, G. (1991). La harina de Trigo. In *Ciencia y Tecnología de la Panificación* (pp. 31–36). España: Editorial Acribia.
- Vázquez, D. (2009). Aptitud industrial de trigo. *La Estanzuela, Uruguay, INIA*.

Anexo 1

Cuadro 5. Caracterización física de 80 líneas promisorias de trigo

CÓDIGO MUESTRA	PESO HECTOLÍTRICO (kg/hl)	PESO MIL GRANOS (gramos)	RENDIMIENTO HARINERO (%)
1	78,267	40,497	61,290
2	78,000	38,773	56,137
3	77,667	44,000	56,914
4	79,000	35,443	48,338
5	78,333	37,687	58,149
6	77,333	38,870	58,517
7	79,333	35,917	52,410
8	82,000	36,923	54,263
9	78,333	47,033	52,266
10	79,000	46,310	52,012
11	80,000	44,930	53,467
12	79,000	47,197	48,692
13	80,000	45,400	54,975
14	79,667	46,693	56,985
15	76,667	43,413	52,261
16	77,667	43,427	50,805
17	68,333	35,967	46,084
18	72,333	41,097	48,697
19	69,667	37,433	44,790

20	67,667	38,197	38,377
21	70,667	35,960	50,502
22	74,667	45,897	57,214
23	70,667	40,593	54,719
24	74,333	37,653	53,707
25	77,667	38,870	60,101
26	75,000	39,657	58,717
27	74,000	39,403	58,016
28	73,333	39,443	59,278
29	67,667	35,027	60,582
30	76,000	36,300	60,883
31	75,667	40,633	51,202
32	72,333	38,237	66,231
33	80,667	49,813	71,444
34	77,333	41,227	62,020
35	81,667	44,193	64,149
36	76,333	44,937	59,435
37	77,667	42,027	60,883
38	79,667	51,377	56,727
39	74,333	36,040	65,496
40	80,333	38,620	61,384
41	79,667	46,670	50,504
42	82,667	50,030	53,421
43	81,667	54,197	56,697
44	82,000	52,583	48,992
45	82,667	42,610	54,527
46	82,333	44,697	53,978
47	80,333	47,977	48,061
48	84,667	39,637	61,313
49	77,000	49,533	61,771
50	76,333	50,017	60,804
51	79,333	53,783	62,915
52	79,667	53,780	59,378
53	77,333	48,887	61,323
54	80,667	48,283	64,064
55	75,667	50,547	52,165
56	79,667	46,907	59,478
57	80,333	43,453	49,242
58	80,333	41,653	55,131
59	81,333	46,760	66,398
60	80,333	45,984	50,904
61	82,000	41,280	51,759
62	80,667	44,103	54,372
63	79,333	43,267	54,179

64	81,333	41,390	61,910
65	75,333	51,907	63,627
66	79,000	49,093	59,218
67	77,333	54,730	63,819
68	78,667	53,070	65,731
69	78,000	48,190	60,621
70	82,000	48,467	60,521
71	78,667	51,527	55,266
72	80,000	51,383	60,721
73	80,000	55,053	59,259
74	80,333	49,317	61,824
75	80,333	53,387	61,546
76	80,333	51,010	57,573
77	81,000	49,210	61,662
78	80,000	47,607	63,026
79	75,667	48,477	55,932
80	79,667	47,893	63,041
Promedio de tres repeticiones			

10.1.4. Alternativas de mejora en el manejo poscosecha y comercialización del aguacate (*Persea americana* MILL) variedades Fuerte y Hass, procedente de dos zonas productoras.

Actividades Planificadas	
Actividad	Indicador de la Actividad
Alternativas de mejora en el manejo poscosecha y comercialización del aguacate (<i>Persea americana</i> MILL) variedades Fuerte y Hass, procedente de dos zonas productoras.	Un informe técnico actualizado para el manejo poscosecha del aguacate.
Responsable:	Beatriz Brito
Colaboradores:	Programa de Fruticultura: William Viera, Pablo Viteri Corpoaguacate: Marcelo Reinoso

Antecedentes

Desde el momento en que se cosecha, empaca y es trasladada la fruta del aguacate a los diferentes mercados del país, pasa por diferentes condiciones ambientales que van minorando la calidad física, ocasionando un aspecto no deseable que repercute en el precio con el que se comercializa.

Con esta investigación se planeó encontrar algunas alternativas de mejora para la comercialización de dos variedades de aguacate, con el establecimiento de las pérdidas de calidad y económicas durante todo el manejo poscosecha, hasta la llegada a tres principales centros de comercialización del Ecuador.

En el 2015, se realizó la evaluación de la calidad física y química de dos variedades de aguacate cosechados en dos sitios de producción y en llevados a tres sitios de comercialización. Se establecieron las pérdidas de peso por el uso de dos tipos de empaques, se conoce el tiempo desde la cosecha hasta que llega a cada sitio de comercialización, la descripción visual de los

daños físicos, las dimensiones de la fruta, habiéndose establecido los calibres que le corresponden. Durante la conservación al ambiente desde la madurez fisiológica a la madurez de consumo, en cada periodo de almacenamiento se estableció la pérdida de peso, una descripción visual de los daños, la firmeza de la fruta, el rendimiento de la pulpa, el pH y la acidez titulable. En el 2016, se analizaron los sólidos totales y la grasa.

Objetivo

Elaborar un informe técnico con las alternativas de mejora para la comercialización, actualizando la información obtenida en el año 2015.

Metodología

La investigación se realizó en el 2015 y 2016, en dos fases.

Fase I: La cosecha del aguacate se realizó como habitualmente realizan los productores, se utilizaron como empaques los costales plásticos y las gavetas de plástico de 10 kg. Se procedió a realizar el control de la calidad física-química, el análisis económico con el fin de evaluar las pérdidas por calidad, desde la cosecha en dos zonas productoras (Ibarra y Pichincha), hasta la distribución en tres centros de comercialización del Ecuador.

Fase II: En la fruta que se envió a los tres principales centros de comercialización del país (Quito, Ambato, Guayaquil), se definió el tiempo de vida de anaquel hasta alcanzar la calidad para el consumo.

Resultados

En el Informe Anual 2015, se presentaron los resultados relacionados a: Selección de fincas comerciales en las provincias de Imbabura y Pichincha. Determinación de la calidad física y química en la cosecha y durante la conservación (Quito, Ambato y Guayaquil) de las variedades Fuerte y Hass, cosechado en dos zonas productoras (provincia de Imbabura y Pichincha).

En el año 2016, se realizaron los análisis por duplicado para la materia seca y grasa en 120 muestras. Con todos los resultados obtenidos en el 2015 y 2016, se ha realizado una base de datos para las dos fases de la investigación, resultados que se debían analizar estadísticamente y que se comprometió presentar en el 2017.

En el año 2017, no se tuvo el financiamiento para las comisiones en las cuales se tenía que verificar y actualizar algunos datos que requiere el estudio, con el fin de determinar los márgenes de precios a través de la cadena productiva del aguacate, la cuantificación de las pérdidas económicas por peso y calidad, el análisis del costo por el uso de los empaques, así como la propuesta de las alternativas de mejora en el manejo poscosecha y comercialización.

Es importante recalcar, que se ha trabajado a la medida de las posibilidades físicas y financieras, para completar la información, se esperaba que en el 2017, adicionalmente, la estación contrate al PhD en Bioestadística y nos colabore con el análisis y evaluación de los resultados. Es una actividad que sigue en continuación para el año 2018, la que se tiene que completar para ser difundida a los productores y comercializadores, por las instancias respectivas.

10.2. PROYECTO: FTG/RF-14893-RG-(14175). Promover la resiliencia de los sistemas productivos para disminuir la vulnerabilidad de familias de pequeños productores a través de la revalorización de cultivos postergados del género *Lupinus*

10.2.1. Determinación de los Inhibidores de Tripsina y la Actividad Ureásica, en líneas promisorias de chocho.

Actividades Planificadas	
Actividad	Indicador de la Actividad
Determinación de los Inhibidores de Tripsina y la Actividad Ureásica, en líneas promisorias de chocho.	Un estudio sobre los componentes no nutritivos del chocho.
Responsable:	Elena Villacrés
Colaboradores:	Edgar Fernández, María Quelal, Javier Alvaréz

Antecedentes

Las plantas además de nutrientes contienen compuestos fitoquímicos que proveen beneficios adicionales a la salud humana, los cuales están presentes en los alimentos vegetales, Brunenton, (1991).

Los descubrimientos científicos sustentan el papel de los fitoquímicos en la prevención y tratamiento de enfermedades, como consecuencia de los numerosos componentes que tienen efecto benéfico sobre la salud, Brunenton, (1991). El chocho es valorado por su alto contenido y tipo de proteína; últimamente está siendo valorado el contenido de fibra soluble y sus propiedades nutraceuticas. Otros componentes del grano son los factores antinutricionales, que incluyen los oligosacáridos, taninos, inhibidores de tripsina, lectinas y ácido fítico, que se relacionan con la baja digestibilidad de la proteína y la reducción de la biodisponibilidad de los minerales entre otros.

A pesar de los efectos negativos de los factores antinutricionales mencionados, los últimos reportes científicos, evidencian su papel benéfico en la prevención y tratamiento de enfermedades crónico-degenerativas, lo que motiva el estudio de estos compuestos para determinar la residualidad en el chocho procesado, Villacrés y col., (2009).

Objetivo

Determinar la actividad ureasa y el contenido de inhibidores de tripsina, en tres variedades de chocho, en estado crudo y procesado.

Metodología

Materiales

Variedades de chocho: Andino INIAP 450, Guaranguito, INIAP-451 y Criollo, cultivadas en Palmira, provincia de Chimborazo.

Métodos

Actividad ureasa: AACC, método 22-90, (2000).

Inhibidores de tripsina: (Kakade, 1984) con modificaciones (INIAP, 2014).

Resultados

Actividad ureasa

La ureasa es una enzima que cataliza la hidrólisis de la urea para producir amoníaco y carbamato, este es subsecuentemente degradado por medio de una hidrólisis espontánea para producir otra molécula de amoníaco y ácido carbónico (García, 2013). El interés de esta prueba no radica solamente en determinar el grado de destrucción de la actividad de la enzima, sino

también la eliminación de los otros factores antinutricionales asociados a la proteína del chocho, que son inactivados en forma simultánea a la ureasa.

En el Cuadro 6, se muestra que en el chocho amargo, especialmente la variedad INIAP-451, la enzima ureasa y muy probablemente otras proteínas tóxicas o antinutricionales del grano se encuentran activas, expresadas en el mayor diferencial de pH, mientras que en el grano desamargado, el pH se mantiene con un cambio muy ligero (0,06 a 0,08), lo que indica que la enzima ureasa ha sido inhibida, ya que no se desprende amoníaco y no se incrementa el pH.

Inhibidores de tripsina

La tripsina es una proteasa que permite la hidrolización de las proteínas a aminoácidos, los cuales son absorbidos por el organismo humano.

Los inhibidores de esta proteasa se encuentran en mayor proporción en las leguminosas y los cereales, por ejemplo en la semilla del chocho. Los inhibidores de tripsina pueden coexistir en la misma planta con otros inhibidores proteolíticos, (Valle & Florentino, 2000). Estos inhibidores enzimáticos impiden la proteólisis digestiva, lo que puede causar problemas al sistema inmune o al riñón, incluso pueden originar problemas de crecimiento, debido a la baja absorción de proteínas.

