



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGROPECUARIAS

EFFECTO DEL EMPAQUE Y TEMPERATURA EN LA VIDA ÚTIL DE BROTES DE AMARANTO
(*Amaranthus caudatus* L.) PARA CONSUMO HUMANO.

Trabajo de Titulación presentado en conformidad con los requisitos establecidos
para optar por el título de Ingeniero Agroindustrial y de alimentos

Profesor Guía
Ing. Gustavo Adolfo Guerrero Marín MSc.

Autor
Nicolás Martín Rubio Trabanco

Año
2016

DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA

“Declaro haber dirigido este trabajo a través de reuniones periódicas con el estudiante, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”

Gustavo Adolfo Guerrero Marín
Master en Desarrollo e Innovación de Alimentos
CI.: 1719602144

DECLARACION DE AUDITORÍA DEL ESTUDIANTE

“Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes”

Nicolás Martín Rubio Trabanco
C.I.: 1718897620

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios, a mis padres y abuelos, por el apoyo incondicional que me han brindado para culminar mis estudios Universitarios. A mi hermano, por ser mi amigo, guía y ejemplo de dedicación y esfuerzo que me han permitido seguir adelante.

Al Ing. Gustavo Guerrero MSc, por transmitirme sus conocimientos y experiencia, pero principalmente por su apoyo en mi última etapa de Universidad.

RESUMEN

El objetivo de esta investigación es desarrollar una tecnología de elaboración de brotes de amaranto (*Amaranthus caudatus* L.) frescos, para prolongar la vida útil, ampliar las características organolépticas del grano crudo y promover una alternativa distinta de consumo de este pseudocereal.

Se utilizó como materia prima la variedad de amaranto (*Amaranthus caudatus* L.) INIAP Alegría, clasificado en criba de 1 mm y catalogado como grano de primer grado según la NTE-INEN 2646, 2012. El proceso de germinación fue de 16,5°C de temperatura ambiente, mediante enjuagues y escurridos con agua potable cada 8 horas durante 6 días, más 12 horas de exposición indirecta al sol. Los brotes fueron divididos en tres muestras codificadas según su tratamiento térmico y la condición normal, acelerada y extrema de almacenamiento que se aplicó para su posterior análisis microbiológico y sensorial. Se realizó un ensayo piloto previo al diseño experimental con el fin de establecer lineamientos para la obtención de brotes, técnicas de microbiología, selección de jueces afectivos y emplear un prototipo de empaque diferente al utilizado tradicionalmente por marcas de brotes comerciales en el país y así establecer una comparación entre empaques del efecto en el tiempo de vida útil de los brotes. Los resultados microbiológicos obtenidos tanto en el ensayo piloto como en los diseños experimentales presentan contaminación de las muestras en el día 0 y 7 de evaluación respectivamente, siendo las muestras almacenadas en condiciones aceleradas y extremas las más contaminadas. La evaluación sensorial se realizó de forma afectiva, aplicando escalas hedónicas y de ordenamiento, obteniendo diferencia significativa entre tratamientos. Se determinó que el tiempo de vida útil de los brotes de amaranto, pasterizados, empacados y almacenados, es limitado, son 5 días en donde el germinado no presenta contaminación por hongos y deterioro de sus características organolépticas. Finalmente aplicando los métodos propuestos, se generaron costos de producción para obtener beneficio de una 1 ton/mes de brotes de amaranto a un costo de \$3.176,76 (\$ 3,17 Kg/producto), con lo cual para obtener 200 g de producto empacado, representa un costo de 0,80 ctvs.

ABSTRACT

The objective of this research is to develop a processing technology to prolong the shelf-life of amaranth sprouts (*Amaranthus caudatus L.*), extend the organoleptic characteristics of the raw grain and promote a different alternative of consumption of this pseudocereal. The variety of amaranth (*Amaranthus caudatus L.*) INIAP Alegria, was used as a raw material classified 1 mm sieve and grain listed as first class according to the NTE-INEN 2646, 2012. The germination process was 16,5 °C ambient temperature by rinsing with clean water and drained every 8 hours for 6 days plus 12 hours of indirect sunlight. The shoots were divided into three coded samples by thermal treatment and normal, accelerated and extreme storage conditions that applied for subsequent microbiological and sensory analysis. A pilot run was carried out prior to experimental design in order to establish guidelines for obtaining sprouts, microbiological techniques, selection of affective judges and to employ prototypes of different packaging options as opposed to traditional packaging used for sprouts in this country, finally experimentations were carried out to establish a comparison between packaging and the effect on lifetime of the sprouts. Microbiological results both in the pilot test and experimental designs have contamination of samples on day 0 and 7 respectively evaluation, samples stored under accelerated and extreme being the most polluted conditions. Sensory evaluation was performed, applying hedonic and sorting scales, obtaining significant difference between treatments. It was determined that the lifetime of Amaranth sprouts, which was pasteurized, packed and stored, is limited, five days where there is no fungal contamination and deterioration of their organoleptic characteristics is absent. Finally applying the proposed methods, production costs were generated for the benefit of 1 ton / month of outbreaks of amaranth at a cost of \$ 3.176,76 (\$ 3,17 kg / product), thereby to obtain 200 g of product packaging, represents a cost of 0.80 cents.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVOS	2
Objetivo General	2
Objetivos Específicos	2
1. CAPÍTULO I.- MARCO TEÓRICO	3
1.1. Origen.....	3
1.2. Identificación Taxonómica.....	4
1.3. Botánica del <i>Amaranthus caudatus</i> L.....	4
1.4. Aspectos agronómicos.....	5
1.5. Brotes o germinados.....	7
1.5.1. Procesos claves para la obtención de brotes	7
1.6. Vida Útil de los alimentos	10
1.6.1. Conservación de los alimentos.....	10
1.7. Tratamiento térmico	10
1.7.1. Empaque y almacenado.....	12
1.8. Análisis microbiológico de los alimentos.....	12
1.8.1. Crecimiento microbiológico	13
1.8.2. Medios de cultivo.....	13
1.8.3. Contaje microbiológico en los alimentos	14
1.9. Evaluación sensorial.....	14
1.9.1. Métodos de evaluación sensorial	16
2. CAPITULO II.- METODOLOGÍA	18
2.1. Materiales.....	18
2.2. Reactivos.....	18
2.3. Métodos	19
2.4. Parte experimental.....	19

2.4.1. Localización del experimento	19
2.4.2. Preparación de la muestra	19
2.4.3. Diagramas de flujo.....	20
2.4.4. Variables a evaluar.....	20
2.5. Diseño experimental	23
2.5.1. Tratamientos	23
2.5.2. Características del diseño	24
2.5.3. Análisis estadístico.....	24
2.5.4. Codificación de muestras	24
2.6. Ensayo piloto	25
2.6.1. Germinación del amaranto	25
2.6.2. Análisis microbiológico	27
2.6.3. Análisis Sensorial	28
3. CAPITULO III.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN	29
3.1. Ensayo piloto	29
3.1.1. Análisis microbiológico	29
3.1.2. Análisis sensorial.....	30
3.2. Resultados experimentales.....	32
3.2.1. Análisis microbiológico	32
3.2.2. Curvas de crecimiento.....	36
3.2.2.1. Resultados tratamiento 420.....	36
3.2.2.2. Resultados 530.....	39
3.2.2.3. Resultados 640.....	41
3.2.3. Análisis sensorial.....	42
3.2.3.1. Tamaño	42
3.2.3.2. Brillo.....	45
3.2.3.3. Aroma	47
3.2.3.4. Sabor	49
3.2.4. Análisis de beneficio costo	53
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	55
4.1. Conclusiones	55

4.2. Recomendaciones.....	56
REFERENCIAS	57
ANEXOS	60

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Identificación taxonómica del <i>A. caudatus</i> L.....	4
Tabla 2. Composición nutricional del grano de amaranto <i>Amaranthus caudatus</i> L.	6
Tabla 3. Factores y niveles de estudio	23
Tabla 4. Combinación de factores de estudio	23
Tabla 5. Análisis estadístico	24
Tabla 6. Requisitos físicos de los tres grados de calidad del amaranto	25
Tabla 7. Temperatura y días de germinación	26
Tabla 8. Recuento microbiológico del chocho desamargado	27
Tabla 9. Resultados microbiológicos ensayo piloto.....	29
Tabla 10. Análisis de la varianza de la forma del amaranto germinado.	31
Tabla 11. Promedios y prueba de Tukey al 5% para evaluación de forma del amaranto germinado	32
Tabla 12. Resultados del conteo de microorganismos días 0 y 7. Diseño experimental 1	33
Tabla 13. Resultados del conteo de microorganismos días 0 y 7. Diseño experimental 2.....	34
Tabla 14. Resultados del conteo de microorganismos días 0 y 7. Diseño experimental.....	35
Tabla 15. Resultados y promedios del tratamiento 530 del análisis sensorial por triplicado para el atributo de tamaño.....	43
Tabla 16. Análisis de la varianza del tamaño del amaranto germinado.	44
Tabla 17. Promedios y prueba de Tukey al 5% para evaluación del tamaño del amaranto germinado.....	44
Tabla 18. Resultados y promedios del tratamiento 640 del análisis sensorial por triplicado para el atributo brillo.	45
Tabla 19. Análisis de la varianza del brillo del amaranto germinado.....	46
Tabla 20. Promedios y prueba de Tukey al 5% para evaluación del brillo del amaranto germinado	46
Tabla 21. Resultados y promedios del tratamiento 530 del análisis sensorial por triplicado para el atributo de aroma.....	47

Tabla 22. Análisis de la varianza del aroma del amaranto germinado.	48
Tabla 23. Promedios y prueba de Tukey al 5% para evaluación del aroma del amaranto germinado	48
Tabla 24. Resultados y promedios del tratamiento 420 del análisis sensorial por triplicado para el atributo de sabor.....	49
Tabla 25. Resultados y promedios del tratamiento 640 del análisis sensorial por triplicado para el atributo de sabor.....	50
Tabla 26. Análisis de la varianza del sabor del amaranto germinado.	51
Tabla 27. Análisis de la varianza del sabor del amaranto germinado.	51
Tabla 28. Promedios y prueba de Tukey al 5% para evaluación del sabor del amaranto germinado.	52
Tabla 29. Promedios y prueba de Tukey al 5% para evaluación del sabor del amaranto germinado.	52
Tabla 30. Costos de producción para obtener 1 tonelada mensual de brotes de amaranto.	53
Tabla 31. Prueba de ordenación para color	65

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Diagrama de flujo para la obtención de brotes de amaranto.....	21
Figura 2. Figura 1 Diagrama de flujo para la obtención de brotes de amaranto	22
Figura 3. Curva de crecimiento microbiano para aerobios mesófilos tratamiento 420.	36
Figura 4. Curva de crecimiento microbiano para E. coli - coliformes tratamiento 420.	37
Figura 5. Curva de crecimiento microbiano para mohos y levaduras tratamiento 420.	38
Figura 6. Curva de crecimiento microbiano para E. coli – coliformes tratamiento 530.	39
Figura 7. Curva de crecimiento microbiano para mohos y levaduras tratamiento 530.	40
Figura 8. Curva de crecimiento microbiano para mohos y levaduras tratamiento 640.	41

INTRODUCCIÓN

El cultivo de amaranto, constituye un grupo de plantas herbáceas pertenecientes a la familia *Amaranthaceae* del género *Amaranthus*. Son más de 70 especies originarias de América siendo tan solo 15 de origen Europeo, Asiático y Africano. Existe evidencia arqueológica que el cultivo fue utilizado en la alimentación de culturas prehispánicas de América, como Mayas, Aztecas e Incas hace 4.000 años (Mujica, Berti e Izquierdo, 1997, pp. 4-5).

La conquista española fue negativa y determinante para el cultivo de este alimento en las culturas precolombinas. Identificaron que el maíz, amaranto y quinua eran los principales granos para la alimentación de la población, pero por razones religiosas y políticas se prohibió su uso por ser parte de ceremonias paganas (Monteros, Nieto, Caicedo, Rivera y Vimos, 1994, pp. 1-2).

Ninguno otro cereal alcanza los niveles proteicos del amaranto y quinua ya que son ricos en Lisina, Metionina, Triptófano, Fenilalanina y Arginina. La semilla supera en aporte calórico al maíz (*Zea mays*), por contener más cantidad de grasa que hidratos de carbono por unidad de peso (Monteros et al., 1997, pp. 6-7).

En Ecuador el cultivo de amaranto se distribuye en la sierra siendo las provincias de Pichincha, Imbabura, Cotopaxi, Tungurahua y Azuay las más representativas (Peralta et al., 2016, pp. 16-17).

