



# ALIMENTOS

CIENCIA E INGENIERÍA  
VOLUMEN 24 (1) - JUNIO 2016  
ISSN 1390-2180



FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS  
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO



Diseño de portada:

Andrea Lara C. Lara Saltos / Cel.: 0998688779 / e-mail: kandicelara@yahoo.com

Diagramación e Impresión:



(03) 2 820060 | 2 821938  
megagraf\_diseño@hotmail.com

# ALIMENTOS

CIENCIA E INGENIERÍA

Revista de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos  
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
Vol. 24 (1) - 2016





# EDITORIAL

Estimados lectores,

La Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos de la Universidad Técnica de Ambato, tiene el agrado de presentar el volumen 24 (1) de la Revista Alimentos, Ciencia e Ingeniería.

Al igual que otras disciplinas del conocimiento humano, la ciencia y tecnología en alimentos tiene un continuo desarrollo, mediante la utilización de diferentes materias primas y procesos que permiten la obtención de nuevos productos, muchos de ellos con claras posibilidades de satisfacer los requerimientos de un mercado consumidor cada vez más demandante de productos que motiven sus sentidos y contribuyan a mejorar su salud.

Los artículos incluidos en este número presentan un uso innovador para el mucilago de chía y goma guar en la elaboración de mayonesa, un estudio para determinar el efecto del extracto de manguiferina en la oxidación de aceites vegetales, se muestra una alternativa para mejorar el tiempo de vida útil de fresa mediante el uso de un recubrimiento comestible a base de gelatina y ácido cítrico, se analiza el efecto de un estabilizante y de la crema de leche en el comportamiento reológico de mezclas para la producción de uvilla y la evaluación de una muestra de yogur tipo II enriquecido con amaranto cocido.

Apreciados investigadores, aprovecho este espacio para agradecerles por sus valiosas contribuciones científicas en este número, a la vez que deseo motivar a que cada vez más profesionales continúen enviando los resultados de sus trabajos de investigación, para que sean publicados en nuestra revista. A este respecto, para beneficio de sus lectores y, especialmente, autores contribuyentes, me complace anunciar la inclusión de la revista en el Catálogo de Latindex, con efecto desde el número de diciembre de 2014. Quiero felicitar desde aquí a todas las personas que lo han hecho posible, estando segura de que la revista seguirá creciendo en madurez y se consolidará como un referente en el espacio científico ecuatoriano.

Cordialmente,

Dra. Jacqueline Ortiz Escobar  
Decana FCIAL - UTA



## TABLA DE CONTENIDOS

**DESCRIPCIÓN**

*Pag. 03*

**AUDIENCIA**

*Pag. 03*

**INDEXACIÓN**

*Pag. 03*

**DIRECTORIO**

*Pag. 03*

**COMITÉ EDITORIAL**

*Pag. 03*

**ISSN**

*Pag. 03*

**TIRAJE**

*Pag. 03*

**CONVOCATORIA PRÓXIMO NÚMERO**

*Pag. 03*

**ARTÍCULOS DE INVESTIGACIÓN**

*Pag. 05*

**GUÍA PARA AUTORES**

*Pag. 69*

*Tipos de publicaciones*

*Principios generales*

*Proceso editorial*

*Formato*

*Contenido de los artículos de investigación*

*Contenido de los trabajos diferentes a los artículos de investigación*



## ALIMENTOS CIENCIA E INGENIERÍA

Revista de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos de la Universidad Técnica de Ambato

### DESCRIPCIÓN

---

La revista ALIMENTOS CIENCIA E INGENIERÍA (ACI) es una publicación semestral de artículos técnicos de Tesis de Grado, Trabajos Estructurados de Manera Independiente, Trabajos de Investigación realizados en la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos (FCIAL) de la Universidad Técnica de Ambato (UTA), así como contribuciones de otras Universidades e Instituciones con las cuales la Facultad mantiene convenios de cooperación mediante el intercambio científico y cultural con el propósito de contribuir en la búsqueda de respuestas adecuadas a las necesidades teórico-prácticas en materia de investigación, creación e innovación tecnológica.

### AUDIENCIA

---

La revista ACI cubre una amplia temática enmarcada en los ámbitos de la Ingeniería de Alimentos y la Biotecnología especialmente en su aspecto aplicado, orientándose a una audiencia compuesta por científicos del área de la química, bioquímica, microbiología y tecnología alimentaria, así como relacionados con la nutrición.