Cuadro 6. Factores antinutricionales en el grano de tres variedades de chocho crudo y procesado

Variedad	Actividad ureasa (Δ pH)	Inhibidor de la actividad tripsina (UTI/mg)
AMARGO		
450	0,64 \pm 0,015	1,499 \pm 0,011 ^a
451	0,72 \pm 0,010	1,841 \pm 0,005 ^c
Criollo	0,58 \pm 0,020	1,562 \pm 0,004 ^b
DESAMARGADO		
450	0,07 \pm 0,006	0,426 \pm 0,008 ^b
451	0,08 \pm 0,012	0,486 \pm 0,010 ^b
Criollo	0,07 \pm 0,006	0,473 \pm 0,003 ^b

Los resultados que poseen letras iguales no son significativamente diferentes. Las muestras que se encuentran en el rango a, tienen menor contenido de Inhibidores de tripsina y va aumentando en los siguientes rangos estadísticos. Valores promedios de tres repeticiones, prueba de Tukey al 5%

Los datos del Cuadro 6, muestran que la mayor concentración de inhibidores de tripsina se encuentra en la condición de grano amargo, en las tres variedades de chocho, sin embargo, la variedad 451 presentó la mayor concentración de inhibidor tripsina con un valor de 1,841 \pm 0,005 UTI/mg. Mientras que en el grano desamargado se tienen concentraciones menores respecto al grano crudo ($p \leq 0,05$)

Uno de los factores que incide en esta disminución, es la temperatura que se mantiene durante la cocción del grano. Al respecto, Cruz, (2013), indica que el calor desnaturaliza el efecto de los inhibidores de tripsina, disminuyendo su efecto inhibitor, aunque suele quedar un valor residual, que podría eliminarse a temperaturas extremas de proceso, lo cual podría causar la pérdida de otros nutrientes del grano.

La variedad que presentó menor contenido de inhibidor de tripsina fue INIAP-450 en el proceso de desamargado, con una concentración media de 0,426 \pm 0,013 UTI/mg.

Conclusiones

Se determinó que el chocho, variedad INIAP 451 Guaranguito en la condición de grano amargo presentó una mayor actividad ureasa y contenido de inhibidores de tripsina, cuyos valores fueron 0,72 unidades pH; 1,842 UTI/mg en base seca, respectivamente.

Mientras que las tres variedades de el chocho, en condición de grano desamargado presentaron un contenido similar de inhibidores de tripsina. Estos valores fueron menores, con respecto al grano crudo.

Los factores antinutricionales contemplados en este estudio, son tóxicos a elevadas concentraciones, muy improbable de alcanzar en el consumo habitual del chocho, debido al proceso de desamargado al que se somete el grano, el cual reduce sustancialmente la concentración de compuestos indeseables, cuyo contenido residual puede ser beneficioso para el ser humano, considerando las propiedades farmacológicas de algunos de ellos.

Referencias

- Brunenton, J. (1991). Elementos de Fotoquímica y de Farmacognosia. Ed. Acribia. España. pp. 55-366.
- AACC. American Association of Cereal Chemists, Method 22-90. (2000). Measurement of Urease Activity. Recuperado de: <http://methods.aaccnet.org/summaries/22-90-01.aspx>
- Cruz, I. (2013). Antinutrientes: Inhibidores enzimáticos. Recuperado de: <http://www.conasi.eu/blog/consejos-de-salud/inhibidores-enzimaticos/>
- García, C. (2013). Inhibidores de Proteasas en Leguminosas. (Disertación de pregrado). Universidad de Valladolid, Valladolid, España.
- Hassan, A., Osman, G. y Babiker, E. (2005). Effect of Domestic Processing on Antinutrients and Availability of Protein and Minerals of Lupin (*Lupinus termis*) Seeds. *Journal of Food Technology*. 3 (2). pp. 255-262
- Kakade, M., Rackis, J., Meghee, J., & Puski, G. (1984). Determination of trypsin inhibitor activity of soy products: A collaborative analysis of an improved procedure. *Cereal Chemistry*, 51, pp. 376-382
- Valle, P., Florentino, B. (2000), Toxicología de Alimentos. Instituto Nacional de Salud Publica Centro Nacional de Salud Ambiental, México, D.F. pp.72
- Villacrés, E., Peralta, E., Cuadrado, L. Revelo, J., Abdo, S., & Aldaz, R. (2009). Propiedades y aplicaciones de los alcaloides del chocho. INIAP, 6. Quito, Ecuador.

10.2.2. Determinación de propiedades térmicas en seis líneas promisorias de chocho

Actividades Planificadas	
Actividad	Indicador de la actividad
Determinación de propiedades térmicas en seis líneas promisorias de chocho	Un estudio sobre las propiedades térmicas del chocho
Responsable:	Elena Villacrés
Colaboradores:	María Quelal, Javier Alvarez

Antecedentes

El chocho (*Lupinus mutabilis* Sweet) es una leguminosa de origen andino, considerada estratégica para la seguridad y soberanía alimentaria. Este grano presenta un alto contenido de proteína (50-54%, en grano seco), grasa, carbohidratos, minerales y fibra. Sin embargo, el alto

contenido de alcaloides quinolizidínicos en el grano (3-4 %), impide su amplio uso y consumo, (E., Peralta, E., Cuadrado, L. Revelo, J., Abdo, S., & Aldaz, R., 2009).

Para eliminar estos compuestos el grano es sometido a un proceso térmico-hídrico, en el cual la cocción juega un rol importante. Este proceso puede ser definido como el aumento de la temperatura del grano en agua, durante un tiempo suficiente para transformar su microestructura y desarrollar características de calidad especiales que lo haga más apetecible por parte de los consumidores (Siripon, Tansakul y Mittal, 2007; Palermo, Pellegrini y Fogliano, 2014). El chocho tiene un tiempo específico de cocción, el cual depende de la velocidad de transmisión de calor, el grado de hidratación, porosidad, espesor y composición química (Carciofi, Faistel, Aragão y Laurindo, 2002; Ayadi, Makni y Attia, 2009). Durante el proceso térmico, también se consigue la disminución de los factores antinutricionales que se encuentran comúnmente en el grano crudo, por ello la importancia de controlar este tratamiento térmico (Murador, Mercadante y de Rosso, 2016).

Las propiedades termofísicas son parámetros importantes en la descripción de la transferencia de calor durante la cocción, ya que por medio de éstas es posible conocer la estructura del grano, suscitando grandes ventajas su comprensión especialmente por los costos energéticos, la eficiencia en el diseño de equipos y el aseguramiento de la calidad de los productos (Alvis, Caicedo y Peña, 2012; Alvis, González y Arrázola, 2015; Kanjanapongkul, 2017).

En éstas se incluyen, el calor específico, conductividad, difusividad térmica, que se relacionan a su vez con la densidad. Dependiendo del tiempo de cocción, varían las características físicas del grano, el cual requiere ser estandarizado para asegurar la calidad final del producto. Este factor es de vital importancia, ya que un tiempo prolongado representa un gasto energético excesivo, elevación en los costos de producción, deterioro en sus propiedades organolépticas y deficiencias en los contenidos nutricionales (Arámbula-Villa et al. 2001). Mientras que un tiempo demasiado corto, puede ocasionar que no se alcancen las temperaturas óptimas en el centro del alimento y originaría una mayor retención de alcaloides y el rechazo por los consumidores (Bouasla, Wójtowicz y Zidoune, 2017).

Objetivos

Determinar las propiedades térmicas de cuatro líneas promisorias de chocho, durante el proceso de cocción por ebullición.

Analizar la reducción del gasto de energía utilizada e incrementar la aceptabilidad y calidad del chocho.

Metodología

Materiales: Se trabajó con los siguientes genotipos de chocho: 742 X649 P3S3, 742 X649 P3S5, ECU-2658, ECU-722-4, los cuales fueron cultivados en la Estación Experimental Santa Catalina

Fueron utilizados termopares tipo J para determinar el historial de temperatura de 160 gramos de chocho, cada 5 minutos. Estos fueron ubicados en el centro geométrico del grano (T_c), en la superficie a una profundidad de 0,5 mm (T_i) y en el medio de calentamiento (T_∞). La relación grano: agua durante la cocción fue 1:6 (160 g/1000 ml de agua). El proceso terminó, cuando la temperatura central llegó a 75°C.

Se determinó el calor específico (C_p), la densidad (ρ), conductividad (k) y la difusividad térmica (α) de las cuatro líneas promisorias de chocho, utilizando las fórmulas sugeridas en el Cuadro 7, con base en la composición del producto y la temperatura de procesamiento.

Los cálculos se realizaron por triplicado y los resultados se expresaron como la media con su desviación estándar.

Cuadro 7. Modelos utilizados para calcular las propiedades térmicas del chocho

Propiedad	Unidades	Modelo ¹	R ²	Referencia
Conductividad térmica (k)	W/m°C	$K=0.25X_{HC}+0.16X_p+0.16X_{GR}+0.14X_{CZ}+0.48X_{H2O}$	0.92	
Calor específico (Cp)	KJ/kg°C	$K=0.16+0.02T+0.29X_{H2O}+3.48x10^{-7}T^2$	0.95	
		$Cp=1.42X_{HC}+1.55X_p+1.68X_{GR}+0.85X_{CZ}+4.18X_{H2O}$	0.91	
Densidad (ρ)	Kg/m ³	$Cp=489.98+3313X_{H2O}+24T-53X_{H2O}+*T+33.7X_{H2O}^2T$	0.96	Alvis et al., (2012)
		$\rho =1.34X_{HC}+1.15X_p+0.75X_{GR}+1.95X_{CZ}+0.95X_{H2O}$	0.94	
Difusividad	10 ⁻⁷ m ² /s	$\rho =1553-568,81X_{H2O}$	0.93	
		$\alpha = (0.08-0.06X_{H2O}+0.12X_{H2O}^2+6.87x10^{-4}X_{H2O}^2T-5.17x10^{-4}X_{H2O}^2T^2)x10^{-6}$	0.97	
		$\alpha =K/\rho*Cp$	0.85	

Donde X_{HC}, X_p, X_{GR}, X_{CZ}, X_{H2O} representan las fracciones másicas de carbohidratos, proteínas, grasas, cenizas y humedad del chocho. Los valores están dados para un rango de temperaturas de -4 a 100°C.

Resultados

En el Cuadro 8 se presentan los datos de la composición bromatológica del chocho después del proceso de cocción.

Cuadro 8. Composición química del chocho cocido

Línea	Humedad (%)	Cenizas (%)	Proteína (%)	Grasa (%)	Fibra (%)	Carbohidratos (%)
742 X 649 P3S3	8,51±1,03	3,21±0,04	40,37±0,40	16,67±1,34	8,65±1,24	31,10± 1,14
742 X 649 P3S5	8,45±1,32	3,18±0,07	40,48±0,34	16,53±1,45	9,40±1,31	30,41±0,98
ECU - 2658	8,33±1,17	3,54±0,02	40,61±0,54	16,92±1,61	10,11±1,03	28,32±0,65
ECU - 722 - 4	9,03±1,29	3,19±0,03	41,07±0,21	17,02±1,22	9,81±1,08	28,91±0,46

Los valores de las propiedades térmicas obtenidas en el chocho cocido, teniendo en cuenta la composición química y la temperatura de procesamiento, variaron para la conductividad térmica, densidad, capacidad calorífica y difusividad térmica de 0,44 a 0,52 W/m°C, 1233 a 1411 kg/m³, 3140 a 3256 J/kg°C y 1,32 x 10⁻⁷ a 1,35x10⁻⁷ m²/s, respectivamente, según lo presentado en el Cuadro 9.