Los germinados son alimentos orgánicos que tienen un amplio poder sobre las dietas vegetarianas. Cuando se los ingiere crudos, se recibe el máximo de recursos movilizados para el desarrollo de una nueva planta, estos proporcionan buenas reservas de vitaminas, minerales y enzimas. Son alimentos funcionales frescos, los cuales son fáciles de obtener y que aportan grandes beneficios nutricionales (Goyorga, 2005, pp. 8).

OBJETIVOS

Objetivo General

- Evaluar el efecto del empaque y temperatura en la vida útil de brotes de amaranto (*Amaranthus caudatus L.*) para consumo humano.

Objetivos Específicos

- Establecer factores de germinación para obtener brotes de amaranto.
- Determinar el tiempo de vida útil de brotes de amaranto sometidos a distintas condiciones de empaque y temperatura mediante análisis microbiológico y sensorial.
- Elaborar un estudio de costo - beneficio para el proyecto.

1. CAPÍTULO I.- MARCO TEÓRICO

El grano del amaranto presenta un balance de aminoácidos esenciales en la proteína y cantidades equilibradas de grasa, minerales, vitaminas, fibra y antioxidantes en comparación a la quinua y el maíz; no posee sustancias amargas como alcaloides y saponinas entre como es el caso de la quinua y el chocho. Presenta la morfología de una dicotiledónea, es por esta razón que no se lo considera un cereal y no tiene gluten (Peralta, Mazón, Murillo y Minchala, 2016, pp. 9-10).

Mujica *et al.*, (1997) hace referencia a la capacidad que tiene el amaranto al generar gran cantidad de biomasa con menor cantidad de agua. Su fotorespiración es de una planta C4 al presenta mayor eficiencia para fijar CO₂. Se adapta bien a condiciones climáticas y sistemas de cultivo, además posee alto valor proteico e importante contenido de aminoácidos esenciales como lisina, leucina y metionina

1.1. Origen

Su distribución es extensa. Desde la época precolombina se sabe que el amaranto en su mayoría *A. cruentus* y *A. hypochondriacus* estaban distribuidos en el centro, sur y este de América principalmente en México y Estados Unidos. En la zona andina la presencia del *A. caudatus* L. era significativa por el uso tanto del grano como el de la hoja en la alimentación humana. En la actualidad las especies silvestres más representativas de América son: *A. hybridus*, *A. tricolor*, *A. blitum* L., *A. viridis* L. y *A. dubius* (Jacobsen y Sherwood, 2002, pp. 13-14).

En la actualidad México, Perú, Bolivia, Argentina, Brasil y Ecuador son los países de Latinoamérica que cultivan amaranto. El INIAP en su “Programa de Cultivos Andinos”, a partir de los años 80, retomó varias investigaciones fitogenéticas, agronómicas, productivas y de calidad a la especie *Amaranthus caudatus* L., de una variedad introducida del Perú para así desarrollar una variedad mejorada con el nombre de “INIAP Alegría” (Monteros et al., 1997, pp. 2-3).

1.2. Identificación Taxonómica

La identificación taxonómica del amaranto (*Amaranthus caudatus L.*) se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Identificación taxonómica del *A. caudatus L.*

Reino	Vegetal
División	Fanerógama
Tipo	Embryophyta siphonogama
Subtipo	Angiosperma
Clase	Dicotiledónea
Subclase	Archyclamidaeae
Orden	Centropermales
Familia	Amaranthaceae
Género	Amaranthus
Especie	<i>A. caudatus</i>
Nombre científico	<i>Amaranthus caudatus</i>
Nombres comunes	Amaranto; Grano de castilla

Tomada de Peralta *et al.*, 2008, pp. 3-4

1.3. Botánica del *Amaranthus caudatus L.*

El *Amaranthus caudatus L.* presenta una raíz pivotante de gran tamaño y ramificaciones de gran soporte, el tallo es cilíndrico, de color verde, puede alcanzar una altura de 1,8 m. Sus hojas son ovaladas – alargadas de color verde claro. Su floración es verde amarillento al igual que el color de su panoja (Monteros et al., 1997, pp. 3-4).

El panojamiento, tarda entre 50 a 55 días después de la siembra. El grano es blanco de 0,7 a 1,4 mm de diámetro el cual revienta con facilidad al ser expuesto al calor (Peralta, Mazón, Murillo, Villacrés, Rivera y Subía, 2009, pp. 15-16).

La grasa de la semilla es rica en ácidos grasos poliinsaturados. En el amaranto, los aceites presentes aporta un alto contenido de ácidos grasos

oleico, linolénico, además destacan por su ser ricos en fibra, tanto soluble como insoluble (Tapia y Fries, 2007, pp. 157-158).

Su flor es estaminada dividida en cinco cépalos en gran abundancia, presentan fecundación cruzada por acción del viento e insectos. El gineceo es de forma ovárica, coronada con cinco estigmas en forma de urna donde se aloja una sola semilla (Peralta, 2010, pp. 15-18).

1.4. Aspectos agronómicos

El *Amaranthus caudatus* L. es una especie anual, herbácea, ligeramente arbustiva. Esta especie se cultiva desde México hasta el norte de Argentina. Es cultivado en los valles interandinos comprendidos entre 2.000 y 2.800 msnm. El amaranto no es resistente a heladas como la quinua, pero si tolera la sequía (Tapia y Fries, 2007, pp. 93-94).

El rango de temperatura óptima del cultivo es alrededor de 18°C a 24°C, retarda su crecimiento a temperaturas inferiores de 15°C. Se necesitan precipitaciones de 300 a 400 mm anuales. La plántula desarrollada en su totalidad puede crecer en humedades inferiores a la adecuada (Mujica *et al.*, 1997, pp. 42).

Requiere suelos francos de buen drenaje y contenido orgánico, por lo general suelos arcillosos – anegados dificultan su desarrollo. La fertilización del suelo depende de las condiciones climáticas y rotaciones anteriores, siendo el maíz excelente asociado. El pH óptimo para el desarrollo del *Amaranthus caudatus* L. varía entre 5,5 y 7 (Monteros *et al.*, 1997, pp. 10-11).

La adaptabilidad del cultivo se expresa fenotípicamente en la altura que puede llegar a tener la planta, los días que tarda el panojamiento, su floración, color de la inflorescencia y del grano (Jacobsen y Sherwood, 2002, pp. 12).

La cosecha se realiza cuando la planta está madura, de coloración amarillento, aproximadamente 5 a 6 meses después de la siembra. A los 80 días de la siembra las hojas pueden ser cosechadas para consumirlas como verduras. El grano se almacena en lugares frescos y secos. La humedad del grano debe ser inferior al 12% (Mujica *et al.*, 1997, pp. 42).

Aspectos nutricionales

Análisis bromatológicos otorgan grandes cualidades nutricionales al amaranto. Aproximadamente presenta entre 13 y 17 % de proteína cruda, la cual presenta un balance y distribución óptima de aminoácidos esenciales, superior al de otros cereales. La equilibrada porción de proteína, fibra y grasa brinda mayor energía al organismo que cualquier otro cereal (Peralta, 2012, pp. 1-2).

Las hojas del *Amaranthus caudatus L.* son ricas en proteínas, vitaminas y minerales, además son utilizadas para alimentación animal. Las hojas presentan altos contenidos de magnesio y calcio, además son fuente de hierro (Mujica *et al.*, 1997, pp. 42).

La composición nutricional del grano de amaranto (*Amaranthus caudatus L.*) de detalla en la Tabla 2.

Tabla 2. Composición nutricional del grano de amaranto *Amaranthus caudatus L.*

ELEMENTO	UNIDAD	CONTENIDO EN BASE SECA
Sodio	%	0,02
Cobre	ppm	7
Cenizas	%	3,06
Calcio	%	0,09
Magnesio	ppm	24
Magnesio	%	0,29
Zinc	ppm	30
Potasio	%	0,54
Proteína	%	15,50
Hierro	ppm	71
Fibra bruta	%	4,70
Fosforo	%	0,74
Grasa	%	8,78
Carbohidratos	%	68,41
Energía total	(Kcal/100g)	478,73

Tomada de Peralta *et al.*, 2016, pp. 10

1.5. Brotes o germinados

Hace 500 años, en la antigua Grecia, se evaluaba la opción del consumir semillas germinadas, pese a ser denominados “alimentos incompletos” por falta de fruto en los mismos. Los orientales incorporaron estos alimentos inmediatamente a sus dietas, mientras que en occidente no existía una decisión científica para su consumo (Braunstain, 2012, pp. 12)

Desde la perspectiva botánica, todo cereal, legumbre o fruto seco proviene de una semilla, que a su vez es la responsable de generar plantas y las plantas miles de semillas. En el interior de cada semilla se encuentra en latencia un germen, protegido por una dura corteza en un ambiente nutritivo (Mora, Fernández y Mendoza, 2000, pp. 182).

La germinación se produce al exponer a la semilla al aire, agua, calor y obscuridad. El contacto del agua suaviza la corteza protectora haciendo posible la absorción e interacción del agua con la nutritiva fécula. La fécula es transformada en azúcares simples, las proteínas presentes en el grano se descomponen en aminoácidos y las enzimas se estimulan haciendo que vitaminas (principalmente A, C, E y K) y minerales se multipliquen diez veces respecto a su concentración en semilla seca, gracias a la acción de los quelatos (Goyorga, 2005, pp. 4).

Para producir brotes es necesario aportar a la semilla las condiciones adecuadas para una óptima germinación, así mismo conocer y seleccionar los tipos las semillas indicadas para su procesamiento.

1.5.1. Procesos claves para la obtención de brotes

Selección y limpieza de semillas.

Para obtener mejores resultados de germinación y producto terminado, se recomienda hacer una clasificación y limpieza previa de semillas. La selección

se basa en eliminar aquellas semillas que presenten signos de muerte como deformación, mal aspecto y semillas reducidas en tamaño. La limpieza consiste en eliminar materiales extraños incorporados en el campo y transporte. La forma habitual de reconocer la viabilidad de las semillas es colocarlas en agua y si estas flotan, tal vez sean estériles y no puedan continuar con el proceso de germinación (Braunstain, 2012, pp. 32)

Remojo

El tiempo necesario de remojo para la germinación de la semilla, se relaciona a las condiciones de temperatura y tamaño del grano (Goyorga, 2005, pp. 15). Mientras la semilla sea grande y dura, necesitará mayor tiempo en remojo. Entre mayor sea la temperatura del ambiente donde se germina, necesita menor tiempo de remojo. En semillas como la alfalfa y el amaranto es necesario una hidratación de 8 horas a diferencia del garbanzo (*Cicer arietinum*) o fréjol (*Phaseolus vulgaris*) que necesitan 24 horas (Braunstain, 2012, pp. 33).

Enjuague y escurrido

El enjuague consiste en humedecer las semillas las veces que sea necesario hasta que el escurrido no presente un aspecto turbio; además se mantienen a las semillas con suficiente humedad en su cubierta, ya que esta se debilita y permite la germinación. Las semillas de pequeño tamaño se pegan entre sí y tienen la facilidad de acumular humedad, lo cual permite hacer menos enjuagues y escurridos en el día (Braunstain, 2012, pp. 34).

La temperatura del agua debe estar entre de los 16 y 24°C. Para una correcta germinación es importante que el agua se mantenga entre estos rangos de temperatura ya que si el agua está muy fría podría inhibir el crecimiento y si se encuentra caliente, puede matar el embrión y facilitar el crecimiento de hongos (Palma, López y Molina, 2000, pp. 42).

Si las temperaturas son elevadas se deberían hacer varios enjuagues al día, al igual que si las condiciones fueran frías se requieren de menos lavados (Braunstain, 2012, pp. 36).

El efluente de lavado que se drena es rico en vitaminas y minerales solubles. Cuando se trabaja con legumbres, el agua presenta una apariencia espumosa con gran cantidad de saponinas (Braunstain, 2012, pp. 36).

Obscuridad y temperatura

Después de cada remojo hay un periodo de obscuridad. El principio fundamental que se aplica para mantener a los germinados en obscuridad es crear el ambiente que tendrían si estuvieran germinando bajo tierra. La temperatura del lugar de germinación también debe estar entre los 16 y 24°C (Braunstain, 2012, pp. 24).

Exposición al sol

Se denomina “germinado de hoja” a la semilla que ha desarrollado sus dos hojas embrionarias, que presenta una apariencia dura y es de sabor amargo. Esas dos primeras hojas principales, proporcionan clorofila al ser expuestas indirectamente al sol. La clorofila es un excelente antioxidante que se aumenta a las propiedades de los germinados. Dependiendo del tipo de planta que se esté germinando, la exposición al sol debe hacerse 12 horas antes del almacenado (Braunstain, 2012, pp. 38).