### INDEXACIÓN

---

Catálogo Latindex (desde Diciembre 2014)

### DIRECTORIO

---

**Dr. Galo Naranjo López**, Rector, Universidad Técnica de Ambato (Ecuador)  
**Dra. Adriana Reinoso Núñez**, Vicerrectora Académica, Universidad Técnica de Ambato (Ecuador)  
**MSc. Jorge León Mantilla**, Vicerrector Administrativo, Universidad Técnica de Ambato (Ecuador)  
**Dra. Jacqueline Ortiz Escobar**, Decana FCIAL, Universidad Técnica de Ambato (Ecuador)  
**Dra. Mayra Paredes Escobar**, Subdecana FCIAL, Universidad Técnica de Ambato (Ecuador)  
**Dr. Carlos Rodríguez Meza**, Director DIDE, Universidad Técnica de Ambato (Ecuador)

### COMITÉ EDITORIAL

---

#### *Editor*

**Dr. Ignacio Angós Iturgaiz**, Universidad Técnica de Ambato (Ecuador)

#### *Revisores internos*

**Dr. Milton Ramos Moya**, Universidad Técnica de Ambato (Ecuador)  
**Dra. Mirari Arancibia Soria**, Universidad Técnica de Ambato (Ecuador)  
**Dr. Orestes Darío López**, Universidad Técnica de Ambato (Ecuador)  
**Dr. Freddy del Pozo León**, Universidad Técnica de Ambato (Ecuador)  
**Dr. Ismael Carrillo Terán**, Universidad Técnica de Ambato (Ecuador)  
**Dra. Sandra Horvitz Szoichet**, Universidad Técnica de Ambato (Ecuador)

#### *Revisores externos*

**Dra. Pamela Jaramillo**, Secretaría Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación (Ecuador)  
**Dr. Borja Velásquez**, Universidad Politécnica de Valencia (España)  
**Dr. Juan Sebastián Ramírez**, Universidad del Valle (Colombia)  
**Dr. Khalid Ziani**, Ministerio de Industrias y Productividad (Ecuador)  
**Dr. Iñigo Arozarena Martincorena**, Universidad Pública de Navarra (España)  
**Dr. Gabriel Davidov Pardo**, University of Massachusetts-Amherst (EE.UU.)  
**MSc. Ximena Carrión Granda**, Universidad Pública de Navarra (España)  
**Dr. Bruno Iñarra**, AZTI Tecnalia (España)  
**Dra. Idoia Fernández Pan**, Universidad Pública de Navarra (España)  
**Dr. Luis Ramos Sánchez**, Universidad de Camagüey (Cuba)  
**Dr. Federico Gómez Galindo**, Universidad de Lund (Suecia)  
**Dr. Gustavo V. Barbosa-Cánovas**, Washington State University (EE.UU.)  
**Dra. Claudia Ochoa Martínez**, Universidad del Valle (Colombia)  
**Dra. María Fernanda Villacís**, Nestlé S.A. (Reino Unido)  
**Dra. Gloria Bobo García**, Universidad Pública de Navarra (España)  
**Dra. Gloria Serrano Bueno**, Instituto de Bioquímica Vegetal y Fotosíntesis, CSIC-Universidad de Sevilla (España)  
**Dra. Gemma Montalvo García**, Universidad de Alcalá (España)  
**Dr. Mauricio Mendoza García**, Universidad Autónoma de Bucaramanga (Colombia)

### ISSN

---

1390-2180 (Edición impresa)

### TIRAJE

---

350 ejemplares impresos en papel. Accesible online a través de:  
[http://fcial.uta.edu.ec/fcial3/index.htm#xl\\_xr\\_page\\_revistaaci](http://fcial.uta.edu.ec/fcial3/index.htm#xl_xr_page_revistaaci) (Formato FlippingBook / PDF)

### REVISTA ELECTRÓNICA

---

Accesible a través del link: <http://fcial.uta.edu.ec/revistas/> (En construcción)

### CONVOCATORIA PRÓXIMO NÚMERO

---

**Fecha límite para entrega de manuscritos:** 15 Septiembre 2016. **Publicación:** Diciembre 2016

**Dirección postal:** Secretaría de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos de la Universidad Técnica de Ambato, Av. Los Chasquis y Río Payamino, casilla 18-01-0334, Ambato (Ecuador).

**Dirección electrónica (Editor):** [revista.fcial@uta.edu.ec](mailto:revista.fcial@uta.edu.ec)

**Teléfono:** +593 (03) 2400 987 Ext. 103.



## INDICE

### ARTÍCULOS DE INVESTIGACIÓN

Sustitución parcial de trigo por maíz morado (*Zea mays* L.) en la elaboración de empanadas  
Partial replacement of wheat flour by purple corn (*Zea mays* L.) on pastry elaboration  
*S. Santacruz, S. Lizano*

*Pag. 05-15*

Evaluación del uso del mucilago de chía y goma guar en la elaboración de mayonesa  
Evaluation of chia mucilage and guar gum in the preparation of mayonnaise  
*M. L. Maldonado, C. Germán, I. Angós*

*Pag. 16-30*

Efecto de un extracto de hojas de *Mangifera indica* L. en la oxidación de aceites vegetales  
Effect of an extract of *Mangifera indica* L. leaves on the vegetable oils oxidation  
*B. Navas, R. Narcise, A. Carrasquero*

*Pag. 31-39*

Conservación de fresas (*Fragaria x ananassa* Duch.) mediante recubrimiento comestible de gelatina y ácido cítrico  
Preservation of strawberries (*Fragaria x ananassa* Duch.) by an edible film based on gelatine and citric acid  
*K. Vélez, M. Castro, M. I. Mantuano*

*Pag. 40-51*

Efecto de la incorporación de crema de leche en la reología de mezcla de helado de uvilla (*Physalis peruviana*)  
Effect of milk cream incorporation on rheology of goldenberry (*Physalis peruviana*) ice cream mix  
*A. Pilamala, W. Teneda*