Cuadro 9. Propiedades térmicas de cuatro líneas promisorias de chocho

Parámetros	Unidades	742 X 649 P3S3	742 X 649 P3S5	ECU - 2658	ECU-722- 4
Conductividad térmica	W/m°C	0,47±0,03 ^b	0,52±0,02 ^a	0,44± 0,02 ^b	0,46±0,04 ^b
Densidad	Kg/m ³	1233,08±30,13 ^b	1411± 47,08 ^a	1245± 28,91 ^{ab}	1236±25,00 ^b
Capacidad Calórica	J/kg°C	3140,6± 27,84 ^b	3255± 18,47 ^a	3256± 26,78 ^a	3167±21,89 ^b
Difusividad Térmica	m ² /s	1,33x10 ⁻⁷ ± 0,01 ^b	1,35x10 ⁻⁷ ± 0,03 ^a	1,32x10 ⁻⁷ ±0,02 ^b	1,33x10 ⁻⁷ ±0,03 ^b

Los datos representan la media de tres determinaciones con la desviación estándar. Superíndices diferentes en una misma fila indican diferencias significativas (p<0.05)

Los resultados encontrados para el chocho cocido, coinciden con los reportados para otros alimentos de origen vegetal. Alvis *et al.*, (2015), determinaron las propiedades termo-físicas en chips de camote y encontraron en el caso de los productos no recubiertos (NR) con biopolímeros, que la conductividad térmica varió de 0,39 a 0,45 W/m°C, mientras que en los recubrimientos (CR), los valores estuvieron entre 0,41 y 0,46 W/m°C.

Por su parte, el calor específico estuvo entre 2470 a 2920 kJ/kg °C y 2500 a 2960 kJ/kg K, mientras que la difusividad térmica fue de 1,16 a 1,35 x 10⁻⁷ m²/s, para NR y de 1,19 a 1,34 x 10⁻⁷ m²/s en CR. En dicha investigación la variación de la densidad estuvo entre 1150 a 2920 kg/m³ y 1150 a 2960 kg/m³ para NR y CR respectivamente, siendo estos valores relativamente más bajos que los reportados para el chocho. Estas diferencias se atribuyen a la variabilidad en la composición química y microestructura del grano.

Conclusiones

El tratamiento térmico (tiempo-temperatura) ideal durante la cocción atmosférica para el grano de chocho fue de 40 minutos hasta una temperatura 75°C en el centro del producto. Los valores de la conductividad y difusividad térmica aumentaron linealmente con la temperatura de procesamiento (p<0,05), y estuvieron dentro de lo reportado por otros autores para productos alimenticios de naturaleza similar.

Los valores promedio obtenidos para las propiedades térmicas en función de la composición química y la temperatura fueron para la conductividad 0,47 W/m°C, difusividad 1,33x10⁻⁷m²/s y la capacidad calorífica de 3204J/kg°C. Sin embargo, la línea 742 X 649 P3S5, presentó los mayores valores (p<0,05), con respecto a las restantes líneas experimentales.

El entendimiento de los parámetros de transferencia de calor durante la cocción del chocho es importante para la optimización de los procesos térmicos aplicados a esta matriz alimentaria.

Referencias

- Alvis, A., González, A., y Arrázola, G. (2015). Efecto del Recubrimiento Comestible en las Propiedades de Trozos de Batata (*Ipomoea Batatas* Lam) Fritos por Inmersión: Parte 2: Propiedades Termofísicas y de Transporte. *Información tecnológica*, **26** (1): 103-116.
- Alvis, A., González, A., y Arrázola, G. (2015). Efecto del Recubrimiento Comestible en las Propiedades de Trozos de Batata (*Ipomoea Batatas* Lam) Fritos por Inmersión: Parte 2: Propiedades Termofísicas y de Transporte. *Información tecnológica*, **26** (1): 103-116.
- Alvis, A., Caicedo, I. y Peña, P. (2012). Determinación de Propiedades Termofísicas de Alimentos en Función de la concentración y la Temperatura empleando un Programa Computacional. *Información tecnológica*, **23**(1): 111-116.
- Arámbula-Villa, G., Barron-Avila, L., Gonzalez-Hernández, J., Moreno-Martinez, E. y Luna-Barcenas, G. (2001). Efecto del tiempo de cocimiento y reposo del grano de maíz (*Zea mays* L.) nixtamalizado, sobre las características físico-químicas, estructurales y reológicas, estructurales y texturales, masa y tortilla de maíz. *Archivo Latinoamericanos de Nutrición*, **51**(2): 187-194.
- Ayadi, M. A., Makni, I. y Attia, H. (2009). Thermal diffusivities and influence of cooking time on textural, microbiological and sensory characteristics of turkey meat prepared products. *Food and Bioproducts Processing*, **87**(4): 327-333.
- Carciofi, B. A., Faistel, J., Aragão, G. M. y Laurindo, J. B. (2002). Determination of thermal diffusivity of mortadella using actual cooking process data. *Journal of Food Engineering*, **55**(1): 89-94.
- Murador, D. C., Mercadante, A. Z., y de Rosso, V. (2016). Cooking techniques improve the levels of bioactive compounds and antioxidant activity in kale and red cabbage. *Food chemistry* **196**: 1101-1107.

- Bouasla, A., Wójtowicz, A., & Zidoune, M. N. (2017). Gluten-free precooked rice pasta enriched with legumes flours: Physical properties, texture, sensory attributes and microstructure. *LWT-Food Science and Technology*, 75:569-577.
- Kanjanapongkul, K. (2017). Rice cooking using ohmic heating: Determination of electrical conductivity, water diffusion and cooking energy. *Journal of Food Engineering*, 192: 1-10.
- Pushpadass, H. A., Menon, R. R., Rao, K. J. y Nath, B. Palermo, M., Pellegrini, N., & Fogliano, V. (2014). The effect of cooking on the phytochemical content of vegetables. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 94(6), 1057-1070.
- Siripon, K., Tansakul, A., & Mittal, G. S. (2007). Heat transfer modeling of chicken cooking in hot water. *Food Research International*, 40(7): 923-930.
- Villacrés, E., Peralta, E., Cuadrado, L. Revelo, J., Abdo, S., & Aldaz, R. (2009). Propiedades y aplicaciones de los alcaloides del chocho. INIAP, 6. Quito, Ecuador.

10.3. PROYECTO: Universidad Técnica de Ambato N. 1361-CU-P-2014. Puesta en marcha de la línea de cocción al vacío de jugos de frutas y línea de envasado en atmósferas modificadas, de alimentos vegetales mínimamente procesados. Convenio Cooperación Técnica Específica: UTA, INIAP-EESC

10.3.1. Evaluación del efecto de la aplicación de atmósferas modificadas sobre la composición bioquímica y el tiempo de vida útil de arazá (*Eugenia stipitata* McVaugh), naranjilla (*Solanum Quitoense* Lam.) y tomate de árbol (*Solanum betaceum* Cav.)

Actividades Planificadas	
Actividad	Indicadores de la Actividad
Evaluación del efecto de la aplicación de atmósferas modificadas sobre la composición bioquímica y el tiempo de vida útil de arazá (<i>Eugenia stipitata</i> McVaugh), naranjilla (<i>Solanum Quitoense</i> Lam.) y tomate de árbol (<i>Solanum betaceum</i> Cav.)	Un convenio de actividades de investigación entre la UTA y la EESC del INIAP. Un protocolo de investigación aprobado por el Comité Técnico. Tres tesis de pregrado.
Responsable:	Iván Samaniego
Colaboradores:	UTA: Iñaki Angós, Wilma Llerena INIAP: Beatriz Brito Tesisistas: Pedro Chicaiza, David Cando, Melisa Llive.

Antecedentes

En general, en las frutas el proceso de cosecha y postcosecha realizados en forma inadecuada, generan pérdidas de hasta un 50% de la producción y afecta directamente sobre su calidad. Por esta razón, existe poca presencia de estos frutos en mercados internacionales. La tecnología postcosecha busca optimizar la calidad y reducir las pérdidas en frutas frescas, puesto que luego de la cosecha tienden a deteriorarse de forma gradual e irreversible. (PROECUADOR, 2014; Andrade y Chong, 2001; Castañeda, 2000; Fernández-Trujillo et al., 2011; Quevedo, 2005; Schotsmans, 2011)

El índice de madurez (IM) con el que se cosecha la fruta tiene gran influencia sobre su comportamiento postcosecha, si las frutas son recolectadas antes o después de su punto óptimo son más propensas a daños fisiológicos. Antes de la madurez fisiológica son susceptibles a daño mecánico y carecen de sabor, aroma y color, por el contrario las frutas excesivamente maduras pierden firmeza por deshidratación y fermentación. (Gonzalez-Aguilera et al., 2010; Kader y Yania, 2011)

El IM de la fruta se determina en función de la distancia entre el punto de recolección y el centro de acopio. El arazá debe recolectarse a partir de los 35 a 38 días desde el cuajado del fruto en estado de madurez grado 2. La naranjilla se cosecha en estado de madurez grado 3, cuando ha alcanzado el 50 % de su color amarillo. El tomate de árbol se recolecta cuando alcanza la madurez fisiológica (Grado 4: 8,5 °Brix y 4,0 % de acidez titulable). (Casierra-Posada et al., 2004; Carrillo et al., 2009; Hernández et al., 2006; Hernández et al., 2007; Mena, 2010; Peña et al., 2011)

Estudios realizados en los últimos años han demostrado que los compuestos bioquímicos responsables del color de la piel y la pulpa de estas frutas presentan propiedades funcionales, capaces de disminuir la incidencia de enfermedades cardiovasculares, diabetes y cáncer, las mismas que están asociadas con el estrés oxidativo. Por lo tanto, es necesario identificar el tipo de fitonutrientes de estas frutas y los cambios naturales que ocurren durante la postcosecha. Las frutas tropicales y andinas son susceptibles al deterioro y pérdida de calidad, por lo cual se han desarrollado diferentes tratamientos postcosecha como: la utilización de luz ultravioleta, atmósferas modificadas (AM), atmósferas controladas (AC), recubrimientos comestibles, tratamientos térmicos, etc. (Aguilera-Otíz et al., 2011; Benkeblia et al., 2011; Liang et al., 2012; García-Cruz et al., 2016)

Actualmente, tecnologías de envasado y almacenamiento como las AM y AC permiten alargar la vida útil y reducir las pérdidas postcosecha de productos frescos. Las AM se aplican mediante el uso de empaques de permeabilidad selectiva que permiten el intercambio gaseoso entre la mezcla de gas de relleno y el producto, dentro y fuera del empaque. Por el contrario, las AC mantienen una atmósfera invariable durante el periodo de almacenamiento; estos procesos reducen la incidencia del daño por frío y la deshidratación; además, retrasan el desarrollo del color, el crecimiento bacteriano, mantienen los niveles de ácidos orgánicos y reducen las pérdidas de firmeza y peso. De igual manera, inhiben la producción y acción del etileno, facilitando el transporte y almacenamiento. (Gonzalez-Aguilera et al., 2010; Hernández, 2009; Schotsmans, 2011)

Objetivos

Determinar el efecto de la composición de los gases de las atmósferas modificadas activas (mezcla de O₂, CO₂) sobre la tasa respiratoria de arazá, naranjilla y tomate de árbol en base al proceso de producción de CO₂ y el consumo de O₂.

Evaluar el efecto de la composición de los gases de las atmósferas modificadas activas (mezcla de O₂, CO₂) en la degradación de clorofila y formación de pigmentos (carotenoides, antocianinas) en cáscara de arazá, naranjilla y tomate de árbol.