Cosecha y almacenado

La vida útil de germinados es limitada. Su alto contenido de humedad lo hace un producto de difícil conservación. Después de los lavados, al producto no se lo debe empacar; independientemente de su empaque, los germinados deben haber sido escurridos del agua sobrante en su totalidad. El germinado pierde palatabilidad al hacerse duro y su mayor riesgo es ser contaminado con

hongos. El germinado de hoja requiere ser almacenado temporalmente en refrigeración para conservar temporalmente su frescura en caso de no ser consumido inmediatamente. (Braunstain, 2012, pp. 42).

1.6. Vida Útil de los alimentos

1.6.1. Conservación de los alimentos

Existen diversas alternativas para conservar alimentos. Para la industria de alimentos es vital eliminar o reducir la población de microorganismos responsables del deterioro y contaminación del producto (Prescott et al, 2009, pp. 1051).

Debido a su composición, los alimentos de origen animal o vegetal deben ser sometidos a procesos de conservación para incrementar su vida útil. El deterioro de los alimentos hace que los mismos pierdan sus cualidades sensoriales y ponen en riesgo al consumidor (Badui, 2012, pp. 121).

La descomposición que sufren la mayoría de frutas y verduras, por su reducido contenido de proteínas y grasas, es diferente al de otros alimentos. La degradación es favorecida por los hidratos de carbono, debido a que las bacterias las atacan más rápido y generan podredumbres. (Prescott et al, 2009, pp. 1053).

1.7. Tratamiento térmico

Los alimentos al ser sometidos a tratamientos térmicos, desarrollan atributos que contribuyen a cualidades organolépticas y de vida útil. Gracias a reacciones como la de Millard, se potencian sensaciones de aroma y sabor, además se reduce la presencia de microorganismos patógenos, toxinas y factores anti nutricionales que influyen en la conservación de productos (Prescott et al, 2009, pp. 1055).

La cocción favorece a la hidrólisis y gelatinización del almidón, también a la desnaturalización de las proteínas e incremento de la digestibilidad del alimento al romper tejidos ya sean de origen animal o vegetal para asistir a la acción enzimática del sistema digestivo (Badui, 2012, pp. 107).

Sin embargo, al exponer a los alimentos a altas temperaturas, sufren cambios irreversibles, ya que se pierden cantidades considerables de sustancias hidrosolubles como vitaminas y minerales por lixiviación, además se destruyen codificaciones de aminoácidos esenciales para el organismo (Badui, 2012, pp. 107).

Cocción en agua

Es la técnica que se utiliza con mayor frecuencia. En este sistema, la altura de cada sitio con referencia al nivel del mar, influye en la temperatura de ebullición del agua. La transferencia de energía se lleva a cabo por la alta conductividad térmica del agua. La temperatura no subirá más a la de ebullición, solo se conseguirá una evaporación más rápida (Badui, 2012, pp. 107).

Como se mencionó antes, una de las desventajas al aplicar estos tratamientos es la pérdida de sustancias hidrosolubles de los alimentos. Al estar en contacto con el agua, la pérdida es inevitable, por esta razón se recomienda que el proceso sea rápido (Badui, 2012, pp. 107).

Cocción con vapor de agua

Este tratamiento térmico no resulta eficaz en comparación a la inmersión total del producto en agua en ebullición. El vapor no tienen las mismas características de conductividad térmica como el agua, sin embargo su uso ha reducido el consumo de productos fritos (Badui, 2012, pp. 113).

Este sistema es aplicado en cocción de mariscos y verduras de forma lenta y controlada. El producto no tiene contacto con el agua, de esta manera no existe pérdida de sustancias hidrosolubles (Badui, 2012, pp. 114).

1.7.1. Empaque y almacenado

El alimento, empaque y medio en el que se almacena, establecen un sistema dinámico de interrelación, en donde la falla de uno estos representaría estar expuesto a una contaminación física, química o biológica, además del deterioro del producto y una posible ETA (Badui, 2012, pp. 121).

Los alimentos absorben y pierden humedad a través del empaque, esto influye en la actividad de agua (A_w) favoreciendo al crecimiento microbiano y pérdida de la palatabilidad (Badui, 2012, pp. 125).

1.8. Análisis microbiológico de los alimentos

Los alimentos suministran el medio óptimo para el crecimiento y supervivencia de los microorganismos (Badui, 2012, pp. 93). El crecimiento microbiano está determinado por factores intrínsecos de los alimentos como pH, humedad, actividad de agua (A_w), etc., y factores extrínsecos como temperatura, humedad relativa y carga microbiana en el alimento (Prescott, Harley y Klein, 2009, pp. 1044).

Algunos alimentos poseen sustancias con actividad antimicrobiana, muchas de estas, sustancias químicas complejas y enzimas propias de los alimentos (Prescott *et al*, 2009, pp. 1095). Por ejemplo el romero (*Rosmarinus officinalis*), posee capacidad antimicrobiana, al igual que el orégano (*Origanum vulgare*), por sus compuestos fenólicos y aldehídos inhibidores (Badui, 2012, pp. 101).

La cadena agroproductiva es susceptible a contaminación en cualquiera de sus puntos de recepción, producción, transporte, conservación y almacenamiento. En la actualidad alimentos crudos como mariscos, frutas y algunos brotes de plantas, han tenido gran demanda en el mercado, razón por la cual existe mayor riesgo de provocar un brote infeccioso de gran impacto al no aplicar medidas sanitarias de control en su producción (Badui, 2012, pp. 87).

La temperatura y humedad son los factores extrínsecos más relevantes para deteriorar alimentos; a mayor humedad relativa, mayor contaminación microbiológica (Badui, 2012, pp. 93).

1.8.1. Crecimiento microbiológico

Para llevar a cabo una identificación de microorganismos, el crecimiento de estos se basa en el aumento de sus componentes celulares. De esta manera, el incremento de microorganismos se ve reflejado en tamaño o número de población (Prescott et al, 2009, pp. 1051).

Cuando el crecimiento microbiano es evaluado en sistemas cerrados, las poblaciones permanecen en estados de fases exponenciales y estacionarios. El medio para su desarrollo es un limitante ya que debe contar con las necesidades y requerimientos básicos para su crecimiento (Prescott et al, 2009, pp. 119).

1.8.2. Medios de cultivo

Los medios de cultivo específicos son una preparación líquida o sólida que influye en el crecimiento y desarrollo de microorganismos por poseer los nutrientes necesarios para su crecimiento. Su composición está relacionada con las necesidades nutricionales del microorganismo requerido, con el fin de identificar una especie en particular (Prescott et al, 2009, pp. 110).

Los medios complejos o específicos son hidrolizados de proteína, obtenidos de diferentes fuentes proteicas como carne, algunos tipos de algas, la soja, etc., denominadas peptonas. Estos extractos aportan aminoácidos, nucleótidos, ácidos grasos, vitaminas y minerales para el desarrollo de los microorganismos (Badui, 2012, pp. 121).

Existe gran diversidad de medios de cultivo, su formulación es innumerable y tiene alta presencia en el mercado. Su aplicación es extensa y necesaria para

el control microbiológico en el procesamiento de alimentos, cosmetología, industria microbiológica y farmacéutica (Prescott et al, 2009, pp. 116).

Cultivos puros

Para la microbiología, el estudio de un microorganismo en particular representaba un problema, ya que el tipo de microorganismos que se pretendía evaluar, crecía en poblaciones mixtas, en condiciones naturales. A raíz de esta necesidad, surgen los cultivos puros; población de células que proceden de una única célula para caracterizar una especie (Prescott et al, 2009, pp. 112).

1.8.3. Contaje microbiológico en los alimentos

La industria alimentaria realiza controles microbiológicos a nivel de laboratorio, con fines de seguimiento y trazabilidad. La siembra en profundidad es la forma común y rápida de sembrar cultivos puros ya que se generan colonias aisladas y su aplicación es frecuente para identificar bacterias y hongos. La cuenta microbiológica se hace a través de unidades formadoras de colonias UFC's (Prescott et al, 2009, pp. 110). La reducción exponencial de UFC's se hace a través de diluciones seriadas, con el fin de identificar y contabilizar muestras (Badui, 2012, pp. 92).

Existen diversas formas de preparar cultivos puros, al igual que las técnicas que implica su siembra. La mezcla de células sobre superficies en placas de agar permite a las mismas formar colonias independientes en medio sólido a lo que se denomina siembra por extensión. El número de colonias debe ser igual al número de microorganismos presentes en la muestra evaluada en condiciones adecuadas de incubación (Prescott et al, 2009, pp. 112).

1.9. Evaluación sensorial

La evaluación sensorial es una ciencia que valora las propiedades organolépticas de los alimentos a través de los sentidos del ser humano. Su

aplicación va desde la clasificación de materias primas y formulaciones hasta el producto terminado, para así determinar su aceptación o rechazo (Espinosa, 2007, pp. 1).

Esta disciplina desempeña un papel importante en la vida útil de un producto ya que no infiere un análisis bromatológico si este no está emparejado con las características organolépticas del mismo (Liria, 2007, pp. 12).

Para valorar un producto alimenticio, se percibe por uno o más sentidos, dependiendo del producto. La percepción recibida es transformada en un estímulo, sea químico o físico codificado por los sentidos u órganos receptores periféricos. El individuo aprecia una sensación de intensidad, duración, agrado o desagrado (Hernández, 2005, pp. 12).

Al consumir alimentos participan estímulos visuales, táctiles, olorosos, auditivos y gustativos. Existen diversas opiniones del rango de importancia que desempeñan los sentidos al evaluar la calidad organoléptica de un producto. La importancia de integrar e interrelacionar los atributos sensoriales permite evaluar al producto de forma general sin menospreciar el papel de ninguno de estos (Espinosa, 2007, pp. 3).

Se define al sentido del gusto como la sensación percibida por un estímulo en la boca, lengua, paladar, faringe, laringe y garganta. El gusto es capaz de identificar sustancias químicas en los alimentos. Células receptoras diferencian sustancias como azúcares, glicoles, aldehídos, alcoholes, etc. Según especialistas el umbral de dulzor es menor en el sexo femenino (Liria, 2007, pp. 22).

El olfato desempeña un papel importante en la evaluación sensorial, pese a esto la caracterización de sus estímulos es muy compleja y se desconocen muchos aspectos de su funcionamiento. La estimulación de células olfatorias depende de la volatilidad de sustancias en los productos. Los olores primarios se clasifican en: floral, mentolado, éter (éter de petróleo), olores putrefactos y alcanforados (Espinosa, 2007, pp. 18).

La importancia que tiene el color al realizar evaluación sensorial se fundamenta en la vinculación creada por el consumidor con las características del alimento, por ejemplo, el color el verde hace relación a las verduras. Se ha demostrado que el consumidor está dispuesto aceptar o rechazar un producto sólo por su apariencia (Espinosa, 2007, pp. 6-7).

Hernández, (2005) explica que el sentido de la vista percibe características externas de los alimentos, el color es la propiedad más representativa, pese a que también se evalúa atributos de la apariencia forma, superficie, tamaño, brillo y uniformidad del producto. Su funcionamiento también se ve ligado a factores fisiológicos de las personas como, edad, alteraciones en la retina, pérdida de la percepción de tamaño – proporción y daltonismo (pp. 12).

1.9.1. Métodos de evaluación sensorial

En la práctica, la evaluación sensorial está limitada por la técnica que se implemente, el conocimiento y disposición por parte de los jueces al realizar la misma y la interpretación de los resultados. En muchos casos es necesario realizar varias pruebas con el objetivo de determinar que método es el más eficaz (Espinosa, 2007, pp. 39).

Varios autores dividen a los métodos de evaluación sensorial en dos grandes grupos:

- Pruebas analíticas
- Pruebas afectivas

Pruebas analíticas

La validez de estas pruebas depende del método empleado. Las mismas se dividen en: pruebas discriminatorias, escalares y descripticas. Se llevan a cabo con jueces seleccionados y capacitados previamente. El objetivo se basa en

comparar dos o más productos, medir cuantitativamente las cualidades organolépticas de productos mediante el uso de escalas y definir a un alimento por las características sensoriales del mismo (Espinosa, 2007, pp. 39).

La capacitación y selección de jueces analíticos consiste en una serie de procedimientos de formación y adiestramiento, además involucra aspectos personales como edad, sexo, carácter, afinidad al producto y disponibilidad de tiempo (Espinosa, 2007, pp. 29-30).

La calidad sensorial depende de la percepción humana. Las propiedades organolépticas de los alimentos son el resultado de la interacción alimento – hombre. Es preciso planificar aspectos ambientales, informativos y prácticos para que condiciones externas no alteren el juicio de los mediadores (Espinosa, 2007, pp. 12).

Pruebas afectivas

El uso de este método aporta información esencial del producto y refleja la aceptación o rechazo del mismo. Estas pruebas se desarrollan con personas que no han sido capacitadas ni entrenadas previamente. Se lo lleva a cabo en situaciones externas desfavorables como pruebas de laboratorio diseñados para el mismo (Liria, 2007, pp. 22).