*Pag. 52-59*

Evaluación de una muestra seleccionada de yogur tipo II enriquecido con *Amaranthus caudatus* L. cocido  
Evaluation of a selected sample of Type II yoghurt enriched with cooked *Amaranthus caudatus* L.  
*S. Carpio Álvarez*

*Pag. 60-68*



## Evaluación de una muestra seleccionada de yogur tipo II enriquecido con *Amaranthus caudatus* L. cocido

### Evaluation of a selected sample of Type II yoghurt enriched with cooked *Amaranthus caudatus* L.

S. Carpio Álvarez<sup>1</sup>

Universidad de Cuenca. Cuenca, Ecuador

Artículo recibido: 28/05/2016

Artículo aceptado: 25/06/2016

#### RESUMEN

La innovación del consumo de yogur y la promoción de granos andinos como el amaranto, motivaron a la propuesta de elaboración de yogur Tipo II enriquecido con *Amaranthus caudatus* L. cocido. Para ello, un panel de evaluadores en base a las características organolépticas y usando el análisis de varianza multivariado de dieciocho tratamientos, definió como la más aceptable la muestra A3E2 con 15 % de amaranto cocido y 0,3 % de estabilizante, de muestras presentadas al azar en el rango de enriquecimiento con amaranto cocido del 5, 10, 15, 20, 25 y 30 % y de adición de estabilizante GRINDSTED SBB 255® del 0, 0,3 y 0,5 %, empleándose sorbato de potasio como conservante. Para determinar el tiempo de cocción del amaranto a ebullición, se eligió el criterio de elección organoléptico del panel de evaluadores, estableciéndose por medio del análisis de varianza el tiempo de 40 minutos. Para establecer la vida útil o de estante de la muestra elegida (A3E2) se mantuvo a 4 °C y se realizaron pruebas organolépticas, distribución del amaranto, presencia de sinéresis, viscosidad empírica en copa Ford, pH, coliformes totales, recuento de *E. coli*, y recuento de mohos y levaduras, evaluándose cada siete días a partir del segundo día de elaboración, pasando satisfactoriamente estas pruebas. Los resultados del análisis bromatológico revelaron un contenido de proteína del 3,85 %, un 5,37 % de fibra y un 1,11 % de grasa, lo cual demuestra las bondades nutricionales. Se concluyó que es factible elaborar un yogur batido Tipo II enriquecido con *Amaranthus caudatus* L., rico en proteínas y fibra, con características organolépticas aceptables, estabilidad y una vida de estante apropiada hasta los treinta días a partir de su elaboración. Para el análisis de datos se utilizó el software InfoStat® con Test de Duncan con un nivel de significación del 0,05.

**Palabras clave:** desarrollo nuevos productos, vida útil, análisis sensorial, microbiología, valor nutricional

#### ABSTRACT

The innovation in yogurt consumption and the promotion of Andean grains like amaranth, motivated the proposal of development Type II yogurt enriched with cooked *Amaranthus caudatus* L., for this, a panel of evaluators based on organoleptic features and using multivariate variation analysis in eighteen treatments, defined as the most acceptable the A3E2 sample with 15 % of cooked amaranth and 0.3 % of stabilizer, out of samples presented randomly in the range of enrichment with cooked amaranth by 5, 10, 15, 20, 25 and 30 %; and addition of stabilizer GRINDSTED SBB 255® by 0, 0.3 and 0.5 %; potassium sorbate was used as preservative. In order to determine the cooking time of amaranth during boiling, it was based on the organoleptic criteria selection by evaluators panel, through variation analysis it was determined in 40 minutes. As to determine the shelf life of the chosen sample A3E2, it was kept at 4 °C and were carried out organoleptic tests, amaranth distribution, presence of syneresis, empiric viscosity in Ford cup, pH, total Coliforms, *E. coli* count, mold and yeast count, this was evaluated every seven days starting on the second day of elaboration, the product successfully passed all these tests. The results of the bromatological analysis were protein 3.85%, fiber 5.37 % and fat 1.11 %, which demonstrates its nutritional benefits. The conclusion was that it is feasible to elaborate yogurt Type II enriched with *Amaranthus caudatus* L, rich in protein and fiber, with acceptable organoleptic characteristics, stability and shelf life appropriate up to thirty days upon elaboration. For data analysis was used InfoStat® with Duncan Test with a significance level of 0.05.

**Keywords:** new product development, shelf life, sensory analysis, microbiology, nutritional value

<sup>1</sup> Autor de correspondencia: Santiago Carpio Álvarez. E-Mail: [santiago.carpio@ucuenca.edu.ec](mailto:santiago.carpio@ucuenca.edu.ec)





## 1. INTRODUCCIÓN

La presente investigación tiene como objetivo integrar al yogur batido Tipo II semillas cocidas de *Amaranthus caudatus* L. de la variedad INIAP-Alegría, con el fin de enriquecerlo nutricionalmente y obtener un alimento que aproveche las bondades nutricionales del yogur y del amaranto, presentándose como una propuesta innovadora que beneficie a la alimentación y nutrición de la población, al desarrollo de nuevos productos lácteos y a la promoción y producción de este grano andino.