Comparar el efecto de la composición de los gases de las atmósferas modificadas activas (mezcla de O₂, CO₂) sobre el contenido de compuestos antioxidantes (polifenoles, flavonoides, antocianinas) en la pulpa de arazá, naranjilla y tomate de árbol.

Seleccionar la atmósfera modificada adecuada para prolongar la vida útil de arazá, naranjilla y tomate de árbol.

Metodología

Material Vegetal

Para la ejecución de esta investigación se utilizó frutos de arazá (*Eugenia stipitata* McVaugh) clon 003, naranjilla (*Solanum quitoense* Lam.) variedad INIAP Quitoense 2009 y tomate de árbol (*Solanum betaceum* Cav.) ecotipo mora ecuatoriana; colectados directamente en las fincas de productores de las provincias de Francisco de Orellana, Napo y Tungurahua. El arazá se

cosechó en estado de madurez grado 2, la naranjilla en estado de madurez grado 3 y el tomate de árbol en fase 4.

Materiales y equipos de laboratorio.

Reactivos

Acetona (grado analítico 98 %). Acetato de sodio (pureza 99 %). Ácido fórmico (pureza 99 %). Ácido clorhídrico fumante (37 %). Ácido gálico estándar (pureza 98 %). Catequina estándar (pureza 98 %). Agua destilada. Butilhidroxitolueno (BHT, grado alimentario). Cloruro de calcio (ACS). Cloruro de aluminio (ACS). Dióxido de carbono presurizado (99,9 % pureza). Etanol (grado analítico 99,9 %). Hexano (ACS, 98 %). Hidróxido de sodio (ACS). Metanol gradiente analítico (98 %). Mezcla 0,8 % O₂, BAL N₂ (grado alimentario). Nitrito de potasio (ACS). Nitrógeno presurizado (99,5 % pureza). Oxígeno presurizado (99,5 % pureza)

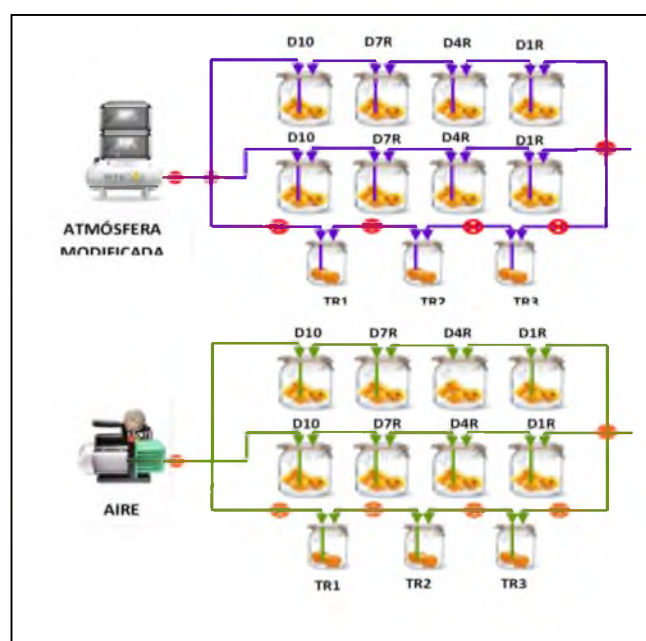
Equipos

Analizador de gases. Balanza analítica. Baño ultrasónico. Baño María. Refractómetro. Cámaras respiratorias con conexión a sistema de generación de atmósfera modificada. Cámaras de refrigeración. Centrífuga. Estufa de secado. Espectrofotómetro. Mezclador de gases. Titulador automático

Unidad experimental

La unidad experimental está constituida por una muestra de 680 gramos de cada fruta distribuidos en dos procesos. En el primer proceso (atmósferas modificadas) se instalaron ocho frascos de 3 L con 680 gramos de fruta por frasco para análisis de laboratorio y 3 frascos de 1,5 L con 275 g fruta para evaluar la tasa respiratoria (Peso total de fruta utilizada 6,3 kg).

Los ensayos del segundo proceso se instalaron de igual forma que la primera, sin embargo, ésta constituye la muestra control (aire) (Figura 4).



*D= Días; T= Control

Figura 4. Sistema cerrado para la aplicación de cinco atmósferas modificadas en las tres frutas en estudio

Factores en estudio

Para cada fruta se consideraron como factores en estudio la composición de la atmósfera modificada (mezcla de oxígeno y dióxido de carbono) determinada en ensayos preliminares y el tiempo de almacenamiento (10 días) como se detalla en el Cuadro 10.

Cuadro 10. Factores en estudio para determinar la influencia de cinco atmósferas modificadas en la calidad fisicoquímica, bioquímica en tres frutas ecuatorianas

FACTOR	NIVEL	DESCRIPCION DE NIVEL
Composición de la Atmósfera Modificada (Mezcla oxígeno y dióxido de carbono)	AM1	2,5 O ₂ %-2,5 CO ₂ %
	AM2	2,5 O ₂ %-5,0 CO ₂ %
	AM3	80,0 O ₂ %-10,0 CO ₂ %
	AM4	80,0 O ₂ %-20,0 CO ₂ %
	AM5	90,0 O ₂ %-10,0 CO ₂ %
Tiempo de almacenamiento	D1	Día 1
	D2	Día 4
	D3	Día 7
	D4	Día 10

Tratamientos

Los tratamientos constituyen la combinación de los factores en estudio: tipo de atmósfera modificada y el tiempo de almacenamiento, que se presenta en el Cuadro 11.

Cuadro 11. Tratamientos obtenidos para determinar la influencia de cinco atmósferas modificadas en la calidad fisicoquímica y bioquímica de tres frutas ecuatorianas

TRATAMIENTOS	
1. AM1D1	11. AM3D7
2. AM1D4	12. AM3D10
3. AM1D7	13. AM4D1
4. AM1D10	14. AM4D4
5. AM2D1	15. AM4D7
6. AM2D4	16. AM4D10
7. AM2D7	17. AM5D1
8. AM2D10	18. AM5D4
9. AM3D1	19. AM5D7
10. AM3D4	20. AM5D10

Diseño experimental

El análisis estadístico de los resultados se realizó a través de un diseño completamente al azar (DCA) en arreglo factorial 5 x 4 con dos repeticiones, dando un total de 40 tratamientos, según el Cuadro 12.

Cuadro 12. Esquema del análisis de varianza (ADEVA) para el efecto de las atmósferas modificadas en la calidad fisicoquímica y bioquímica de tres frutas ecuatorianas

FUENTE DE VARIACION		GRADOS DE LIBERTAD
TOTAL	FxTxR -1	39
Factor A	A-1	4
Factor B	B-1	3
Interacción	AxB	12
Error experimental		20

Análisis funcional

Para los tratamientos que presenten diferencias significativas se realizará en el 2018, el test de Tukey para la separación de medias o el equivalente no paramétrico para la comparación de medianas (test de Kruskal Wallis) a un nivel de significancia del 5 %.

VARIABLES EN ESTUDIO

Las variables evaluadas en este estudio son: la tasa respiratoria (TR), antocianinas totales (AT), carotenoides totales (CT), clorofila a (Ca), clorofila b (Cb), clorofila total Ct, flavonoides totales (FT) y polifenoles totales (PT).

En la pulpa de arazá, naranjilla y tomate de árbol se evaluará el contenido de CT, FT y PT.

En la piel de arazá y naranjilla se evaluará la evolución del contenido de CT y en tomate de árbol antocianinas totales y en las tres frutas se determinará la degradación de Ca, Cb y Ct.

Resultados

Primera fase: Desarrollo de las metodologías de análisis

En el laboratorio con la finalidad de estandarizar las metodologías para el análisis de antioxidantes en las frutas en estudio, se realizó las pruebas de los métodos en las tres matrices diferentes, estableciéndose la linealidad para el método de polifenoles y flavonoides, la precisión como coeficiente de variación y la exactitud como porcentaje de recuperación para los cuatro métodos; polifenoles totales, flavonoides totales, carotenoides totales, antocianinas totales.

Adaptación del método para análisis de polifenoles totales

Para el análisis de polifenoles totales se realizó la extracción de los analitos de cada fruta (arazá, tomate de árbol y naranjilla) con una solución de metanol/agua/ácido fórmico 70/30/0,1 v/v/v mediante extracción por vortex a alta velocidad y posterior proceso de extracción por baño ultrasonido. El extracto se centrifugo a alta velocidad y una alícuota del mismo se hizo reaccionar con el reactivo de Folin&Ciocalteus y se determinó la absorbancia a 760 nm en un espectrofotómetro Uv-visible.

Linealidad

Dentro de la estandarización del método se realizó el estudio de linealidad, para lo cual se preparó un set de estándares de ácido gálico de concentración entre 0 a 100 ppm por triplicado en tres días diferentes, con las curvas obtenidas se realizó el estudio de regresión lineal y se determinó la curva promedio del método. En el Cuadro 13 se presenta los resultados obtenidos en este estudio, en cada uno de los días evaluados en el laboratorio.

El estudio de regresión lineal demostró que la curva de calibración promedio presenta un coeficiente de correlación lineal r^2 de 0,9994, por lo cual se estableció que existe una correlación lineal entre la absorbancia medida por el equipo y la concentración del estándar de ácido gálico, de igual manera se evaluó estadísticamente mediante una prueba t- student para el coeficiente de correlación r^2 demostrándose que el valor de $t_{obtenido} > t_{tabla}$ ($p < 0,05$), por lo cual se

confirmó que existe una correlación lineal significativa entre x (concentración mg/L) y Y(absorbancia).

Cuadro 13. Resultados del estudio de regresión lineal para el método de análisis de Polifenoles en las tres frutas en estudio

Parámetro	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	PROMEDIO
m (pendiente)	0,0114	0,0101	0,0135	0,0117
Lo (ordenada al origen)	0,0847	0,0761	0,0760	0,0789
Sy, x (error típico sm (Desv st pendiente)	0,0200	0,0094	0,0104	0,0132
SLo (Desv. St ordenada)	0,0143	0,0067	0,0074	0,0095
m(minima)	0,0106	0,0097	0,0131	0,0112
m(máxima)	0,0121	0,0104	0,0139	0,0122
Lo (minima)	0,0393	0,0548	0,0524	0,0488
Lo (máxima)	0,1301	0,0975	0,0996	0,1091
r ²	0,9987	0,9996	0,9997	0,9994
t _{robtenido}	47,9631	90,4901	109,4764	82,6432
t _{tabla}	2,78	2,78	2,78	2,78

En la Figura 5, se presenta la curva de calibración promedio con la cual se realizará la cuantificación del contenido de polifenoles para las tres matrices: pulpa y cáscara de arazá, tomate de árbol y naranjilla.

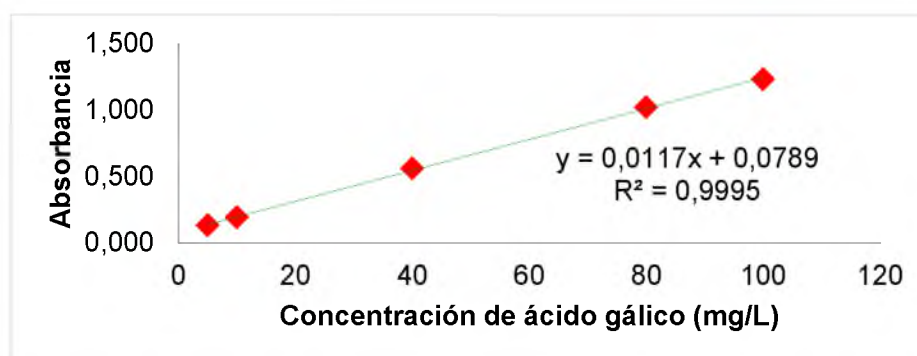


Figura 5. Curva de calibración promedio para la cuantificación de Polifenoles Totales en naranjilla, arazá y tomate de árbol

Precisión

Para determinar la precisión del método, se realizó el análisis de una muestra liofilizada de arazá, naranjilla y tomate de árbol, con 6 repeticiones siguiendo el método completo, y se determinó la desviación estándar y el coeficiente de variación, presentado en el Cuadro 14.