La mayoría de participantes son seleccionados al azar, deben ser consumidores reales o tener conocimiento del producto. La prueba afectiva permite determinar la aceptación o nivel de agrado del alimento evaluado. La influencia de factores externos puede alterar los juicios de las personas, por esta razón resulta imprescindible planificar aspectos como: explicación detallada del procedimiento, presentación adecuada de las muestras y ambiente adecuado para el análisis sensorial (Espinosa, 2007, pp. 12).

2. CAPITULO II.- METODOLOGÍA

2.1. Materiales

- Criba de malla graduada para clasificación del grano (1 mm).
- Envases de vidrio herméticos para germinación (500 ml)
- Termómetro calibrado marca TAYLOR
- Termómetro TAYLOR
- Refrigeradoras Samsung
- Pinzas metálicas
- Balanza (C.E)
- Cajas Petri Compact Dry. Conteo de Aerobios mesófilos, E. coli – Coliformes y Mohos y levaduras
- Contador de colonias
- Pipeta automática (100:1000)
- Puntas estériles de micro pipeta
- Rack para puntas estériles
- Rack para frascos estériles
- Cámara de flujo laminar (Thermo scientific)
- Frascos Estériles
- Autoclave (Thermo scientific)
- Incubadora (Mettler)
- Tarrinas plásticas sin agujeros.

2.2. Reactivos

- Agua peptonada buferada
- Etanol 70%

2.3. Métodos

- Evaluación de vida útil.
 - Evaluación sensorial.
 - Análisis afectivo.
Método de ordenamiento y evaluación con escala hedónica. Adaptado de (Espinosa, J, 2007).
 - Análisis microbiológico de Aerobios mesófilos, E. coli – Coliformes y Mohos y levaduras.
 - Cultivo microbiológico de aerobios mesófilos, E. coli y coliformes, mohos y levaduras.
Métodos adaptados de INEN 1529-5, 2006, INEN 1529-8, 2015 e INEN 1529-10, 1998.
- Métodos para el análisis estadístico de datos experimentales.
ANOVA y prueba de Tukey.

2.4. Parte experimental

2.4.1. Localización del experimento

El experimento se lo realizo en la ciudad de Quito, en los laboratorios de Química e Ingeniería Agroindustria y de Alimentos de la Universidad de las Américas, sede Queri.

2.4.2. Preparación de la muestra

Se empleó como materia prima la variedad de amaranto INIAP Alegría, la misma que se caracteriza por su diminuto diámetro (1,1 mm) y color crema dominante.

La materia prima se clasificó en criba de 1 mm de diámetro, siendo un grano de primer grado según la NTE-INEN 2646, 2012; germinado a los 16,5°C de temperatura ambiente.

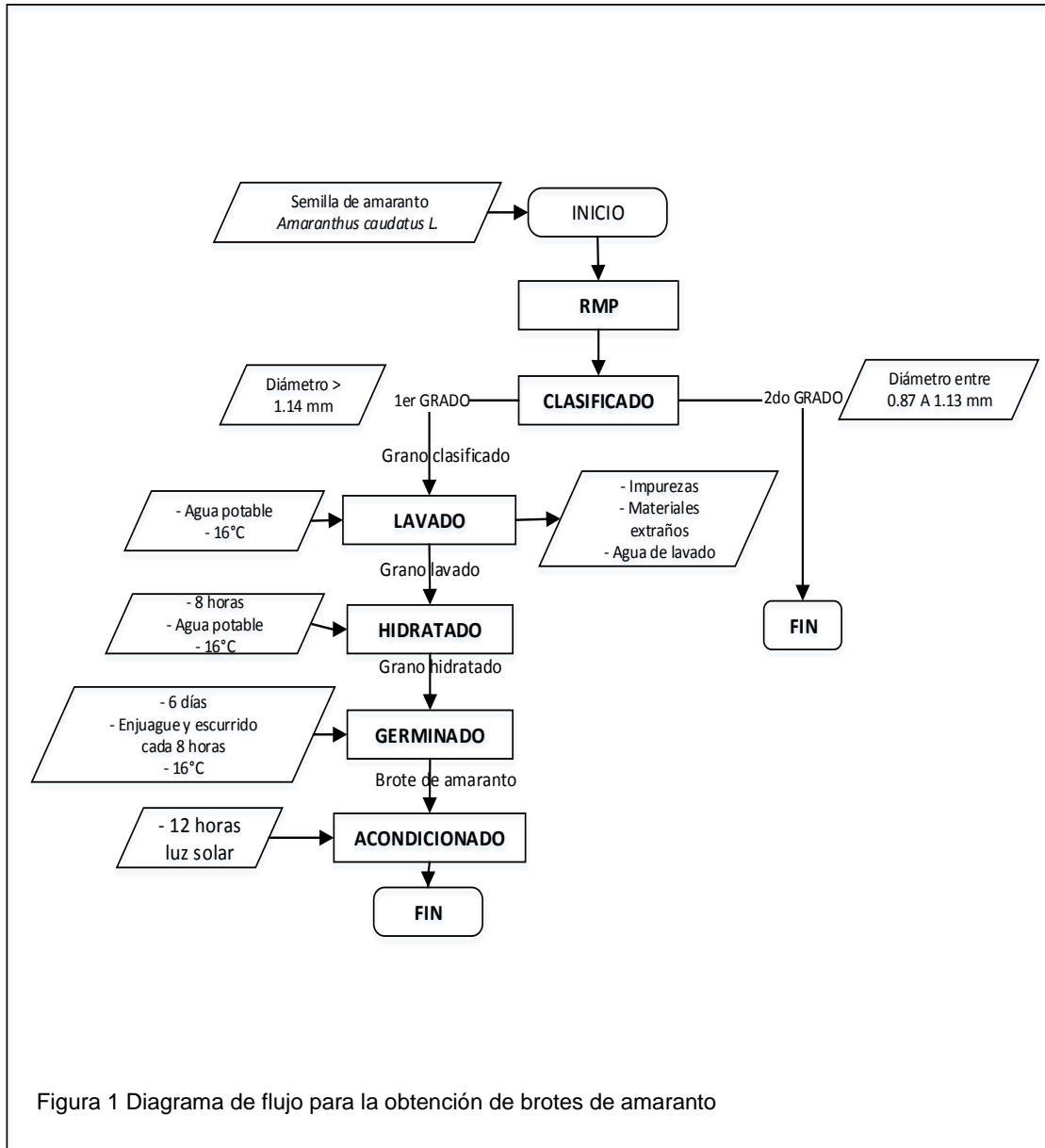
Finalmente las muestras fueron codificadas y almacenadas en un lugar fresco y seco para seguidamente desarrollar los objetivos y análisis correspondientes.

2.4.3. Diagramas de flujo

En la figura 1 y 2 se presentan los diagramas de flujo para obtener germinados de amaranto y el manejo del experimento para evaluar la vida útil de germinados de amaranto (*Amaranthus caudatus L.*).

2.4.4. Variables a evaluar

- Evaluación de vida útil.
 - Evaluación sensorial
 - Análisis microbiológico



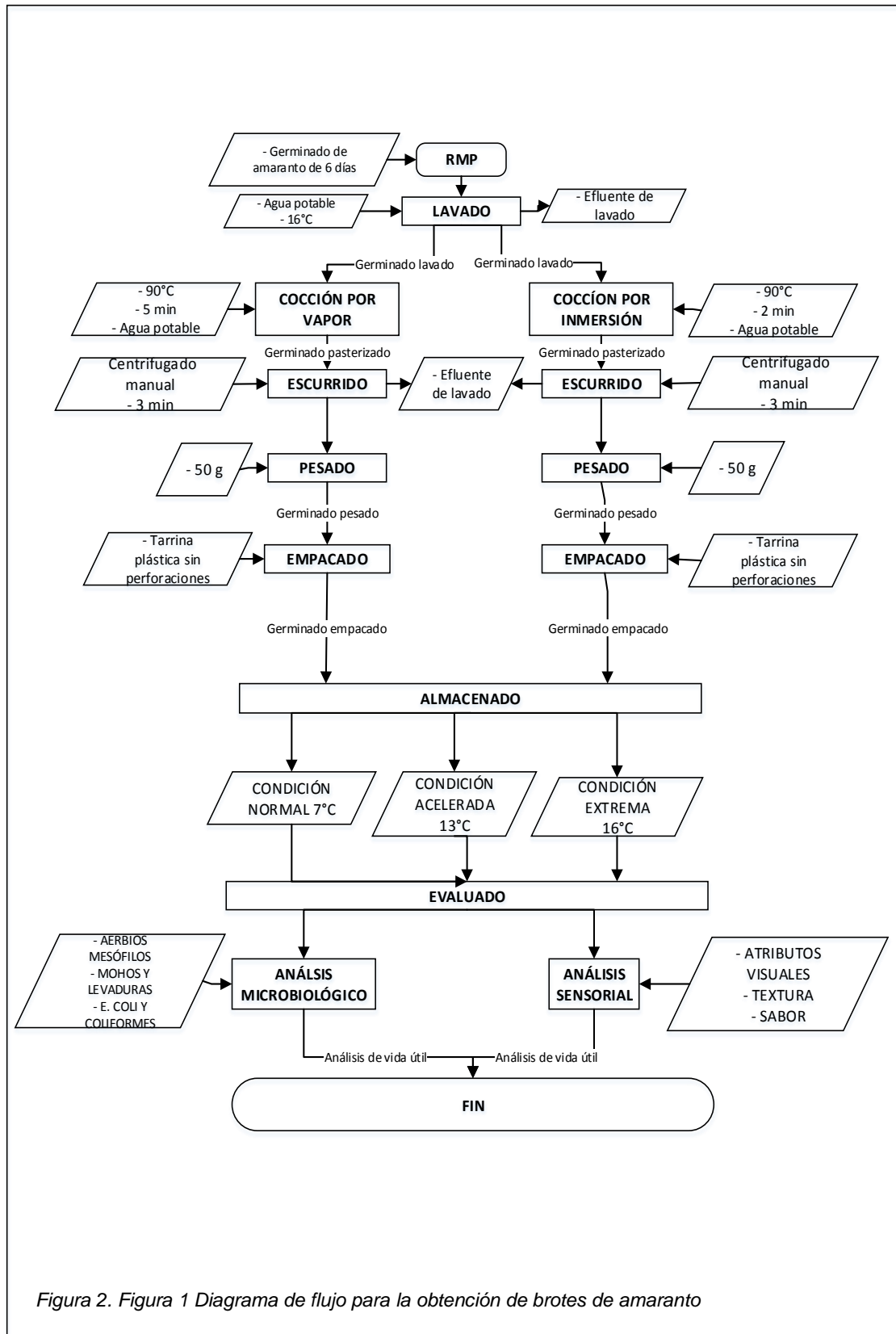


Figura 2. Figura 1 Diagrama de flujo para la obtención de brotes de amaranto

2.5. Diseño experimental

Unidad experimental: Compuesta de 50 g de producto por repetición.

En la Tabla 3 se indican los factores de estudio para evaluación de vida útil de brotes de amaranto.

Tabla 3. Factores y niveles de estudio

FACTOR	NIVEL	DESCRIPCIÓN DEL NIVEL
A.- Condiciones de almacenamiento	a0	Condición normal 7°C
	a1	Condición acelerada 13°C
	a2	Condición extrema Temperatura ambiente 16°C
B.- Tipo de tratamiento térmico	b0	Cocción por inmersión
	b1	Cocción por vapor

Se utiliza un diseño completamente al azar (D.C.A), con 2 repeticiones, 6 tratamientos y un testigo en arreglo factorial AxB en donde A: condiciones de almacenamiento en 3 niveles, y B: tipo de tratamiento térmico en 2 niveles.

2.5.1. Tratamientos

Combinación de los factores de estudio (AxB) y los niveles indicados en la Tabla anterior se obtienen los siguientes tratamientos:

Tabla 4. Combinación de factores de estudio

N°	Tratamiento	Condición	Tratamiento
1	a0-b0	Condición normal	Inmersión
2	a0-b1	Condición normal	Vapor
3	a1-b0	Condición acelerada	Inmersión
4	a1-b1	Condición acelerada	Vapor
5	a2-b0	Condición extrema	Inmersión
6	a2-b1	Condición extrema	Vapor
7	Testigo	Temperatura ambiente	Sin tratamiento térmico

2.5.2. Características del diseño

Número de repeticiones	2
Número de tratamientos	7
Unidades experimentales	14

2.5.3. Análisis estadístico

Tabla 5. Análisis estadístico

FUENTE DE VARIACIÓN	FÓRMULA	GRADOS DE LIBERTAD
Total	$(axb-1)$	13
Repeticiones	$(r-1)$	1
Factor A	$(a-1)$	2
Factor B	$(b-1)$	1
Efecto AxB	$(a-1)(b-1)$	2
Error experimental	Diferencia	7

2.5.4. Codificación de muestras

El grano germinado fue dividido en tres muestras codificadas que se definen de la siguiente manera: La muestra “420” corresponde al grano germinado sometido a un tratamiento térmico de inmersión en agua a 90°C por 2 minutos y almacenado en diferentes temperaturas; la muestra “530” corresponde al grano germinado sometido a un tratamiento térmico de vapor de agua a 90°C por 5 minutos y almacenadas a diferentes temperaturas y por último, la muestra “640” corresponde a un tratamiento testigo el cual no fue sometido a un tratamiento térmico, envasado y almacenado a temperatura ambiente. La temperatura de almacenado corresponde al diseño detallado en la Tabla 3.