La caracterización del producto propuesto es la denominación de yogur Tipo II (mín. 1 % - máx. < 2,5 % de materia grasa), elaborado con leche semidescremada y cultivada con las bacterias *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* y *Streptococcus salivaris subsp. thermophilus*. El peso total de las sustancias no lácteas agregadas a las leches fermentadas por norma no debe ser superior al 30 % del peso total del producto, por lo que se puede integrar el grano de amaranto cocido

hasta este porcentaje (INEN, 2011), que adicionado a un estabilizante y un conservante brinda características organolépticas aceptables, estabilidad del producto y una vida de estante apropiada hasta los 30 días a partir de su elaboración, y según los resultados de análisis bromatológico de la muestra elegida, alcanza un nivel de enriquecimiento de proteínas del 3,85 % y de fibra del 5,37 % y mantiene la cantidad de grasa para yogur Tipo II con un 1,11 %.

El grano de amaranto tiene un contenido de proteínas cercano al 16 %, siendo excepcional en cuanto a su calidad por su alto contenido de lisina y, por lo tanto, un complemento nutricional óptimo para los cereales convencionales deficientes en ese aminoácido. El grano de amaranto es de forma lenticular, tiene un diámetro de 1-1,5 mm, el embrión es anular y circunda externamente a todo el perispermo (Dyner et al., 2007).

La variedad INIAP-Alegría, generalizada en el Ecuador y que se utiliza en la presente investigación, presenta las características bromatológicas en la Tabla 1 (INIAP, 2010).

**Tabla 1.** Propiedades bromatológicas del *Amaranthus caudatus* L. variedad INIAP-Alegría en base seca comestible

Parámetro	Unidad	Valor
Proteína	%	15,5
Cenizas	%	3,06
Grasa	%	8,78
Fibra bruta	%	4,7
Carbohidratos	%	68,41
Calcio	%	0,09
Fósforo	%	0,74
Magnesio	%	0,29
Sodio	%	0,02
Potasio	%	0,54
Hierro	mg	7,1
Manganeso	mg	2,4
Zinc	mg	3,0
Cobre	mg	0,7

Ayala (2004) da a conocer la evaluación del contenido de los aminoácidos del amaranto en relación a la lisina, metionina, treonina y triptófano en las proteínas de los granos andinos, ver Tabla 2, siendo elevados al ser comparados con los cereales (pobres en lisina y treonina) y las leguminosas (pobres en aminoácidos azufrados: metionina y cistina), por lo que propone que mezclas de cereales con otros alimentos pueden mejorar el cómputo aminoacídico y la calidad biológica de la

proteína. También presenta los macronutrientes y fibra dietética de la quinua, cañihua, amaranto y trigo, ver Tabla 3, siendo la cañihua el grano andino de mayor contenido de fibra y luego está el amaranto. El amaranto tiene alto contenido de calcio, magnesio y fósforo; mientras que la quinua tiene muy buena concentración de potasio relacionado con una mayor resistencia al frío, en la Tabla 4 se presenta el contenido de minerales en la quinua y en el amaranto (Ayala, 2004).



**Tabla 2.** Contenido de aminoácidos lisina, metionina, treonina y triptófano en los granos andinos y en trigo (g de aminoácidos/100 g de proteínas)

Aminoácidos	Quinoa (a)	Cañihua (a)	Amaranto	Trigo (b)
Lisina	6,8	5,9	6,7	2,9
Metionina	2,1	1,6	2,3	1,5
Treonina	4,5	4,7	5,1	2,9
Triptófano	1,3	0,9	1,1	1,1

(a) Valores promedio de las variedades de la tabla de composición de alimentos peruanos.

(b) FAO, 1972. Contenido en aminoácidos de los alimentos y datos biológicos sobre las proteína

**Tabla 3.** Composición de los granos andinos en comparación con el trigo (g/100 g)

Componente	Quinoa (a)	Cañihua (a)	Amaranto	Trigo
Proteína	1,7	14,0	12,9	8,6
Grasa	6,3	4,3	7,2	1,5
Carbohidrato	68,0	64,0	65,1	73,7
Fibra	5,2	9,8	6,7	3,0
Ceniza	2,8	5,4	2,5	1,7
Humedad %	11,2	12,2	12,3	14,5

(a) Valores promedio de las variaciones de la tabla de composición de los alimentos peruanos.

**Tabla 4.** Contenido de minerales (mg/g materia seca) en los granos andinos

Minerales	Amaranto	Quinoa
Fósforo	570	387
Potasio	532	697
Calcio	217	127
Magnesio	319	270
Sodio	22	11,5
Hierro	21	12
Cobre	0,86	3,7
Manganeso	2,9	7,5
Zinc	3,4	4,8

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1. Selección de la muestra de yogur batido Tipo II enriquecido con semillas cocidas de *Amaranthus caudatus* L.