Cuadro 14. Resultados del análisis de precisión del método de análisis de Polifenoles Totales en muestra liofilizada de Arazá, Tomate de Árbol y Naranja

MUESTRA	Tomate de		
	Árbol	Naranja	Arazá
	mg/100g		
1	704,6	597,5	919,6
2	706,3	543,2	877,1
3	705,4	567,6	919,0
4	712,2	555,6	898,5
5	702,9	560,6	890,8
6	707,5	570,1	919,3
Promedio	706,5	565,8	904,0
Des. Estándar	3,18	18,26	18,04
Coef.			
Variación	0,45	3,23	2,00

Observando los resultados se estableció que el error máximo obtenido en el ensayo de repetibilidad fue de 0,45, 3,23 y 2%, para tomate de árbol, naranja y arazá respectivamente, los mismos que están dentro de los límites permitidos para la concentración medida (mg/100g) de acuerdo a la ecuación de Horwitz, por lo cual el método tiene la precisión adecuada para realizar el análisis.

Exactitud

Para el análisis de exactitud como porcentaje de recuperación se realizó la determinación del número de ciclos de extracción necesarios para obtener el 100% de rendimiento de extracción de polifenoles en cada una de las matrices estudiadas, utilizando como solvente de extracción una solución de metanol/agua/ácido fórmico 70/30/0,1 v/v/v. (Figura 6)

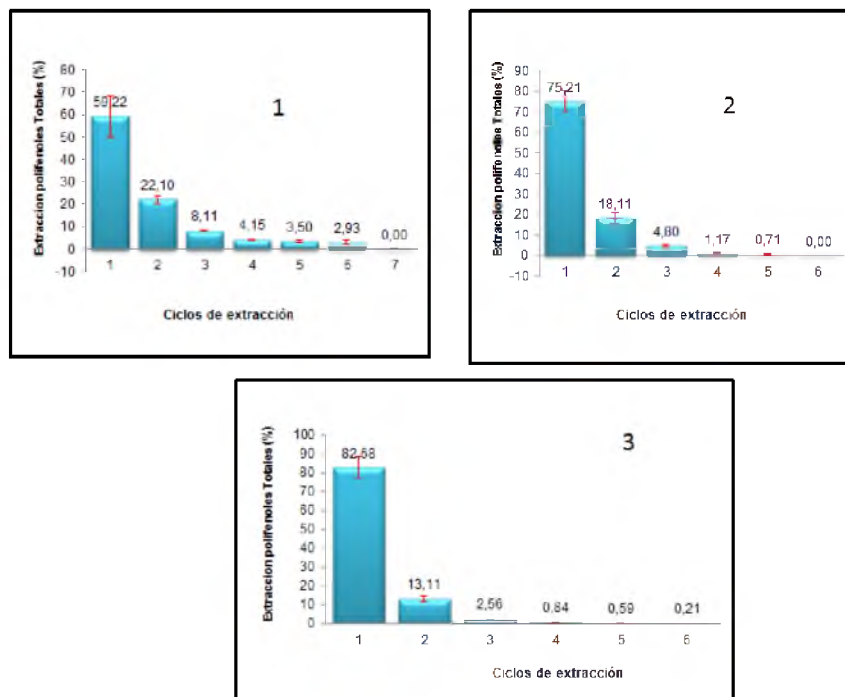


Figura 6. Resultados del ensayo de recuperación de los polifenoles totales en las muestras liofilizadas de: (1) arazá. (2) naranja. (3) tomate de árbol

Observando los resultados de la Figura 6, se estableció que para el caso del arazá se requieren 6 ciclos de extracción de 3 minutos por vortex y 5 minutos en baño ultrasonido para obtener el 100% de recuperación de los polifenoles, para la naranjilla se requiere 4 ciclos de extracción para obtener el 99,29% y finalmente para tomate de árbol se requiere 5 ciclos de extracción para obtener el 99,79%.

Con estos resultados se determinó que el método es robusto presenta la exactitud y precisión adecuada para el nivel de concentración medido.

Adaptación del método para análisis de flavonoides totales

Para el análisis de flavonoides totales se realizó la extracción de los analitos de cada fruta (arazá, tomate de árbol y naranjilla) con una solución de metanol/agua/ácido fórmico 70/30/0,1 v/v/v mediante agitación por vortex a alta velocidad y posterior proceso de extracción por baño ultrasonido. El extracto se centrifugo a alta velocidad y una alícuota del mismo se hizo reaccionar con una solución de cloruro de aluminio en medio básico, formando un cromóforo de color rosado en el cual se determinó la absorbancia a 490 nanómetros en un espectrofotómetro Uv-visible.

Linealidad

Dentro de la estandarización del método se realizó el estudio de linealidad, para lo cual se preparó un set de estándares de catequina de concentración entre 0 a 100 ppm por triplicado en tres días diferentes, con las curvas obtenidas se realizó el estudio de regresión lineal y se determinó la curva promedio del método.

En el Cuadro 14, se presenta los resultados obtenidos en el estudio en cada uno de los días evaluados en el laboratorio.

Cuadro 14. Resultados del estudio de regresión lineal para el método de análisis de flavonoides totales en las tres frutas en estudio

Parámetro	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	Promedio
m (pendiente)	0,0026	0,0032	0,0038	0,0032
Lo (ordenada al origen)	0,0711	0,0680	0,0664	0,0685
Sy,x (error típico)	0,0081	0,0045	0,0073	0,0067
sm (Desv st pendiente)	0,0001	0,0000	0,0001	0,0001
SLo (Desv. St ordenada)	0,0050	0,0028	0,0045	0,0041
t (student)	2,5706	2,5706	2,5706	2,5706
m(min)	0,0024	0,0031	0,0035	0,0030
m(máx)	0,0029	0,0033	0,0040	0,0034
Lo (min)	0,0583	0,0608	0,0549	0,0580
Lo (máx)	0,0839	0,0751	0,0780	0,0790
r ²	0,9943	0,9988	0,9977	0,9970
tr _{obtenido}	29,629	64,757	46,748	47,0447
tr _{tabla}	2,45	2,45	2,45	2,45

El estudio de regresión lineal demuestran que la curva de calibración promedio presenta un coeficiente de correlación lineal r² de 0,9970, estableciéndose que existe una correlación lineal entre la absorbancia medida por el equipo y la concentración del estándar de catequina, de igual manera se evaluó estadísticamente mediante una prueba t- students para el coeficiente de

correlación r^2 demostrándose que el valor de $t_{\text{obtenido}} > t_{\text{tabla}}$ ($p < 0,05$), por lo cual se confirmó que existe una correlación lineal significativa entre x (concentración mg/L) y Y (absorbancia).

En la Figura 7, se presenta la curva de calibración promedio con la cual se realizará la cuantificación del contenido de flavonoides totales para las tres matrices: arazá, tomate de árbol y naranjilla.

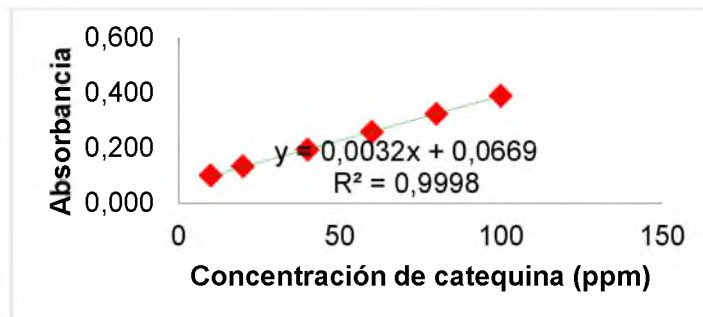


Figura 7. Curva de calibración promedio para la cuantificación de flavonoides totales en naranjilla, arazá y tomate de árbol

Precisión

Para determinar la precisión del método, se realizó el análisis de una muestra liofilizada de arazá, naranjilla, tomate de árbol, con 6 repeticiones siguiendo el método completo, y se determinó la desviación estándar y el coeficiente de variación, resultados que se presentan en el Cuadro 15.

Cuadro 15. Resultados del análisis de precisión del Método de análisis de flavonoides totales en muestra liofilizada de Arazá, Tomate de Árbol y Naranjilla

	Tomate de Árbol	Naranjilla	Arazá
MUESTRA	mg/100g		
	10178,52	987,1	301,73
2	9916,42	943,0	319,03
3	10048,50	953,6	344,49
4	10342,01	954,1	362,03
5	10945,70	1050,8	344,60
6	10398,96	1060,8	318,82
Promedio	10305,0	991,6	331,78
Des. Estandar Coef.	361,52	52,04	22,25
Variación	3,51	5,25	6,71

Observando los resultados se estableció que el error máximo obtenido en el ensayo de repetibilidad fue de 3,5 a 6,71%, para las tres matrices en estudio, los mismos que están dentro de los límites permitidos para la concentración medida (mg/100g) de acuerdo a la ecuación de Horwitz, por lo cual el método tiene la precisión adecuada para realizar el análisis.

Exactitud

Para el análisis de exactitud como porcentaje de recuperación se realizó la determinación del número de ciclos de extracción necesarios para obtener el 100% de rendimiento de extracción

de flavonoides en cada una de las matrices estudiadas, utilizando como solvente de extracción una solución de metanol/agua/ácido fórmico 70/30/0,1 v/v/v, presentado en la Figura 8.

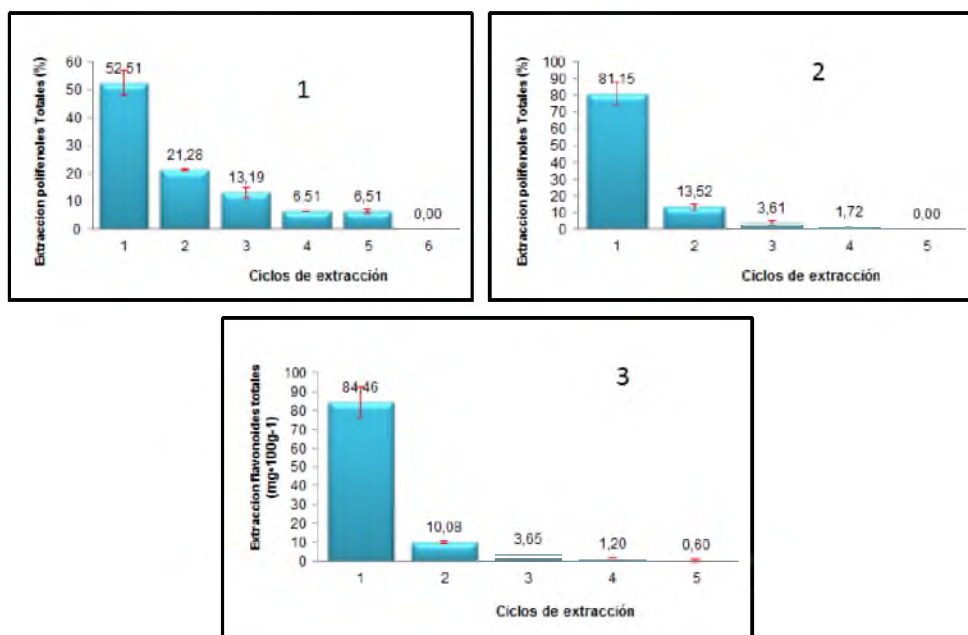


Figura 8. Resultados del ensayo de recuperación de los flavonoides totales para las muestras liofilizadas de: (1) arazá. (2) naranjilla. (3) tomate de árbol

Observando los resultados de la Figura 8, se estableció que para el caso del arazá se requieren 5 ciclos de extracción de 3 minutos por vortex y 5 minutos en baño ultrasonido para obtener el 100% de recuperación de los flavonoides, para la naranjilla y el tomate de árbol se requiere 4 ciclos de extracción para obtener el 100% de los analitos.