Respecto al tipo de empaque, se realizó un ensayo piloto, descrito en el Punto 2.6 que establece el uso de una tarrina plástica con perforaciones, con el fin de aplicar un prototipo de empaque diferente al utilizado por las marcas comerciales de germinados en el país y de esta manera evaluar y comparar su efecto en la vida útil de germinados a diferencia de una tarrina plástica sin perforaciones.

2.6. Ensayo piloto

El ensayo piloto es un experimento previo al diseño experimental, en el cual se realizará una evaluación y comparación del uso de una tarrina plástica perforada versus el empaque tradicional de brotes que son tarrinas plásticas sin perforar. También experimentar en brotes dos tratamientos térmicos de pasteurización y un patrón que permitan comparar y determinar su efecto en el tiempo de vida útil del producto almacenado. En el día 0 (sexto día de germinación) se aplicará un análisis sensorial y microbiológico que permita comparar el número de colonias en el día 7. Finalmente los brotes son inoculados en varias diluciones para establecer rangos de dilución que permitan contabilizar esas colonias.

Con todos estos lineamientos del ensayo piloto se obtuvieron los parámetros necesarios para llevar a cabo el diseño experimental, indicado en el Punto 2.5 y descrito en la Figura 2.

Se inicia el ensayo con la variedad de amaranto INIAP Alegría de primer grado. En la Tabla 6, se presentan los requisitos físicos de calidad según la NTE INEN 2646, 2012. El grado que se le otorga a la semilla influye a las características visuales para una óptima germinación.

Tabla 6. Requisitos físicos de los tres grados de calidad del amaranto

Requisito físico	Unidad	Grado 1	Grado 2	Grado 3
Masa hectolítrica	Kg/hl	≥80	≤78	≤72
Tamaño del grano	mm	≥1,14	0,87 a 1,13	<0,87
Masa de 1000 granos		≥1,43	≥0,94	≥0,55
Granos rojos /rosados	%	0,5 – 0,2	2,1 - 9	≥9,1
Granos negros	%	0 - 4	4,1 - 9	≥9,1
Color predominante del grano		Blanco/crema	Blanco/crema	Mixtura
Forma del grano		Ovoidea	Ovoidea	Ovoidea

Tomado de Norma NTE INEN 2646, 2012, pp. 3

2.6.1. Germinación del amaranto

Para la obtención de brotes de amaranto es necesario iniciar con el remojo del grano por 8 horas en frascos de vidrio herméticos a temperatura ambiente

promedio de 16,5°C. Se mantuvo una humedad relativa de 100%. Posteriormente se realizan lavados y escurridos manuales cada 8 horas en un periodo de 24 horas por 6 días (Ver Figura 2).

El periodo germinativo culmina con 12 horas de exposición indirecta al sol. El propósito es obtener semillas germinadas de amaranto. Se establecen parámetros de temperatura y tiempo para la germinación. El promedio de temperaturas en 6 días de germinación se presenta en la Tabla 7.

Tabla 7. Temperatura y días de germinación

DÍAS DE GERMINACIÓN	TEMPERATURA (°C)
1	16,3
2	16,8
3	16,4
4	16,7
5	16,4
6	16,8
Promedio	16,5

La temperatura ambiente presenta un promedio de 16,5 °C en los 6 días de germinación.

El amaranto germinado para el ensayo preliminar es codificado, empacado y almacenado en tarrinas plásticas con perforaciones para su posterior evaluación microbiológica y sensorial.

2.6.2. Análisis microbiológico

El muestreo para microbiología se realizó en el periodo de 7 días al inicio del almacenaje denominado como día 0 y día 7 respectivamente en las condiciones establecidas en la Tabla 3.

Los análisis microbiológicos del amaranto germinado se basan en los análisis microbiológicos para los alimentos según la NTE-INEN 1529.

Al no contar con una normativa específica para brotes de amaranto Los análisis microbiológicos para determinar su calidad sanitaria, se unen a las pedidas en la norma *Leguminosas. Grano desamargado de chocho* NTE-INEN 2390, 2005 los cuales son:

- Recuento de aerobios mesófilos.
- Recuento E. coli, Coliformes.
- Recuento mohos y levaduras.

Tabla 8. Recuento microbiológico del chocho desamargado

Requisitos	Unidad	Valor	Método ensayado
Recuento aerobios totales	UFC/g	$18 \times 10^2 - 1 \times 10^3$	NTE INEN 1529-5
Recuento coliformes totales	NMP/g	$10 - 10^2$	NTE INEN 1529-7
Recuento hongos y levaduras	UFC/cm ³	$0 - 5 \times 10^2$	NTE INEN 1529-10
<i>Escherichia coli</i>		Ausencia	NTE INEN 1529-8
Tipificación E. coli 0157 HT		Ausencia	NTE INEN 1529-8
UFC = Unidades Formadoras de Colonias NMP = Número Más probable.			

Tomado de Norma NTE INEN 2390, 2005, pp. 2

Los resultados microbiológicos se llevan a cabo mediante el cálculo de UFC/ml. El resultado del contaje en el día 0 y 7 de experimentación, es multiplicado por la dilución exponencial utilizada (Tabla 12, 13 y 14).

La siembra se realizó en Petri films, utilizando la marca Japonesa Compact Dry para conteo de Aerobios mesófilos, E. coli – coliformes y mohos y levaduras.

En el ensayo piloto se aplicaron distintas diluciones sin repetición, mientras que en el modelo experimental se realizó diluciones seriadas con repetición. Los

resultados experimentales se expresan en curvas de crecimiento microbiano por muestra.

2.6.3. Análisis Sensorial

El análisis sensorial se realizó en el día 0 del procesamiento (correspondiente al sexto día de germinación), con la participación de 25 jueces afectivos, adaptando las recomendaciones para análisis sensorial citados en Espinosa, 2007.

2.6.3.1. Pruebas afectivas para análisis sensorial

La cata de los brotes de amaranto se realizó en tres presentaciones siguiendo las muestras codificadas establecidas 420, 530 y 640; con el fin de conocer la aceptabilidad o rechazo del producto en función al tratamiento sometido y la temperatura de almacenado. El ensayo piloto se realizó con 25 jueces afectivos.

2.6.3.2. Evaluación de atributos visuales y textura

Se realizó mediante la utilización del método de ordenamiento aplicando una escala numérica comprendida de 1 a 3 puntos, siendo 3 la muestra menos aceptable, 2 la muestra intermedia y 1 la muestra de mayor agrado al atributo asignado.

2.6.3.3. Evaluación de sabor

La evaluación de sabor se realizó mediante la utilización de una escala hedónica de 9 puntos. La escala hedónica o escala de Likert se basa en crear una lista ordenada de 9 puntos donde la respuesta corresponde a un grado de satisfacción equilibradas en un punto neutro; el número 5 (Espinosa, 2007, pp. 5-6).

3. CAPITULO III.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Ensayo piloto

3.1.1. Análisis microbiológico

Posterior a la siembra e incubación microbiológica en las condiciones establecidas y en el tipo de empaque mencionado, se obtuvieron los siguientes resultados en el día 0 y 7 de evaluación como se indica en la Tabla 9. Los resultados del conteo microbiológico del día 0 y 7 respectivamente se presentan en los Anexos I y II.

Tabla 9. Resultados microbiológicos ensayo piloto.

DÍA DE MUESTREO	TRATAMIENTO ENSAYADO		DILUCIÓN	AEROBIOS MESÓFILOS (UFC/ml)	E. COLI - COLIFORMES (UFC/ml)	MOHOS Y LEVADURAS (UFC/ml)
0	420	Todos	10 ⁻¹	Ausencia	Ausencia	Ausencia
	530	Todos		Ausencia	Ausencia	Ausencia
	640	Todos		Ausencia	Ausencia	Ausencia
7	420	1	10 ⁻²	Ausencia	Ausencia	5.0 x 10 ⁻²
		2		Ausencia	Ausencia	7.0 x 10 ⁻²
		3		Ausencia	Ausencia	9.0 x 10 ⁻²
		4		Ausencia	Ausencia	5.0 x 10 ⁻²
		5		Ausencia	Ausencia	7.0 x 10 ⁻²
		6		Ausencia	Ausencia	Ausencia
	530	1	10 ⁻³	9.3 x 10 ⁻²	8.0 x 10 ⁻³	1.0 x 10 ⁻³
		2		2.0 x 10 ⁻¹	1.0 x 10 ⁻²	1.0 x 10 ⁻³
		3		1.2 x 10 ⁻¹	9.0 x 10 ⁻³	4.0 x 10 ⁻³
		4		1.1 x 10 ⁻¹	9.0 x 10 ⁻³	4.0 x 10 ⁻³
		5		9.3 x 10 ⁻²	1.0 x 10 ⁻²	2.0 x 10 ⁻³
		6		1.1 x 10 ⁻¹	8.0 x 10 ⁻³	2.0 x 10 ⁻³
	640	1	10 ⁻⁴	Ausencia	Ausencia	1.3 x 10 ⁻³
		2		Ausencia	Ausencia	1.5 x 10 ⁻³

Al evaluar los procedimientos, tipo de empaque y medios de conservación se evidencia con los resultados obtenidos que tanto los tratamientos térmicos, procesamiento y el uso de plástico con perforaciones como empaques, presentaron muestras contaminadas al séptimo día de almacenamiento.

Las labores de higienización tanto en los 6 tratamientos 420 (grano entero germinado sometido a tratamiento térmico de inmersión en agua) y los 6 tratamientos 530 (grano entero germinado sometido a un tratamiento térmico de vapor de agua) no fueron lo suficientemente eficaces para el control parcial del desarrollo de microorganismos, pese a que su efecto es contribuido al almacenado de las muestras en refrigeración.

Los tratamientos 640 (grano entero germinado utilizado como tratamiento testigo) presentaron solo contaminación de ataque de hongos. Con esto se evidencia que la contaminación por E. coli – coliformes en tratamientos 420 y 530 fue adquirido en el procesamiento.

El tipo de empaque utilizado evidencia que no existe una exposición considerable del producto con el exterior. La contaminación de aerobios mesófilos es evidente pero no abundante en el tratamiento 530 a diferencia del 420 y 640 que presentan ausencia. Es preciso realizar una comparación de empaques para determinar el desarrollo de hongos en las muestras.

Estos resultados, especialmente los obtenidos en el tratamiento 530 indican riesgo sanitario para la salud del consumidor e incumplimiento de la NTE-INEN 2390, 2005.

3.1.2. Análisis sensorial

Los brotes fueron divididos por tratamientos en porciones de 1 g para realizar la cata a través de 25 jueces afectivos. Los resultados fueron sometidos a un análisis de la varianza y prueba de Tukey para determinar su diferencia estadística significativa.

Se aplican técnicas de ordenamiento (Anexos V, VI, VII, VIII, IX y XI) y prueba hedónica (Anexo X) para evaluar atributos de apariencia, textura y sabor de los brotes de amaranto.

Posterior al análisis de datos de la prueba sensorial piloto, no se obtuvieron resultados significativos en cualidades como el color, tamaño, brillo, aroma, textura y sabor excepto en la forma. Los datos y promedios obtenidos del análisis sensorial se presentan en el Anexo III.

Las 25 pruebas sensoriales, demuestran que el consumidor tiene mayor preferencia de la forma que presenta el brote en el tratamiento 530 (grano entero germinado sometido a tratamiento térmico de vapor de agua) por obtener menor puntuación aplicando la escala establecida. En la Tabla 10 se presenta el análisis de varianza sometido a las 25 pruebas sensoriales realizadas.

Tabla 10. Análisis de la varianza de la forma del amaranto germinado.

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>
Entre grupos	5,04	2	2,52	4,035	0,021
Dentro de los grupos	44,96	72	0,62		
Total	50	74			

*Alta significancia

* $\alpha = 0.05$

Dado que la probabilidad es menor al nivel de significancia, debe existir en al menos un tratamiento, promedio de puntuaciones distintas con el 95% de confiabilidad.