Para determinar el tiempo de cocción del amaranto a ebullición, se basó en el criterio de elección de diez evaluadores entrenados, eligiéndose 2 muestras de un total de 12 muestras de amaranto sometido a cocción desde los 5 minutos hasta los 60 minutos, con intervalos de 5 minutos. Las muestras elegidas corresponden a los 35 y 40 minutos de cocción, posteriormente por medio del análisis de varianza se eligió la muestra definitiva de amaranto cocido que corresponde a los 40 minutos de cocción, para con esta aplicar y evaluar las concentraciones de mezclas con el yogur, en que diez evaluadores entrenados, en base a un

diseño experimental de bloques completos al azar con arreglo factorial de 6 niveles de amaranto cocido del 5; 10; 15; 20; 25 y 30% y 3 niveles de estabilizante GRINDSTED SBB 255® del 0; 0,3 y 0,5%, que dan 18 tratamientos, eligieron la mejor mezcla desde el punto de vista organoléptico, siendo la A3E2 con 15% de amaranto cocido y 0,3 de estabilizante, y que por tanto esta sería también la de mayor aceptación en el mercado. Las variables o características organolépticas que se evaluaron fueron: color, aroma, acidez, sabor, apariencia y textura; con una escala de evaluación hedónica de: 1= no gusta; 2 = gusta poco; 3 = gusta medianamente; 4 = Gusta; 5 = Gusta mucho.

Para determinar la vida útil o de estante de la muestra elegida como la mejor por el panel de expertos, se realizaron pruebas organolépticas, de pH, Coliformes totales, recuento de *E. coli*, recuento de mohos y levaduras, contenido de



materia grasa, contenido de proteína, contenido de fibra, viscosidad empírica en copa Ford, evaluándose cada 7 días a partir del segundo día de elaboración (con el fin de que se establezca el producto y desarrolle sus características). Para el análisis de datos se utilizó el software InfoStat®, usando el Test de Duncan con un nivel de significación del 0,05 (Di Rienzo et al., 2014).

**2.2. Proceso de elaboración de yogur batido Tipo II enriquecido con semillas cocidas de *Amaranthus caudatus* L.**

Se realizó una ficha base para la elaboración de yogur enriquecido con *Amaranthus caudatus* L. elegido por el panel de evaluadores, con leche semidescremada, azúcar, estabilizante GRINDSTED SBB 255® (compuesto de gelatina, almidón, pectina y azúcar) en un 0,3 % en peso, y amaranto cocido en un 15 % en peso. La ficha se presenta en la Tabla 5. Como conservante se empleó sorbato de potasio en 800 ppm en el producto terminado, según las Normas del Codex Alimentarius (FAO-OMS, 2003, 2016).

**Tabla 5.** Ficha base para la elaboración de yogur enriquecido con *Amaranthus caudatus* L. de la mezcla elegida

Ingrediente	Proporción (%)
Leche semidescremada	74,50
Azúcar	10,20
Estabilizante GRINDSTED SBB 255	0,30
Amaranto cocido	15,00
TOTAL	100,00

La elaboración del yogur enriquecido con amaranto se basa en los siguientes procesos:

**2.2.1. Elaboración del yogur Tipo II**

Se utiliza leche semidescremada, adicionada con azúcar y estabilizante de la casa Danisco® código GRINDSTED SBB 255®, esta mezcla se pasteurizó entre 85 a 90 °C por 20 minutos, luego se enfrió a 42 °C para realizar la siembra e incubación con la cepa de la casa Danisco® código YO-MIX 883 LYO 50 DCU®, entre 3 a 6 horas hasta que alcance un pH igual o menor a 4,5; para proceder con al batido del coágulo y a la adición del sorbato de potasio y en seguida se enfría a 4 °C.

**2.2.2. Elaboración de *Amaranthus caudatus* L. cocido**

Se realizó la cocción del amaranto en agua a ebullición por 40 minutos, se añadió el sorbato de potasio, se drena y se enfrió a 4 °C por 2 horas.

**2.2.3. Mezcla de yogur con amaranto cocido**

Se realizó la mezcla del yogur con el amaranto cocido en relación en peso de 85 % yogur con 15 % de amaranto cocido, se agitó suavemente, se envasó y se almacenó a 4 °C.

**3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

**3.1. Determinación de tiempo de cocción del amaranto a ebullición**

Las muestras 1 y 2 que corresponden a 35 y 40 minutos de cocción de *Amaranthus caudatus* L., cocido a ebullición, fueron elegidas previamente de un total de 12 muestras de amaranto sometido a cocción desde los 5 minutos hasta los 60 minutos, con intervalos de 5 minutos, los resultados se muestran en la Tabla 6.