Con estos resultados se determinó que el método es robusto puesto que tiene la precisión y la exactitud adecuada para las concentraciones medidas.

Adaptación del método para Antocianinas Totales

El método de análisis de antocianinas se adaptó para muestras de tomate de árbol, en el caso de naranjilla y arazá no se probó pues son frutas con color de pulpa y cascara de amarillo a verde, por lo cual los contenidos son bajos o no detectables.

La extracción de antocianinas de la muestra de tomate de árbol se realizó con una solución buffer fosfato a pH 1 y pH 4,5 y posteriormente se determinó la absorbancia a dos longitudes de onda 510 y 700 nm. En este método se calcula la concentración de antocianinas por diferencia de las absorbancias a pH 1 y pH 4,5 y el cálculo con el coeficiente de absorbitividad molar de la cianidina-3-gucosido. En este método no se utiliza curvas de calibración por lo cual se evaluó solamente la exactitud y precisión.

Precisión

Para determinar la precisión del método, se realizó el análisis de una muestra liofilizada de tomate de árbol con 6 repeticiones siguiendo el método completo, y se determinó la desviación estándar y el coeficiente de variación, resultados presentados en el Cuadro 16.

Cuadro 16. Resultados del análisis de precisión del método de análisis de Antocianinas Totales en muestra liofilizada de tomate de árbol

Muestra	Antocianinas Totales mg/100g
1	349,23
2	344,34
3	345,39
4	345,05
5	339,99
6	341,13
PROMEDIO	344,19
DES. ESTANDAR	3,31
COEF. VAR.	0,96

Observando los resultados se estableció que el error máximo obtenido en repetibilidad fue de 0,96%, el mismo que está dentro de los límites permitidos para la concentración medida (mg/100g) de acuerdo a la ecuación de Horwitz, por lo cual el método tiene la precisión adecuada para realizar el análisis.

Exactitud

Para el análisis de exactitud como porcentaje de recuperación se realizó la determinación del número de ciclos de extracción necesarios para obtener el 100% de rendimiento de extracción de Antocianinas de la muestra liofilizada de tomate de árbol, presentada en la Figura 9.

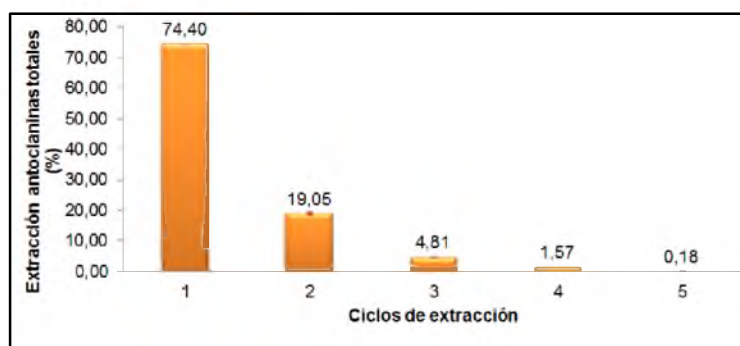


Figura 9. Resultados del ensayo de recuperación de Antocianinas Totales en la muestra de tomate de árbol

Observando los resultados de la Figura 9, se estableció que se requieren 4 ciclos de extracción para obtener el 99,82% de recuperación de las antocianinas totales del tomate de árbol, por lo cual se pudo demostrar que el método es robusto y que permite cuantificar de una manera confiable el contenido de estas biomoléculas.

Adaptación del método para Carotenoides Totales

La metodología para determinar el contenido total de carotenoides se adaptó para muestras de arazá y naranjilla pues son frutos con colores característicos amarillos, en el caso del tomate árbol para este estudio se utilizó el ecotipo mora ecuatoriana que se caracteriza por color de pulpa morado a rojizo por lo cual el contenido de carotenoides es mínimo o no detectable.

La extracción de este tipo de biomoléculas se realizó con una solución de hexano/etanol/acetona 50/25/25 v/v/v por agitación en vortex a alta velocidad y ultrasonido. En el extracto obtenido se determinó la absorbancia a 450 nm en un espectrofotómetro Uv-visible y se calculó la concentración directamente utilizando el coeficiente de extinción molar del β -caroteno.

Precisión

Para determinar la precisión del método, se realizó el análisis de una muestra liofilizada de naranjilla y de arazá con 6 repeticiones siguiendo el método completo, y se determinó la desviación estándar y el coeficiente de variación, resultados presentados en el Cuadro 17.

Cuadro 17. Resultados del análisis de precisión del Método de análisis de Carotenoides Totales en muestra liofilizada de arazá y naranjilla

MUESTRA	Arazá	Naranjilla
	μg /g	
1	19,9	31,04
2	20,4	30,81
3	20,2	31,25
4	20,3	31,04
5	21,0	30,81
6	20,6	31,25
Promedio	20,41	31,03
Des. Estandar	0,37	0,20
Coef. Variación	1,80	0,63

Observando los resultados se estableció que el error máximo obtenido en el ensayo de repetibilidad fue de 0,63 y 1,80%, para naranjilla y arazá respectivamente, los mismos que están dentro de los límites permitidos para la concentración medida (μg/g) de acuerdo a la ecuación de Horwitz, por lo cual el método tiene la precisión adecuada para realizar el análisis.

Exactitud

Para el análisis de exactitud como porcentaje de recuperación se realizó la determinación del número de ciclos de extracción necesarios para obtener el 100% de rendimiento de extracción de los carotenoides en cada una de las matrices estudiadas para esta investigación. (Figura 10)

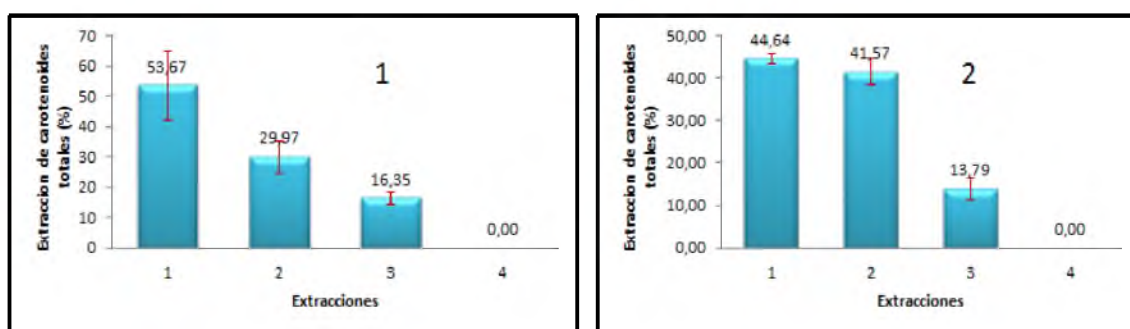


Figura 10. Resultados del ensayo de recuperación de carotenoides totales en muestra de: (1) arazá. (2) naranjilla

Observando los resultados de la Figura 10, se estableció que para el caso del arazá y naranjilla se requieren 3 ciclos de extracción de 3 minutos por vortex y 5 minutos en baño ultrasonido para obtener el 100% de recuperación de los carotenoides.

Con estos resultados se determinó que el método es robusto puesto que presenta la precisión y exactitud adecuada para el nivel de concentración medido.

Segunda Fase: Evaluación del efecto de atmósferas modificadas sobre el contenido de antioxidantes de las tres frutas en estudio

Utilizando las metodologías validadas, se evaluará el efecto del proceso de 5 atmósferas modificadas sobre la vida útil de las frutas en estudio, estos resultados se están ejecutando y finalizarán en el año 2018.

Conclusiones

- Se ha adaptado la metodología analítica para determinar el contenido de polifenoles totales, carotenoides totales, flavonoides totales y antocianinas totales en tres matrices diferentes: tomate de árbol, naranjilla y arazá.
- Los métodos adaptados presentan criterios de calidad que permiten evaluar los ensayos correspondientes con seguridad, con la finalidad de publicar los resultados obtenidos.
- Los estudiantes están capacitados para la evaluación de estos antioxidantes en cada una de las matrices correspondientes a su tesis y podrán trabajar en la segunda etapa del proyecto.

Recomendaciones

Se recomienda realizar este proceso de validación de protocolos de ensayo en laboratorio que permitan obtener resultados confiables y que puedan ser comparados con estudios a nivel internacional y poder publicar los trabajos sin objeción técnica.

Referencias

- Aguilera-Otíz, M., Reza-Vargas, M. C., Chew-Madinaveita, R. G., y Meza-Velázquez, J. A. (2011). Propiedades funcionales de las antocianinas *BIOtecnia*, 13(2), 16-22.
- Andrade, F., y Chong, L. (2001). *Exportación de Naranjilla en conserva hacia los Estados Unidos y su efecto en la economía ecuatoriana*. Facultad de Economía y Negocios. Escuela Superior Politécnica del Litoral. Guayaquil, Ecuador.
- Benkeblia, N., Tennant, D., Jawandha, S. K., y Gill, P. S. (2011). Preharvest and harvest factors influencing the postharvest quality of tropical and subtropical fruits *Postharvest Biology and Technology of Tropical and Subtropical Fruits* (pp. 112-142): Woodhead Publishing.
- Carrillo, M., Hernández, M. S., Jiménez, P., Cardona, J., Barrera, J., Peña, L., y Fernández-Trujillo, J. P. (2009). Calidad e innovación en la cadena de valor de frutales nativos, arazá y copoazú Fortalecimiento de la cadena de frutales en la Amazonia suroccidental. In M. d. A. d. C. e. I. A. d. I. C. SINCHI (Ed.), (pp. 55-76). Bogotá DC, Colombia.
- Casierra-Posada, F., García, E. J., y Lüdders, P. (2004). Determinación del punto óptimo de cosecha en el lulo (*Solanum quitoense* Lam. var. *quitoense* y *septentrionale*). *Agron. Colomb*, 22(1), 32-39.
- Castañeda, A. (2000). Biología floral y caracterización morfológica de 6 ecotipos de araza (*Eugenia stipitata* McVaugh) en el Departamento del Caquetá. .
- Fernández-Trujillo, J. P., Hernández, M. S., Carrillo, M., y Barrera, J. (2011). Arazá (*Eugenia stipitata* McVaugh) *Postharvest biology and technology of tropical and subtropical fruits* (Vol. 2, pp. 98-17). Cambridge (United Kingdom): Woodhead Publishing Limited.
- García-Cruz, L., Valle-Guadarrama, S., Salinas-Moreno, Y., y Luna-Morales, C. C. (2016). Postharvest quality, soluble phenols, betalains content, and antioxidant activity of *Stenocereus pruinosus* and *Stenocereus stellatus* fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 111, 69-76. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.postharvbio.2015.07.004>