Tabla 11. Promedios y prueba de Tukey al 5% para evaluación de forma del amaranto germinado

TRATAMIENTO	PROMEDIO		
420	2,24		
530	1,64		
640	2,12		
COMBINACIONES ENTRE PROMEDIOS			
	420	530	640
420		0,6	0,12
530			0,48
640			

Como indica la Tabla 11, sí existe diferencia significativa entre tratamientos 420 y 530. El tratamiento térmico por vapor resulta no provocar mucho impacto hacia los germinados en su forma. La cocción prolongada de germinados en agua, hace que los mismos pierdan humedad y cambien su estructura.

Con estos resultados se procede a realizar la parte experimental por triplicado.

3.2. Resultados experimentales

3.2.1. Análisis microbiológico

Al igual que en el ensayo piloto, las siembras microbiológicas se realizaron en Petri films de la marca Japonesa Compact Dry para el conteo de aerobios totales, E. coli – coliformes y mohos y levaduras.

En la Tabla 12, 13 y 14 se presentan los resultados de contaje obtenidos de los 3 diseños experimentales respectivamente, en donde se ven contabilizadas las Unidades Formadoras de Colonia (UFC's). Aplicando la siguiente simbología

- UFC= Unidad Formadora de Colonia
- AU = Ausencia
- MNPC = Muestra No se Puede Contar

Tabla 12. Resultados del conteo de microorganismos días 0 y 7. Diseño experimental

1

DISEÑO EXPERIMENTAL 1 (D.E 1)									
Día de muestreo	Tratamiento ensayado		Dilución	Aerobios mesófilos (UFC/ml)		E. coli - Coliformes (UFC/ml)		Mohos y levaduras (UFC/ml)	
				Repetición					
				1	2	1	2	1	2
0	420	Todos	10 ⁻¹	AU	AU	AU	AU	AU	AU
	530	Todos		AU	AU	AU	AU	AU	AU
	640	Todos		AU	AU	AU	AU	AU	AU
7	420	1	10 ⁻¹	AU	AU	3,0 x 10 ¹	5,0x10 ³	7,0 x 10 ⁻¹	5,0 x 10 ⁻¹
		2		AU	AU	4,0 x 10 ⁻¹	AU	5,0 x 10 ⁻¹	9,0 x 10
		3		AU	AU	4,0 ¹ x 10	2,4 x 10 ¹	7,0 x 10 ⁻¹	5,0 x 10 ⁻¹
		4		2,5 x 10	AU	AU	5,6 x 10 ¹	9,0 x 10 ⁻¹	7,0 x 10 ⁻¹
		5		4,6 x 10 ¹	3,0 x 10 ¹	6,8 ¹ x 10	4,4 x 10 ¹	9,0 x 10 ⁻¹	8,0 x 10 ⁻¹
		6		7,0 x 10 ¹	5,0 x 10 ¹	5,0 ¹ x 10	5,4 x 10 ¹	7,0 x 10 ⁻¹	5,0 x 10 ⁻¹
	530	1		AU	AU	4,0 ⁻¹ x 10	1,0 x10 ⁻¹	5,0 x 10 ⁻¹	7,0 x 10 ⁻¹
		2		AU	AU	AU	AU	4,0 x 10 ⁻¹	5,0 ⁻¹ x 10 ⁻¹
		3		AU	AU	1,0 ⁻¹ x 10	AU	6,0 x 10 ⁻¹	5,0 x 10 ⁻¹
		4		AU	AU	1,0 ⁻¹ x 10	1,0 x 10 ⁻¹	4,0 x 10 ⁻¹	6,0 x 10 ⁻¹
		5		AU	AU	AU	AU	7,0 x 10 ⁻¹	9,0 x 10 ⁻¹
		6		AU	AU	AU	AU	8,0 x 10 ⁻¹	7,0 x 10 ⁻¹
	640	1		AU	AU	AU	AU	1,0 x 10	1,2 x 10
		2		AU	AU	AU	AU	1,5 x 10	1,3 x 10

Tabla 13. Resultados del conteo de microorganismos días 0 y 7. Diseño experimental 2.

DISEÑO EXPERIMENTAL 2 (D.E 2)									
0	420	Todos	10 ⁻¹	AU	AU	AU	AU	AU	AU
	530	Todos		AU	AU	AU	AU	AU	AU
	640	Todos		AU	AU	AU	AU	AU	AU
7	420	1	10 ⁻²	AU	AU	AU	AU	5,0 x 10 ⁻²	6,0 x 10 ⁻²
		2		AU	AU	AU	AU	AU	AU
		3		AU	AU	AU	AU	7,0 x 10 ⁻²	4,0 x 10 ⁻²
		4		AU	AU	AU	AU	7,0 x 10 ⁻²	9,0 x 10 ⁻²
		5		AU	AU	AU	AU	2,6 x 10 ⁻¹	1,2 x 10 ⁻¹
		6		AU	AU	AU	AU	2,5 x 10 ⁻¹	2,7 x 10 ⁻¹
	530	1		AU	AU	AU	AU	4,0 x 10 ⁻²	5,0 x 10 ⁻²
		2		AU	AU	AU	AU	1,0 x 10 ⁻¹	6,0 x 10 ⁻²
		3		AU	AU	AU	AU	5,0 x 10 ⁻²	7,0 x 10 ⁻²
		4		AU	AU	AU	AU	MNPC	8,0 x 10 ⁻²
		5		AU	AU	AU	AU	8,0 x 10 ⁻²	9,0 x 10 ⁻²
		6		AU	AU	AU	AU	2,2 x 10 ⁻¹	1,8 x 10 ⁻¹
	640	1		AU	AU	AU	AU	MNPC	MNPC
		2		AU	AU	AU	AU	4,4 x 10 ¹	3,2 x 10 ¹

Tabla 14. Resultados del conteo de microorganismos días 0 y 7. Diseño experimental

DISEÑO EXPERIMENTAL 3 (D.E 3)									
0	420	Todos	10 ⁻¹	AU	AU	AU	AU	AU	AU
	530	Todos		AU	AU	AU	AU	AU	AU
	640	Todos		AU	AU	AU	AU	AU	AU
7	420	1	10 ⁻³	AU	AU	AU	AU	6,0 x 10 ⁻³	5,0 x 10 ⁻³
		2		AU	AU	AU	AU	6,0 x 10 ⁻³	1,7 x 10 ⁻²
		3		AU	AU	AU	AU	1,0 x 10 ⁻²	7,0 x 10 ⁻³
		4		AU	AU	AU	AU	8,0 x 10 ⁻³	7,0 x 10 ⁻³
		5		AU	AU	AU	AU	5,0 x 10 ⁻³	7,0 x 10 ⁻³
		6		AU	AU	AU	AU	1,7 x 10 ⁻²	3,5 x 10 ⁻²
	530	1		AU	AU	AU	AU	7,0 x 10 ⁻³	4,0 x 10 ⁻³
		2		AU	AU	AU	AU	3,0 x 10 ⁻³	6,0 x 10 ⁻³
		3		AU	AU	AU	AU	AU	AU
		4		AU	AU	AU	AU	1,9 x 10 ⁻²	7,0 x 10 ⁻³
		5		AU	AU	AU	AU	1,3 x 10 ⁻²	MNPC
		6		AU	AU	AU	AU	MNPC	MNPC
	640	1		AU	AU	AU	AU	3,8 x 10 ¹	MNPC
		2		AU	AU	AU	AU	MNPC	MNPC

La Tabla 12, 13 y 14 muestran los resultados obtenidos en los tres diseños experimentales al día 0 y 7 de evaluación. Con estos resultados se obtiene el promedio de cada uno de las réplicas como se detalla en el Anexo IV para ser expresados en UFC/ml.

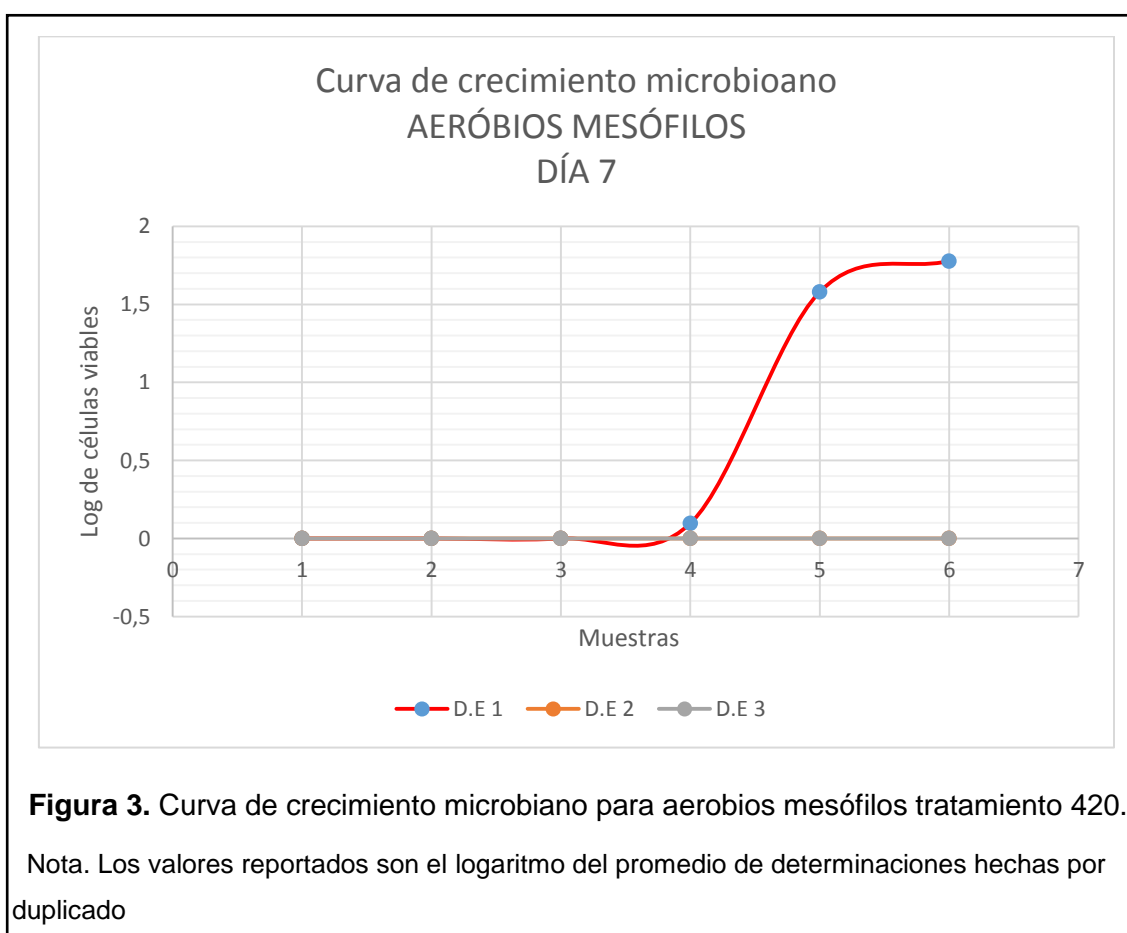
3.2.2. Curvas de crecimiento

A continuación se presenta el recuento de aerobios mesófilos, E. coli – coliformes y mohos y levaduras por diseño experimental.

3.2.2.1. Resultados tratamiento 420.

Aerobios mesófilos

En la Figura 3 se presenta la curva de crecimiento para aerobios mesófilos del tratamiento 420. Los datos graficados son el resultado de promedios (Anexo IV) entre el conteo de microorganismos por duplicado y la dilución utilizada (Tabla 12) expresados en logaritmo.



Se puede apreciar que la contaminación inicia con la presencia de aerobios mesófilos en las 2 últimas muestras, que como se explica en la Tabla 4, han sido procesadas y almacenadas en condiciones aceleradas y extremas

dependiendo de su tratamiento térmico. Pese a que el diseño experimental se realizó con plástico sin perforaciones como empaque, existió contaminación por parte de la muestra testigo a diferencia del ensayo piloto que presentó ausencia.

E. coli – coliformes

En la Figura 4 se presenta la curva de crecimiento para E. coli – coliformes del tratamiento 420. Los datos expresados son el resultado de promedios (Anexo IV) entre el conteo de microorganismos por duplicado y la dilución utilizada (Tabla 12).