**Tabla 6.** Resultados del análisis de varianza de evaluación de tiempos de cocción

Variable	N	R <sup>2</sup>	Aj	CV
Calificación hedónica sobr...	40	0,06	0,00	16,86

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1,28	3	0,43	0,82	0,4923
Tiempo cocción	1,23	1	1,23	2,36	0,1334
Tratamiento	0,02	1	0,02	0,05	0,8276
Tiempo cocción*Tratamiento...	0,02	1	0,02	0,05	0,8276
Error	18,70	36	0,52		
Total	19,98	39			

Test: Duncan Alfa=0,05

Error: 0,5000 gl: 36

Tiempo cocción	Medias	n	E.E.
35	4,10	20	0,16 A
40	4,45	20	0,16 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Test: Duncan Alfa=0,05

Error: 0,5000 gl: 36

Tratamiento	Medias	n	E.E.
Sabor	4,25	20	0,16 A
Textura	4,30	20	0,16 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Test: Duncan Alfa=0,05

Error: 0,5000 gl: 36

Tiempo cocción	Tratamiento	Medias	n	E.E.
35	Textura	4,10	10	0,23 A
35	Sabor	4,10	10	0,23 A
40	Sabor	4,40	10	0,23 A
40	Textura	4,50	10	0,23 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Se evidenció que no hay diferencias significativas entre las muestras en base al análisis de los tiempos de cocción, sabor, textura y sus combinaciones entre sí y se elige la muestra 2 con 40 minutos de cocción, por presentar mejor calificación en la media en la escala hedónica y por tener un mayor tiempo de cocción que asegura la calidad microbiológica del producto.

### 3.2. Elección de la mejor mezcla por características organolépticas

Se presentaron al azar al panel de diez evaluadores entrenados, 18 tratamientos con el fin de que elijan la mejor muestra en base a la evaluación de las características organolépticas, cubriendo el rango de enriquecimiento con amaranto cocido en porcentajes del 5; 10; 15; 20; 25 y 30% y de adición de estabilizante GRINDSTED SBB 255® en porcentajes del 0; 0,3 y 0,5%. En la Figura 1 se indican las diversas mezclas de yogur con amaranto en base al análisis de varianza multivariado y las que son significativamente semejantes.

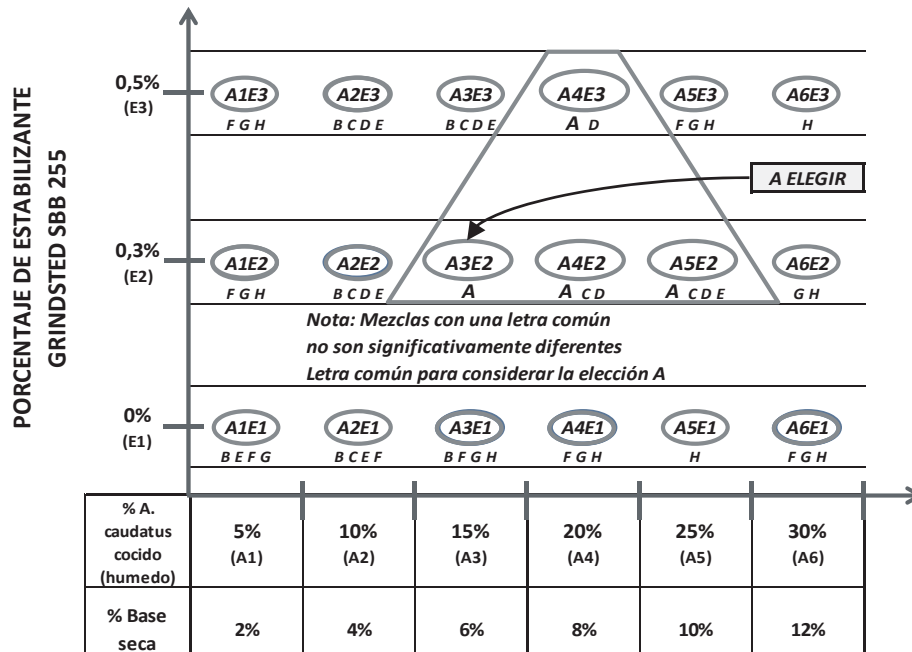


Figura 1. Elección de la mezcla de yogur con *Amaranthus caudatus* L. cocido, en función de sus características organolépticas. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Como resultado de la evaluación, se evidencia que no hubo diferencias significativas de las características organolépticas entre las muestras A3E2, A4E2, A5E2 y A4E3, que fueron las más valoradas, por lo que se pudo elegir cualquiera de estas, y se tomó la decisión de seleccionar la muestra A3E2, por tener mejor resultados de apariencia, que está relacionada con el color y la aceptación del producto. La composición de la muestra elegida A3E2 en peso fue de 15 % de *Amaranthus caudatus* L. cocido, equivalente a 6 % de amaranto en base seca, y 0,3 % de estabilizante GRINDSTED SBB 255®, que cumple con el propósito de elaborar un yogur enriquecido y la normativa INEN (2011).

### 3.3. Evaluación organoléptica para establecer la vida útil de la muestra seleccionada

El panel de diez evaluadores expertos, analizó las características organolépticas para establecer la vida útil del producto durante 28 días con intervalos de 7 días, a partir del segundo día de su elaboración (en total 30 días a partir de la producción). En la Tabla 7 se presentan los Resultados del análisis de varianza de las características organolépticas durante la vida de estante.