- Gonzalez-Aguilera, G. A., Villa-Rodrigueza, J. A., Ayala-Zavalaa, J. F., y Yahia, E. M. (2010). Improvement of the antioxidant status of tropical fruits as a secondary response to some postharvest treatments. Review. *Trends in Food Science & Technology*, 21(1), 475-482.
- Hernández, M. S., Barrera, J., y Carrillo, M. (2006). Arazá: origen, fisiología de conservación.
- Hernández, M. S., Barrera, J. A., Fernández, J. P., Carrillo, M. P., y Bardales, X. L. (2007). Manual de manejo de cosecha y postcosecha de frutos de Arazá (*Eugenia stipitata*) en la amazonía colombiana. Bogota-Colombia.
- Hernández, M. S., Barrera, J., Martínez, O., y Fernández-Trujillo, J. P. (2009). Postharvest quality of arazá fruit during low temperature storage. *LWT - Food Science and Technology*, 42(4), 879-884. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.lwt.2008.11.009>
- Kader, A., y Yania, E. M. (2011). Postharvest biology of tropical and subtropical fruits. In E. M. Yania (Ed.), *Postharvest biology and technology of tropical and subtropical fruits* (Vol. 1). Cambridge, United Kingdom: Woodhead Publishing Limited,.
- Liang, L., Wu, J., Zhao, T., Zhao, J., Li, F., Zou, Y., Mao, G., y Yang, L. (2012). In vitro bioaccessibility and antioxidant activity of anthocyanins from mulberry (*Morus atropurpurea* Roxb.) following simulated gastro-intestinal digestion. *Food Research International*, 46(1), 76-82. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2011.11.024>
- Mena, N. (2010). *Determinación de índices de madurez para la cosecha y conservación al ambiente, del arazá (Eugenia stipitata) y Borojó (Borojoa patinoi)*. (Ingeniero Agroindustrial), Escuela Politécnica Nacional (EPN), Quito, Ecuador.
- Peña, A. C., González, M. L., Hernández, M. S., Novoa, C., Quicazán, M. C., y Fernández-Trujillo, J. P. (2011). Evaluación del comportamiento del fruto de arazá (*Eugenia stipitata* Mc Vaugh) en las operaciones de acondicionamiento húmedo poscosecha. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 1(2), 182-188.
- PROECUADOR. (2014). Análisis sectorial frutas exóticas 2014. In I. d. P. d. E. e. Inversiones (Ed.), *Ministerio de Comercio Exterior*. Quito-Ecuador
- Quevedo, E. (2005). Aspectos agronómicos sobre el cultivo del arazá (*Eugenia stipitata* McVaugh) , frutal promisorio de la amazonia colombiana. *Agronomía Colombiana*, 12(1), 27-65.
- Schotsmans, W. C. (2011). Tamarillo (*Solanum betaceum* Cav.). In Woodhead Publishing Limited (Ed.), *Postharvest biology and technology of tropical and subtropical fruits* (pp. 427-442).

10.4. SISTEMA DE CALIDAD, PRODUCCIÓN Y SERVICIOS

10.4.1. SERVICIO DE ANÁLISIS BROMATOLÓGICO, CALIDAD NUTRICIONAL Y AGROINDUSTRIAL DE ALIMENTOS

Actividades Planificadas	
Actividad	Indicador de la Actividad
Servicio de análisis bromatológico, calidad nutricional y agroindustrial de Alimentos.	Analizar 1.500 muestras de clientes internos (investigación) y externos. Realizar un ingreso de USD \$ 70.000 por los análisis realizados. Mantener un sistema de gestión de la calidad y requisitos técnicos en función de la Norma ISO/IEC17025 en el laboratorio LSAIA
Director EESC:	David Galarza ^{I-IX 2017} , Luis Ponce ^{X-XII 2017}
Responsable Departamento:	Beatriz Brito
Responsable Técnico:	Iván Samaniego

Colaboradores:	Responsable de Calidad: Bladimir Ortiz Analista: Carmen Rosales Analista: Eder Ocaña (I-VIII) Verónica Arias (X-XII) Secretaria: Soraya Carvajal Asistente de Laboratorio.: Rocío Suntaxi
----------------	--

Antecedentes

El Departamento de Nutrición y Calidad del INIAP cuenta con un laboratorio para el análisis de las características físico-químicas y funcionales de los alimentos frescos y procesados, destinados al consumo humano y animal. El análisis de contaminantes naturales en alimentos, particularmente el análisis de micotoxinas, se realiza con el propósito de contribuir a que la población pueda conseguir un aprovechamiento óptimo en la producción animal y agrícola y prevenir el efecto nocivo de agentes tóxicos en los consumidores, así como los problemas con el mercado internacional que es muy exigente respecto a la calidad e inocuidad de los alimentos.

Objetivos

Apoyar de manera permanente al sector agropecuario del país, mediante la oferta y servicio de análisis en calidad de alimentos, en sus áreas de investigación, producción y comercialización.

Mejorar las metodologías existentes y adaptar las que sean necesarias para satisfacer los requerimientos de la investigación y del servicio a usuarios externos.

Aseguramiento de la calidad de resultados mediante la participación en Redes Ínter laboratorios a nivel local y regional.

Contribuir a la Autogestión Institucional, mediante la generación de recursos financieros por la venta de servicios a terceros.

Ingresar en el sistema de Laboratorios Acreditados, mediante la certificación del Laboratorio.

Metodología

La oferta de servicio de análisis al público se realiza en diversos tipos de muestras como: suplementos nutritivos, tejidos biológicos, residuos de agroindustria, mezcla de ingredientes, pastos y forrajes, materias primas y muestras provenientes de los trabajos de investigación generados dentro y fuera del Instituto.

Los métodos de análisis aplicados, son los vigentes en el Manual de Métodos del Laboratorio de Servicio de Análisis e Investigación en Alimentos (LSAIA), realizando una actividad permanente de adaptación y desarrollo de nuevas metodologías, de acuerdo a los requerimientos de los usuarios.

Resultados

Servicio de Análisis de Laboratorio

La distribución del ingreso de muestras durante el año 2017, de acuerdo a su procedencia se presenta en el Cuadro 18.

Cuadro 18. Distribución de muestras ingresadas al laboratorio de acuerdo al origen, 2017

USUARIO	No. DE MUESTRAS	%
PARTICULARES	1400	85,47
INVESTIGACIÓN (INIAP y convenios)	238	14,53
TOTAL	1638*	100

*Corresponde al número de muestras ingresadas

El ingreso de muestras procedentes de usuarios particulares representa un porcentaje del 85,47% mientras que el 14,53% restante corresponden al ingreso de los diferentes proyectos de investigación de Programas, Departamentos del INIAP y convenios de investigación con otras instituciones.

En el Cuadro 19, se indica un desglose del número de muestras por análisis solicitado, identificando también su procedencia; esto permite identificar las áreas de mayor demanda y otras que deberían ser analizadas su pertinencia dentro de la oferta de servicios a futuro.

Cuadro 19. Detalle del número de análisis realizados en el laboratorio durante el año 2017

MUESTRAS	1638
ANALISIS	6198
Humedad (Ps)	1048
Humedad (TCO)	389
Cenizas	832
Extracto Etéreo	227
Proteína y Nitrógeno	424
Fibra	259
F.D.N.	107
F.D.A.	73
Lignina	27
Esquema de Van Soest	27
pH	130
Vitamina C	1
Energía Metabolizable	11
Energía Digerible	10
Energía Bruta	10
DIVMS	76
Teobromina	22
Cafeína	24
<u>Polifenoles</u>	244
Amilosa	5
Azucares totales	12
Azucares reductores	49
Digestibilidad in-vivo	101
Ca	119
P	101
Mg	58
K	66
Na	73
Cu	52
Fe	58
Mn	439

Zn	54
S	63
Minerales totales	141
Proximal	211
Cobalto	61
Ocratoxina A	3
Carotenoides	238
Almidón	5
Flavonoides	250
Antocianinas	80
Capacidad Antioxidante	10
Amilopectina	5
Ácidos Grasos	3
Acidez Titulable	2
TOTAL DE ANÁLISIS	6198

En la Figura 11, se presenta la tendencia del número de muestras ingresadas al laboratorio en el periodo correspondiente a los años 2010 al 2017.

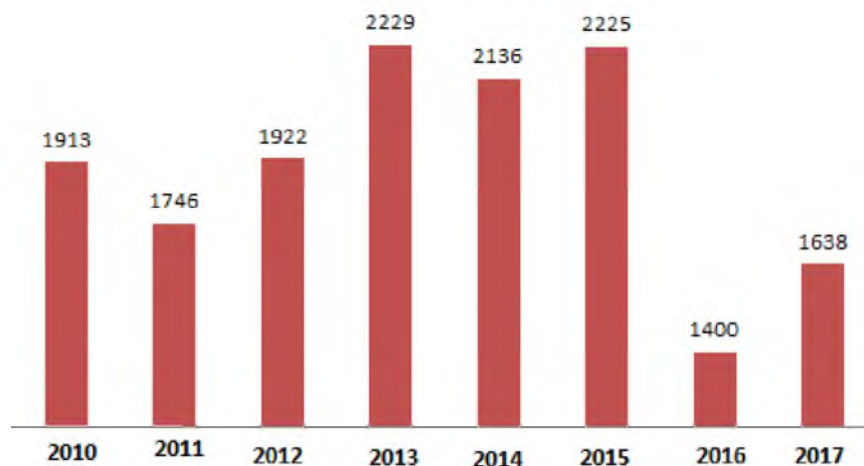


Figura 11. Distribución del ingreso de muestras en LSAIA periodo 2010-2017

Observando los datos de la Figura 11, se establece que desde al año 2010 al 2015 se ha venido evidenciando un ingreso en el laboratorio que varió entre 1900 a 2200 muestras, mientras que para el año 2016 y 2017 (1400 a 1638 muestras) se observa una disminución del ingreso de muestras, cabe recalcar que estos años se tuvo problemas técnicos de funcionamiento, el equipo analizador de proteína estuvo 7 meses fuera de servicio, por lo cual se restringió el ingreso de muestras en ciertos periodos, y se ha observado que por la situación económica del país los clientes han indicado que solo están realizando los análisis más prioritarios, además este año no ha existido mucho ingreso por Clientes Internos de INIAP por los escasos presupuestos para proyectos de investigación.

En el año 2017, se ha registrado un ingreso a la Cuenta de Producción de la Estación Experimental Santa Catalina, de 43.457,70 \$ USA en dinero y 15.637,52 \$ USA en insumos para trabajar en el servicio, dando un total de ingreso de 59.095,22 \$ USA. En la Figura 12, se presenta el movimiento de ingreso económico mensual por venta de servicios a terceros.

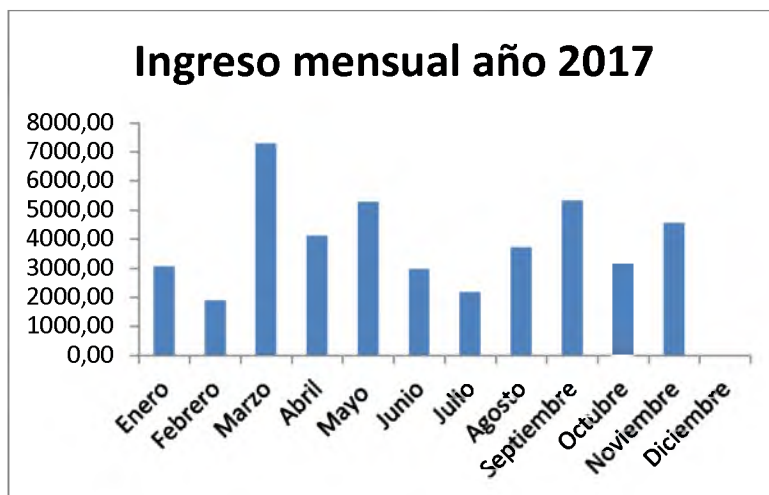


Figura 12. Distribución de ingreso mensual por servicios de análisis, año 2017 (Ingreso en dinero efectivo)

De acuerdo a la Figura 12, se observa un mayor ingreso para los meses de marzo, mayo y septiembre, cabe resaltar que en el mes de noviembre se observó un incremento en el ingreso por muestras que entregaron diferentes empresas y universidades, quienes solicitaron se entregue los resultados antes de fin de año.