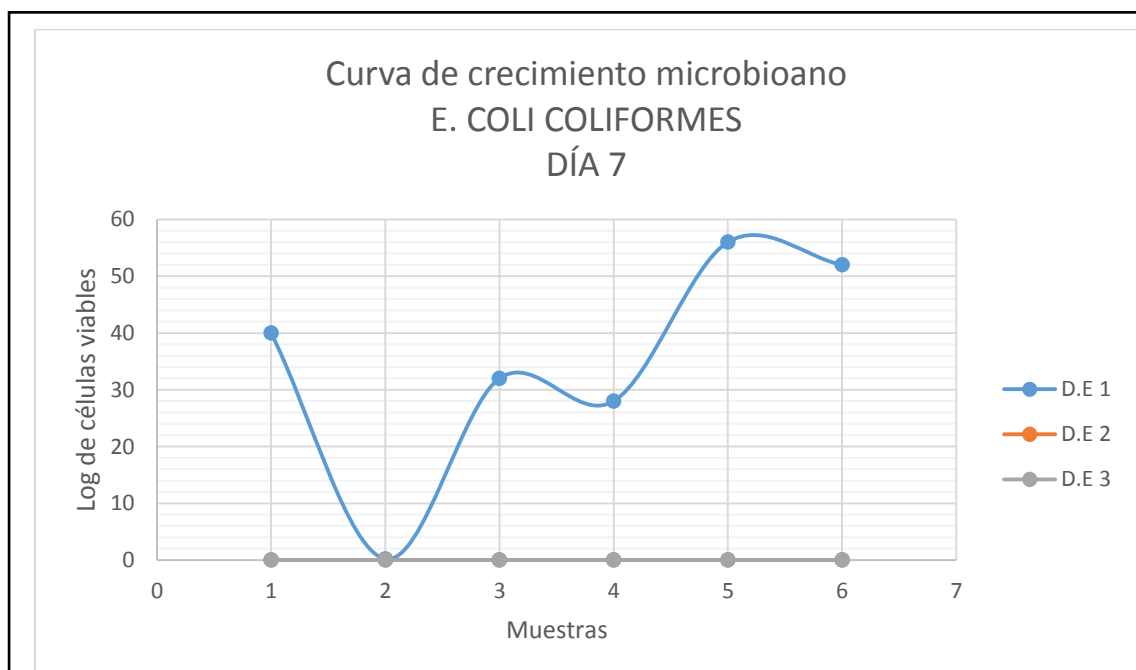


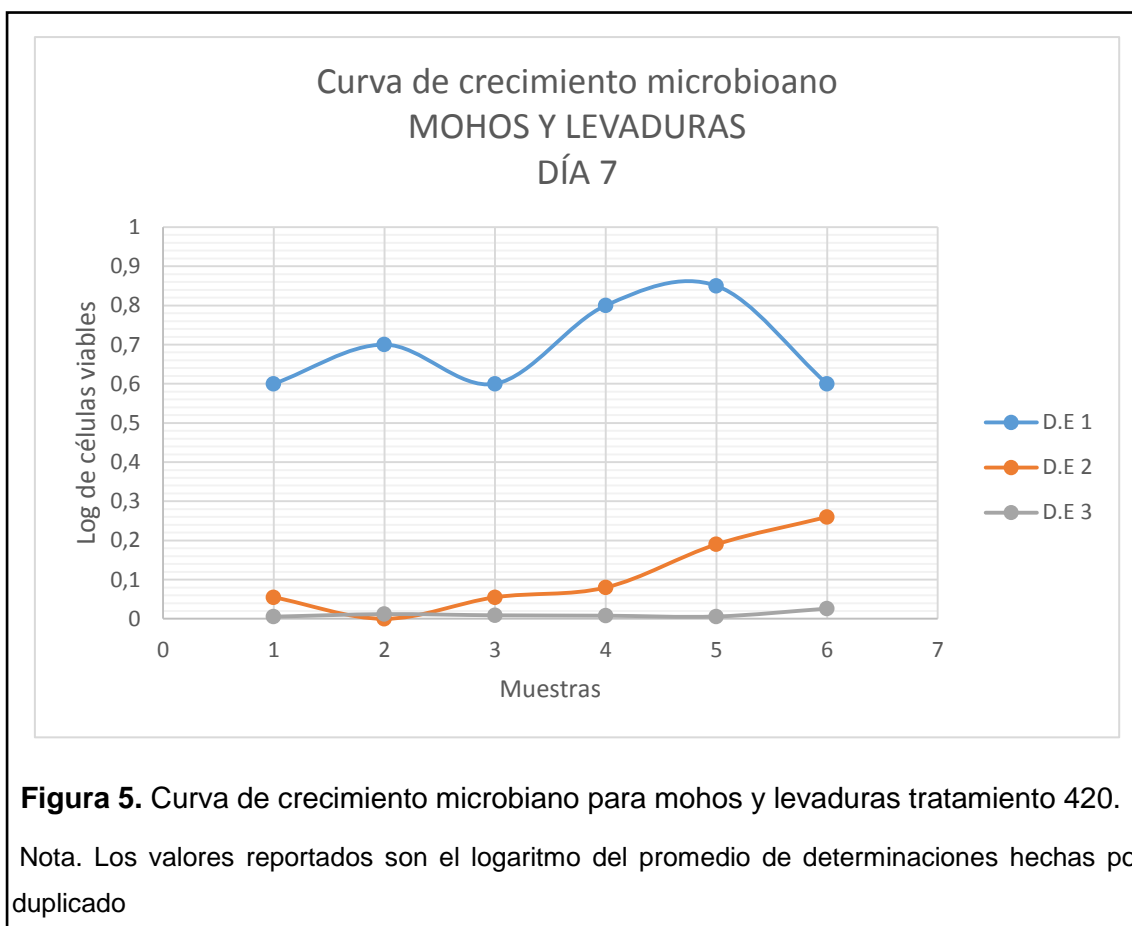
Figura 4. Curva de crecimiento microbioano para E. coli - coliformes tratamiento 420.

Nota. Los valores reportados son el logaritmo del promedio de determinaciones hechas por duplicado

A partir de la muestra número 4 del tratamiento 420 del primer diseño experimental empieza una contaminación considerable de E. coli. La dilución permite un conteo exponencial considerable e insinúa que el procesamiento para el primer diseño experimental tuvo contaminación en algún proceso del mismo.

Mohos y levaduras

En la Figura 5 se presenta la curva de crecimiento para mohos y levaduras del tratamiento 420. Los datos expresados son el resultado de promedios (Anexo IV) entre el conteaje de microorganismos por duplicado y la dilución utilizada (Tabla 12).

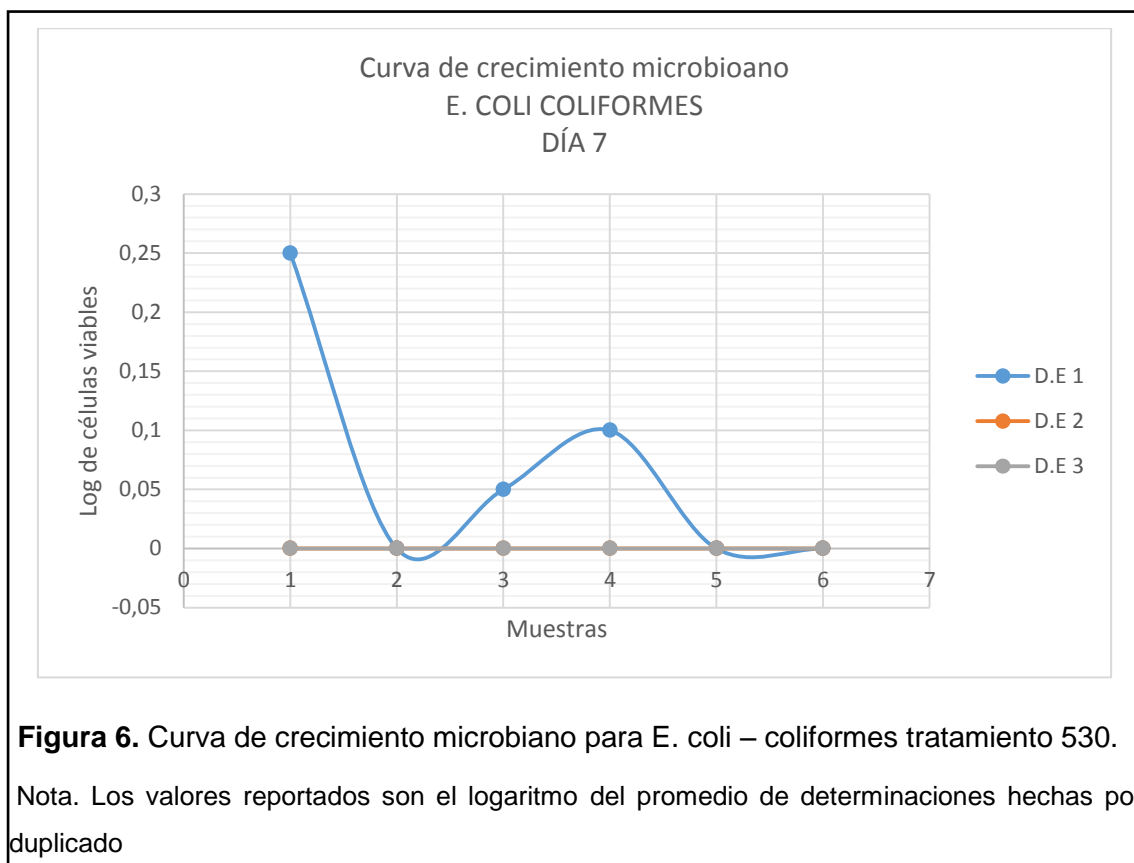


La contaminación por parte de hongos es evidente en los tres diseños experimentales. Los tratamientos térmicos aplicados no diferencian significativamente entre muestras ya que los resultados obtenidos en condiciones normales de almacenaje no diferencian de los que son almacenados en condiciones aceleradas y extremas.

3.2.2.2. Resultados 530

E. coli – coliformes

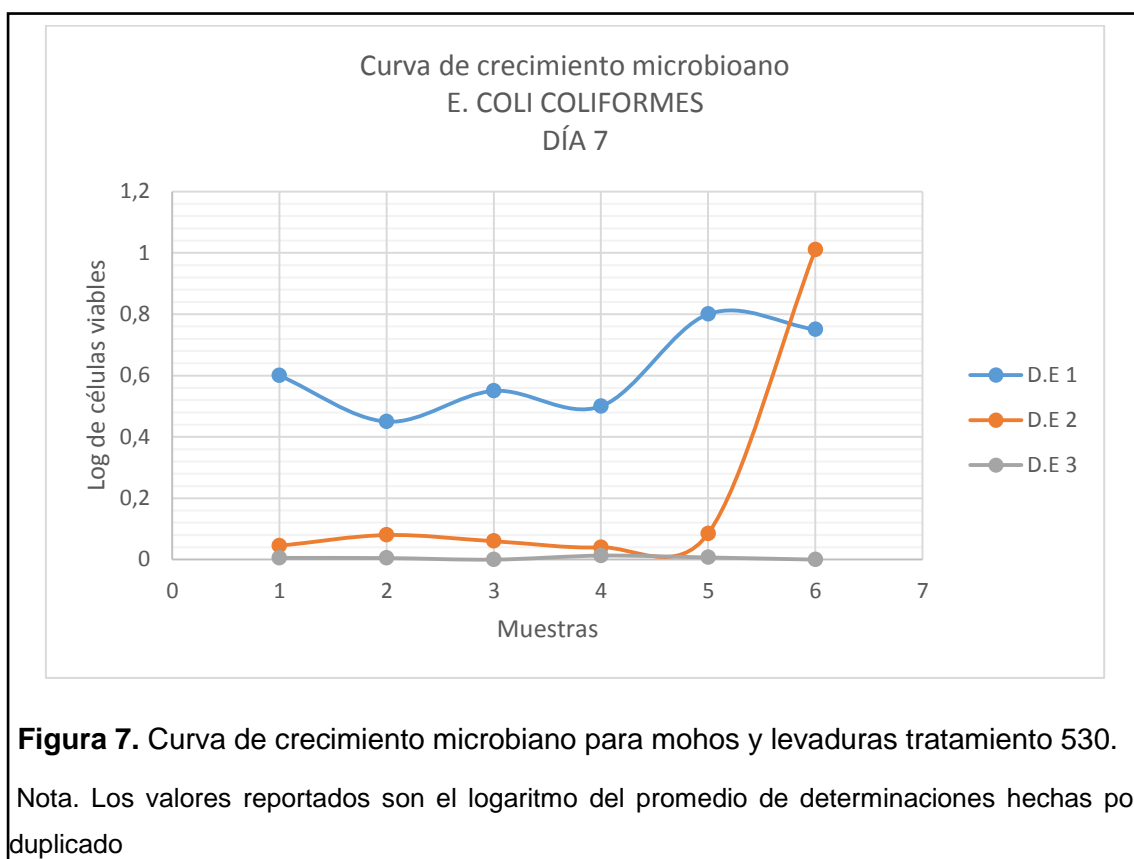
En la Figura 6 se presenta la curva de crecimiento para E. coli – coliformes del tratamiento 530. Los datos expresados son el resultado de promedios (Anexo IV) entre el conteaje de microorganismos por duplicado y la dilución utilizada (Tabla 13).