**Tabla 7.** Resultados del análisis de varianza de las características organolépticas durante la vida de estante. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Variable	N	R <sup>2</sup>	Aj
CV Calificación hedónica	300		
	0,20	0,12	9,44

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)						
F.V.	SC	gl	CM	F	p-	
valor						
Modelo.	13,79	29	0,48	2,39		
0,0002						
Tratamiento(%Amaranto+%Est..	7,19	4	1,80	9,02	<0,0001	
Caract. org.	4,19	5	0,84	4,20	0,0011	
Tratamiento(%Amaranto+%Est..	2,41	20	0,12	0,61	0,9076	
Error	53,80	270	0,20			
Total	67,59	299				

Test: Duncan Alfa=0,05

Error: 0,5000 gl: 270

Tratamiento(%Amaranto+%Est..	Medias	n	E.E.
A3E2 (Día 2)	4,90	60	0,06 A
A3E2 (Día 9)	4,88	60	0,06 A
A3E2 (Día 16)	4,75	60	0,06 A B
A3E2 (Día 23)	4,58	60	0,06 B
A3E2 (Día 30)	4,52	60	0,06 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Test: Duncan Alfa=0,05

Error: 0,5000 gl: 270

Caract. org.	Medias	n	E.E.
Color	4,88	50	0,06 A
Textura	4,82	50	0,06 A
Sabor	4,72	50	0,06 A B
Apariencia	4,72	50	0,06 A B
Aroma	4,72	50	0,06 A B
Acidez	4,50	50	0,06 B

Según el análisis de varianza en las medias no hubo diferencia significativa desde el día 2 hasta el día 16, y tampoco desde el día 16 hasta el día 30, por lo que al haber un punto de enlace el día 16 para los dos grupos, se consideró viable una vida útil de hasta 30 días a partir de la elaboración, en que el valor de la media es de 4,52/5 lo cual corroboró su nivel de aprobación cercano a 5. Igualmente las calificaciones organolépticas de color, textura, sabor, apariencia, aroma y acidez estuvieron sobre 4,5/5 lo cual demostró la aceptabilidad del producto en la vida útil de 30 días a partir de la producción.

### 3.4. Evaluación del pH para establecer la vida útil de la muestra seleccionada

La muestra se mantuvo a temperatura de 4 °C y se midió su pH durante 28 días con intervalos de 7 días, a partir del segundo día de su elaboración (en total 30 días a partir de la producción). Los resultados se muestran en la Figura 2. Se observa que los valores de pH son similares con variaciones de -0,01 en las dos últimas fechas, siendo el comportamiento apropiado para mantener la acidez del yogur enriquecido con amaranto

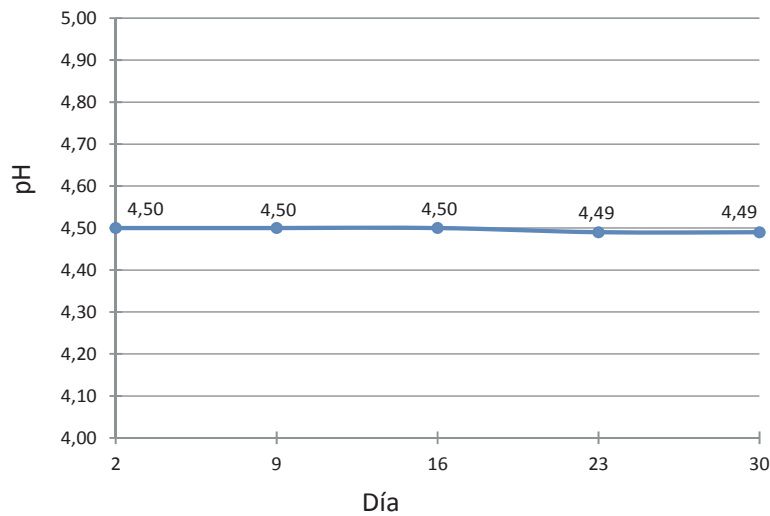


Figura 2. Evaluación del pH de yogur enriquecido con *Amaranthus caudatus* L.

### 3.5. Evaluación de la viscosidad empírica para establecer la vida útil de la muestra seleccionada

La muestra se mantuvo a temperatura de 4 °C midiéndose su viscosidad empírica durante 28 días con intervalos de 7 días, a partir del segundo día de

su elaboración (en total 30 días a partir de la producción), medidos en tiempo de vaciado en segundos de 20 gramos en una copa Ford No. 4. Los resultados se muestran en la Figura 3.

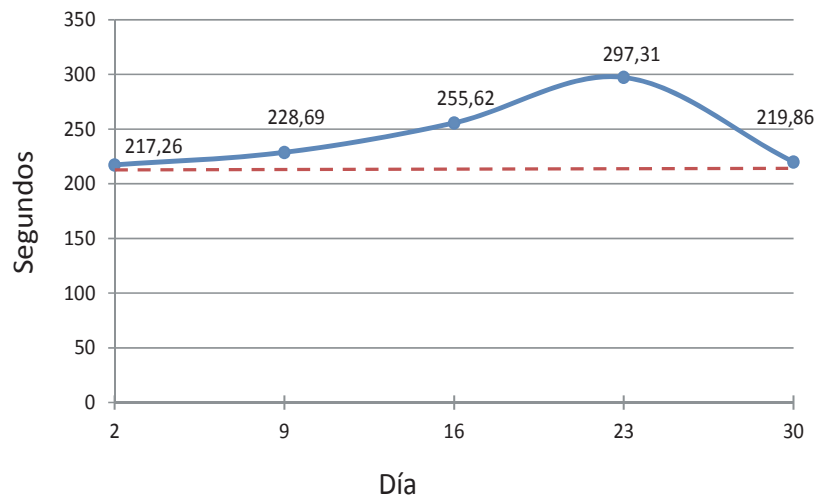


Figura 3. Evaluación de la viscosidad empírica de yogur enriquecido con *Amaranthus caudatus* L.