En la Figura 13, se presenta la tendencia de ingresos por servicios de análisis en el periodo comprendido entre los años 2010 al 2017.

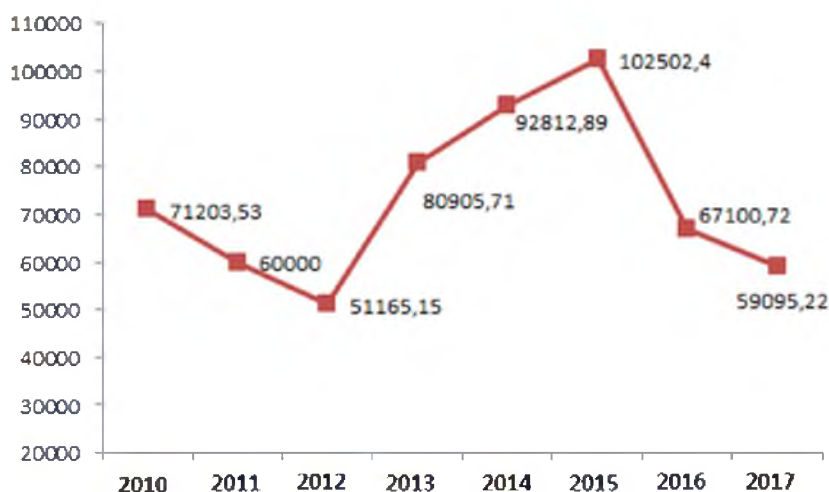


Figura 13. Tendencia de ingresos por servicio de análisis en el periodo 2010 al 2017

En la Figura 13, se presenta la tendencia del ingreso por servicios de análisis a cuenta de la Estación Experimental Santa Catalina, en donde se puede establecer que el ingreso por servicios prestados ha sido superior a los \$ 55.000 en los últimos cinco años, en el 2017 se ha observado una disminución de ingreso por asuntos técnicos (daño de equipos) y por la situación económica global de las instituciones que son clientes del laboratorio.

Durante el 2017, no ha existido reinversión por servicios de análisis, esta situación es crítica pues no se tiene un presupuesto definido que permita programar mantenimientos, compra de insumos, calibraciones de equipos, entre otros, lo que implica una atención deficiente, que

influyó en no recibir muestras o retardar los procesos de entrega de resultados, afectando en el servicio global y la satisfacción de los clientes. Desde hace cinco años se espera adquirir un analizador de fibra, pues el equipo con el que se trabaja en el laboratorio ha llegado al final de su vida útil.

Para los análisis realizados para clientes internos y externos por el área de servicios se han emitido 289 proformas y 244 informes. Además, de la oferta de servicios, también se ha trabajado con los proyectos de investigación que lleva el departamento y otras instituciones bajo los siguientes temas: “Caracterización del perfil de polifenoles en cacao CCN 51 producido en las principales zonas productoras del Ecuador. “Efecto de la aplicación de atmósferas modificadas sobre la composición bioquímica y la vida útil de arazá, naranjilla y tomate de árbol” convenio INIAP-UTA. El entrenamiento de practicantes y tesis en los análisis que deben realizar dentro del plan que cada uno de ellos ejecuta, apoyo en los diferentes aspectos analíticos en cada uno de estos proyectos.

Mantenimiento del Sistema de Gestión de Calidad y Requisitos Técnicos para acreditación del laboratorio con la Norma ISO/IEC 17025.

Durante el año 2017 se ha trabajado en el mantenimiento de la Acreditación del Laboratorio por el Servicio Ecuatoriano de Acreditación (SAE), para lo cual se gestionó por el órgano regular los recursos financieros para realizar los trabajos de calibración de equipos y materiales de laboratorio, mantenimiento de condiciones ambientales, la realización de la Auditoría Interna y Externa del laboratorio.

La Auditoría Interna se realizó en el mes de abril, con la empresa Kwoliteil, a cargo de la Lcda. Ana Isabel Armijos en calidad de evaluador líder, habiéndose encontrado dos No Conformidades, las que fueron corregidas y se enviaron los documentos respectivos para la evaluación por el organismo de acreditación.

De igual manera se realizó el 22 de Mayo, la Evaluación Externa por el Servicio de Acreditación Ecuatoriano SAE teniendo como evaluador Líder al Dr. Edgar Espinosa, en la misma se encontraron dos No Conformidades referentes al cierre de comentarios de la auditoría interna 2016 y el control de temperatura en el equipo baño maría, inmediatamente se realizó este trabajo y se procedió a enviar la documentación correspondiente para la evaluación del organismo, habiéndose obtenido la respuesta positiva, manteniéndose la acreditación del laboratorio.

En general las evaluaciones fueron positivas demostrándose la competencia técnica y de gestión de la calidad por parte del equipo técnico del laboratorio, habiéndose logrado mantener un año más la acreditación.

La Responsable del Departamento y el Personal del Laboratorio, se capacitaron y aprobaron el Curso-Taller Norma NTE INEN ISO/IEC 17025 “Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y de calibración y criterios de acreditación del Servicio de Acreditación Ecuatoriano”.

Conclusiones

Se han atendido los requerimientos de usuarios externos (investigadores, agricultores, estudiantes, extensionistas, industriales, etc.) con el análisis de 1.638 muestras, en las que se realizaron 6.198 diferentes tipos de análisis.

La generación de recursos para la Institución, mediante el servicio prestado a usuarios externos e internos, alcanzó un ingreso de \$ 59.095,22 USA.

Se ha logrado el mantenimiento del Sistema de Gestión de la Calidad y requisitos Técnicos del laboratorio mediante la norma ISO/IEC 17025, por lo cual el laboratorio LSAIA sigue acreditado por el Servicio de Acreditación Ecuatoriano SAE.

Recomendaciones

Para fortalecer el servicio de análisis del laboratorio, se requiere que exista un porcentaje de la reinversión de los ingresos económicos por los servicios prestados.

Contar con un presupuesto definido, que se realicen las gestiones a todo nivel, para obtener recursos con los cuales el laboratorio se fortalezca, caso contrario al corto plazo se tendrá mayores problemas de funcionamiento.

10.5. ACTIVIDADES EJECUTADAS POR LOS INVESTIGADORES

- Expertos Técnicos para la Acreditación de los laboratorios de AGROCALIDAD.

Por solicitud del Servicio de Acreditación Ecuatoriano SAE y con delegación Institucional, el Dr. Iván Samaniego participó en la evaluación *in situ* del laboratorio de Calidad de Fertilizantes y la comisión de acreditación para definir la competencia técnica del laboratorio de Calidad de Fertilizantes. Es parte del Convenio INIAP - SAE.

- INEN, Miembros del Comité Técnico de Normalización y el Comité Nacional Espejo, para la revisión y estructuración de normas, nacionales e internacionales.

Participación de los investigadores a nombramiento y contrato en los temas relacionados a la experticia del departamento, por delegación oficial del Director Ejecutivo del INIAP, las normativas se revisan en varias reuniones hasta que salen aprobadas en consenso.

Comité Nacional Espejo: Cacao, participa el Dr. Iván Samaniego. Gestión de la Calidad para la Seguridad Alimentaria, participa la Ing. Beatriz Brito.

Comité Nacional del Código de la Alimentación, Sub comité del Codex sobre frutas y hortalizas elaboradas, participa la Ing. Beatriz Brito.

- Subcomités del Código Alimentario del Ecuador-CODEX ALIMENTARIUS. AGROCALIDAD.

Participación por delegación oficial en la revisión y socialización de normas, elaboración de propuestas país, organizado por AGROCALIDAD:

- Frutas y Hortalizas Frescas: Ing. Beatriz Brito (Principal), Ing. William Viera (Alternó).
- Residuos de Plaguicidas: Ing. Francisco Báez (Principal), Dr. Iván Samaniego (Alternó).
- Contaminantes de los Alimentos: Dr. Iván Samaniego (Principal), Quím. Eder Ocaña (Alternó).
- Cereales, Legumbres y Leguminosas: Ing. Elena Villacrés (Principal), Ing. Nelson Mazón (Alternó).

Desarrollo de una propuesta de investigación científica para el Control del DEET en cacao, participan el Dr. Iván Samaniego y el Ing. James Quiroz.

Estudio de la propuesta de Norma del Codex para el Grano de Quinoa, participa la Ing. Elena Villacrés.

Reunión sobre Seguridad Alimentaria y Nutrición para las Américas, Desafíos y Oportunidades para este Siglo, participa la Ing. Beatriz Brito.

- Miembros de Comités Internos del INIAP, delegaciones oficiales a reuniones técnicas internas y externas a la institución.

Participación como miembro de los Comités: Técnico y Publicaciones de la EESC. Delegados del INIAP a reuniones técnicas, elaboración de informes y actas oficiales.

Reunión y visita técnica a las instalaciones de la Empresa PLANHOFA en Ambato, invitación del Ing. Patricio Velasco–Presidente, Econ. Hernán Pico-Vicepresidente y el Gerente. Interés por los productos y procesos desarrollados en las investigaciones del INIAP sobre procesamiento de las frutas. 19 diciembre. Participan: Ing. Beatriz Brito, Dr. Iván Samaniego.

Reunión para presentar las estrategias sobre nutrición para la población ecuatoriana, así como los resultados de las investigaciones sobre valor agregado y procesamiento de alimentos del INIAP. Solicitud del Despacho del MAG, 20 septiembre. Quito. Ing. Beatriz Brito.

FAO. Consulta Nacional sobre Sistemas Alimentarios Sostenibles para la Alimentación Saludable en Ecuador. 21 Agosto. Quito. Ing. Elena Villacrés.

FAO. Seguridad Alimentaria y Nutrición, Agricultura Familiar y Desarrollo Rural y Manejo de Recursos Naturales y Cambio Climático, que se encuentran dentro del Marco Nacional de Prioridades 2018 – 2021. Quito. Ing. Elena Villacrés.

PROCITROPICOS. Taller de Coordinación para la Implementación del PMP 2015-2018. Tema: Seguridad Alimentaria y Nutricional. 10 Octubre. Ing. Elena Villacrés.

MAG. Participación en la Mesa Provincial del Chocho. 11 y 18 de octubre. Ing. Elena Villacrés.

- Participación en la elaboración de videos, entrevistas en medios de difusión

Participación con el NAT-EESC en la elaboración de tres videos: "Valor agregado del maíz negro", "El valor nutritivo del chocho, "Elaboración de malta y cerveza artesanal". Ing. Elena Villacrés, Ing. María Quelal.

Entrevista para un reportaje del proyecto "Estudio de la conservación de los recursos fitoterapéuticos ancestrales para su aprovechamiento sostenible". Coordinación de Relacionamento Público-Privado de Transferencia, SENESCYT. 12 junio. Ing. Beatriz Brito.