El comportamiento de la viscosidad es el apropiado para dar consistencia al yogur, ya que nunca disminuye y tiende a aumentar hasta en un 36,85 % en su punto máximo a los 23 días de elaboración, para luego disminuir a un valor similar al inicial a los 30 días de elaboración, por lo que al término de la vida de estante se mantiene la viscosidad con 219,86 segundos, similar a su valor inicial de 217,26 segundos (aumenta en un 1,20 %), lo cual demuestra que el yogur enriquecido tiene una consistencia uniforme y favorable para el consumidor.

### 3.6. Evaluación de la distribución apropiada del amaranto y presencia de sinéresis para establecer la vida útil de la muestra seleccionada

Se mantuvo la muestra a temperatura de 4 °C en una probeta durante 28 días evaluándose a partir del segundo día de fabricación con intervalos de 7 días, evidenciándose ausencia de sinéresis y una distribución uniforme del amaranto, lo que demuestra la estabilidad del producto y el efecto apropiado del estabilizante.

### 3.7. Análisis microbiológico para determinar la vida útil de la muestra seleccionada

Se realizaron los análisis microbiológicos a muestras en custodia por un periodo de 28 días a partir del segundo día de producción, esto es en los días 2, 9, 16, 23 y 30, los resultados del recuento de Coliformes totales, *E. coli*, Mohos y Levaduras en todas estas fechas demostraron ausencia de los mismos, por lo que se ratifica que el yogur enriquecido con amaranto es apto para el consumo humano y que el diseño del producto y proceso son los apropiados.

### 3.8. Evaluación bromatológica de la muestra seleccionada

Los resultados del análisis bromatológico de la muestra seleccionada dan niveles de enriquecimiento del 3,85 % de proteína y de 5,37 % de fibra y mantiene la característica de yogur Tipo II al dar como resultado 1,11% de materia grasa.

## 4. CONCLUSIONES

Se estableció y validó el diseño del producto y proceso para elaborar un yogur Tipo II enriquecido con *Amaranthus caudatus* L. en la muestra seleccionada A3E2, compuesta de 85 % de yogur y 15 % de amaranto cocido en peso, con el uso estabilizante GRINDSTED SBB 255® y sorbato

de potasio como conservante, dando como resultado un producto enriquecido en proteína (3,85 %) y fibra (5,37 %), y manteniendo la característica de yogur Tipo II (1,11% de grasa). Los resultados de los análisis fisicoquímicos, bromatológicos, microbiológicos, y organolépticos, confirman la calidad nutricional, microbiológica y estabilidad del producto en el tiempo de vida útil de 30 días desde su elaboración, concluyéndose que es viable esta propuesta y que podría considerarse para la producción industrial, lo cual beneficiaría a la industria láctea y al fomento del cultivo de amaranto y principalmente a la alimentación, nutrición y salud de los consumidores.

## AGRADECIMIENTOS

Al personal de los laboratorios bromatológico y microbiológico de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad de Cuenca y al panel de evaluadores docentes y estudiantes de la Facultad de Ciencias de la Hospitalidad de la Universidad de Cuenca.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ayala, G. (2004). Aporte de los cultivos andinos a la nutrición humana. In G. Ayala (Ed.), *Raíces Andinas - Contribuciones al conocimiento y a la capacitación*. Lima (Perú): Universidad Internacional de Cajamarca, Centro Internacional de la Papa, Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación.
- Di Rienzo, J. A., Casanoves, F., Balzarini, M. G., Gonzalez, L., Tablada, M., y Robledo, C. W. (2014). *InfoStat versión 2014*. Córdoba (Argentina): Universidad Nacional de Córdoba.
- Dyner, L., Drago, S., Piñeiro, A., Sánchez, H., González, R., Villaamil, E., et al. (2007). Composición y aporte potencial de hierro, calcio y zinc de panes y fideos elaborados con harinas de trigo y amaranto. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 57(1), 69-77.
- FAO-OMS. (2003). Norma del Codex Leches Fermentadas. CODEX STAN 243-2003.
- FAO-OMS. (2016). Lista de especificaciones del Codex relativas a los aditivos alimentarios. CAC/MISC 6-2016.
- INEN. (2011). Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2395. Leches fermentadas. Requisitos. Quito (Ecuador).
- INIAP. (2010). INIAP ALEGRÍA - Variedad mejorada de amaranto - *Amaranthus caudatus* L. Quito (Ecuador).





UNIVERSIDAD  
TÉCNICA DE AMBATO



FACULTAD DE CIENCIA E  
INGENIERÍA EN ALIMENTOS

LABORATORIOS DE  
INVESTIGACIÓN Y  
PLANTA PILOTO  
FCIAL