Como se evidencio en el tratamiento 420; en el diseño experimental 1 existió una contaminación considerable de E. coli. Los resultados indican la presencia de esta entero bacteria a partir de la primera muestra con lo que se infiere que la contaminación fue provocada después de los tratamientos térmicos, en etapa previa al empacado y almacenado.

Mohos y levaduras

En la Figura 7 se presenta la curva de crecimiento para mohos y levaduras del tratamiento 530. Los datos expresados son el resultado de promedios (Anexo IV) entre el conteaje de microorganismos por duplicado y la dilución utilizada (Tabla 13).

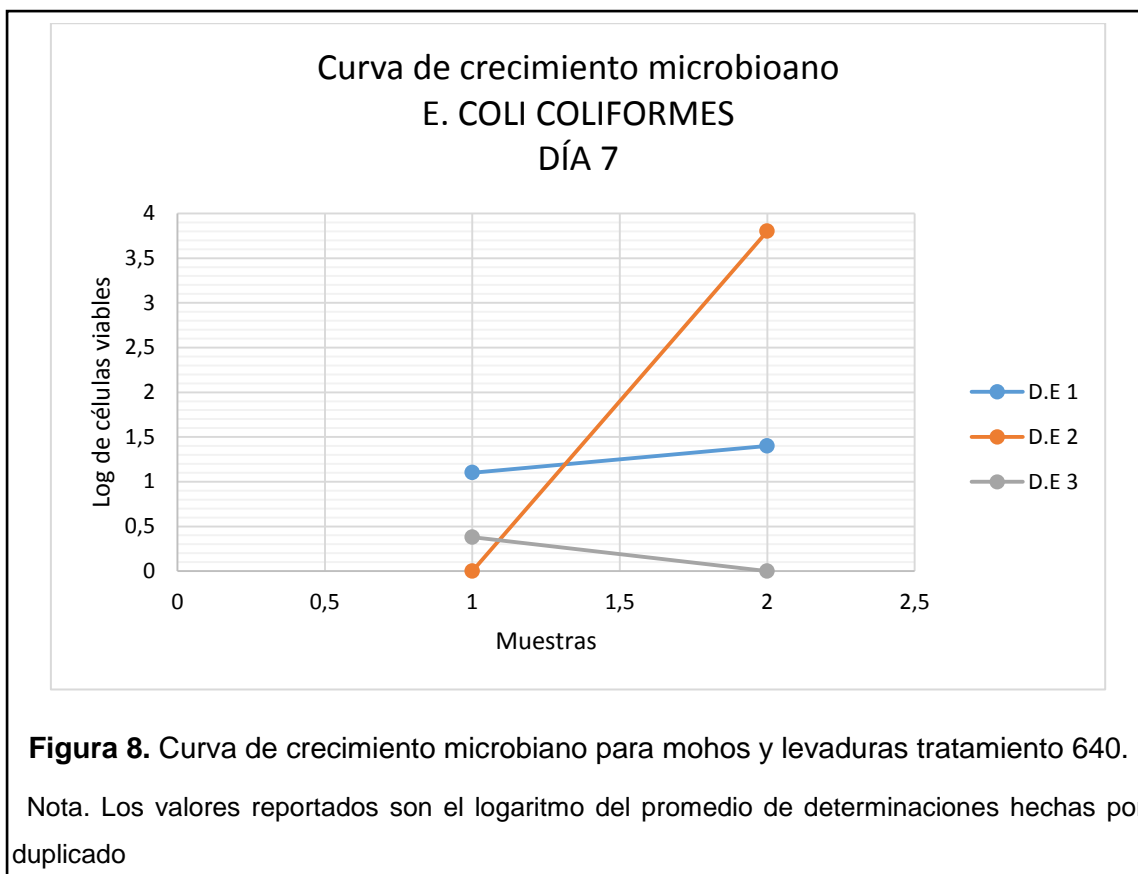


La contaminación por parte de hongos es notable en los 3 diseños experimentales. En la Figura 7 se aprecia que los resultados obtenidos en el primer y segundo diseño experimental son lecturas que indican que la contaminación es inevitable hasta el séptimo día de almacenaje. En los Anexo XII y XIII se puede observar la contaminación de hongos en el tratamiento 530.

3.2.2.3. Resultados 640

Mohos y levaduras

En la Figura 8 se presenta la curva de crecimiento para mohos y levaduras del tratamiento 530. Los datos expresados son el resultado de promedios (Anexo IV) entre el conteaje de microorganismos por duplicado y la dilución utilizada (Tabla 14).



El tratamiento testigo, resulto presentar resultados similares a los diseños anteriores. Pese a no presentar mayor contaminación es necesario llevar un proceso de higienización para el empacado, almacenado y posterior consumo de los germinados de amaranto. En el Anexo XVI, XVII, XVIII y XIX se muestran los Petri films sembrados para este tratamiento.

3.2.3. Análisis sensorial

Al igual que en el ensayo piloto, el análisis sensorial se realizó con 25 jueces afectivos, el análisis experimental se lo realizó por triplicado, para evaluar atributos visuales, sabor y textura de los germinados de amaranto.

Posterior al análisis de datos se obtuvieron resultados estadísticamente significativos en los siguientes atributos:

3.2.3.1. Tamaño

En la Tabla 15, se presentan los resultados obtenidos de la evaluación sensorial de atributos visuales correspondientes al tamaño de los germinados de amaranto.

Tabla 15. Resultados y promedios del tratamiento 530 del análisis sensorial por triplicado para el atributo de tamaño.

JUEZ	TAMAÑO		
	530		
1	3	3	1
2	3	2	2
3	2	2	3
4	1	1	2
5	2	1	1
6	3	2	2
7	1	2	2
8	3	1	2
9	3	2	1
10	1	1	3
11	1	2	2
12	3	1	2
13	3	1	2
14	2	1	3
15	3	1	2
16	3	2	1
17	2	3	3
18	3	3	2
19	1	1	1
20	3	2	2
21	1	3	2
22	3	1	2
23	3	2	2
24	2	3	3
25	3	1	2
PROMEDIO TOTAL	2,32	1,76	2

De las 25 pruebas realizadas, es posible adquirir diferencia significativa en el tratamiento 530 del diseño experimental (grano entero germinado sometido a tratamiento térmico de vapor de agua) por obtener menor puntuación aplicando la escala establecida. En la Tabla 16 se presenta el análisis de varianza de los datos obtenidos de las 25 pruebas sensoriales realizadas por triplicado.

Tabla 16. Análisis de la varianza del tamaño del amaranto germinado.

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>
Entre grupos	3,946	2	1,973	3,382	0,039
Dentro de los grupos	42,00	72	0,583		
Total	45,94	74			

*Alta significancia

* $\alpha = 0.05$

Dado que la probabilidad es menor al nivel de significancia, debe existir en al menos un tratamiento, un promedio de puntuaciones distintas con el 95% de confiabilidad.

Tabla 17. Promedios y prueba de Tukey al 5% para evaluación del tamaño del amaranto germinado.

TRATAMIENTO	PROMEDIO		
530	2,32		
	1,76		
	2,00		
COMBINACIONES ENTRE PROMEDIOS			
	530		
530		0,56	0,32
			0,24

Como indica la Tabla 17 si existe diferencia significativa entre tratamientos 530. El tratamiento térmico por vapor no provoca mucho impacto hacia los germinados en su tamaño. La cocción prolongada de los mismos en agua, hace que el germinado pierda tamaño por pérdida de humedad.

3.2.3.2. Brillo

En la Tabla 18, se presentan los resultados obtenidos de la evaluación sensorial de atributos visuales correspondientes al brillo de los germinados de amaranto.

Tabla 18. Resultados y promedios del tratamiento 640 del análisis sensorial por triplicado para el atributo brillo.

JUEZ	BRILLO		
	640		
1	2	2	1
2	2	3	2
3	3	1	3
4	2	2	2
5	1	2	1
6	1	3	3
7	1	1	3
8	1	2	3
9	2	2	1
10	2	3	3
11	1	2	1
12	2	1	2
13	1	1	3
14	3	2	2
15	1	2	3
16	1	2	3
17	2	3	3
18	1	3	2
19	3	3	1
20	1	1	2
21	2	2	3
22	1	2	1
23	1	3	2
24	2	1	3
25	1	3	1
PROMEDIO TOTAL	1,6	2,08	2,16

De las 25 pruebas obtenidas, se aprecia que existe diferencia significativa en el tratamiento 640 del diseño experimental (tratamiento testigo, grano entero

germinado que no ha sido sometido a tratamiento térmico). En la Tabla 19 se presenta el análisis de varianza de los datos obtenidos de las 25 pruebas sensoriales realizadas por triplicado.

Tabla 19. Análisis de la varianza del brillo del amaranto germinado

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>
Entre grupos	4,58	2	2,29	3,82	0,026
Dentro de los grupos	43,2	72	0,6		
Total	47,78	74			

*Alta significancia

* $\alpha = 0.05$

Dado que la probabilidad es menor al nivel de significancia, debe existir en al menos un tratamiento, un promedio de puntuaciones distintas con el 95% de confiabilidad.

Tabla 20. Promedios y prueba de Tukey al 5% para evaluación del brillo del amaranto germinado

TRATAMIENTO	PROMEDIO	
640	1,6	
	2,08	
	2,16	
COMBINACIONES ENTRE PROMEDIOS		
	640	
640	0,48	0,56
		0,08

Como indica la Tabla 20 si existe diferencia significativa entre tratamientos 640. Con estos resultados es evidente que el germinado pierde brillo cuando es sometido a un tratamiento térmico.

3.2.3.3. Aroma

En la Tabla 21, se presentan los resultados obtenidos de la evaluación sensorial correspondientes al aroma de los germinados de amaranto.

Tabla 21. Resultados y promedios del tratamiento 530 del análisis sensorial por triplicado para el atributo de aroma.

JUEZ	AROMA		
	530		
1	3	3	2
2	3	2	1
3	3	1	1
4	3	1	3
5	3	3	2
6	2	3	2
7	3	2	1
8	2	1	2
9	3	2	1
10	2	1	3
11	3	3	2
12	3	2	1
13	2	3	3
14	3	3	1
15	2	3	2
16	2	2	3
17	2	1	1
18	2	2	2
19	1	3	3
20	3	1	2
21	3	1	2
22	3	2	1
23	1	3	1
24	3	3	3
25	3	2	1
PROMEDIO TOTAL	2,52	2,12	1,84

De las 25 pruebas obtenidas, existe diferencia significativa en el promedio del tratamiento 530 del diseño experimental (grano entero germinado sometido a tratamiento térmico de vapor de agua) por obtener menor puntuación aplicando

la escala establecida. En la Tabla 22 se presenta el análisis de varianza de los datos de las 25 pruebas sensoriales realizadas por triplicado.

Tabla 22. Análisis de la varianza del aroma del amaranto germinado.

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>
Entre grupos	3,946	2	1,973	3,382	0,039
Dentro de los grupos	42,00	72	0,583		
Total	45,946	74			

*Alta significancia

* $\alpha = 0.05$

Dado que la probabilidad es menor al nivel de significancia, debe existir en al menos un tratamiento, un promedio de puntuaciones distintas con el 95% de confiabilidad.

Tabla 23. Promedios y prueba de Tukey al 5% para evaluación del aroma del amaranto germinado

TRATAMIENTO	PROMEDIO		
530			2,52
			2,12
			1,84
COMBINACIONES ENTRE PROMEDIOS			
			530
530		0,56	0,32
			0,24

Como indica la Tabla 23 si existe diferencia significativa entre tratamientos 530. El tratamiento térmico por vapor de agua permite que el germinado no lixivie sus propiedades, haciendo que el aroma de los mismos sean atractivos para el consumidor.

3.2.3.4. Sabor

En la Tabla 24 y 25, se presentan los resultados obtenidos de la evaluación sensorial correspondientes al sabor de los germinados de amaranto.

Tabla 24. Resultados y promedios del tratamiento 420 del análisis sensorial por triplicado para el atributo de sabor

JUEZ	COLOR		
	420		
1	4	5	4
2	4	6	8
3	4	4	2
4	4	7	5
5	2	7	5
6	4	4	6
7	2	4	8
8	3	4	4
9	4	4	6
10	6	4	7
11	2	4	3
12	2	6	4
13	2	5	5
14	4	6	8
15	5	4	4
16	4	5	4
17	3	3	5
18	5	8	8
19	4	4	4
20	3	6	7
21	3	5	5
22	3	6	3
23	6	6	7
24	6	4	8
25	5	9	5
PROMEDIO TOTAL	3,76	5,2	5,4

Tabla 25. Resultados y promedios del tratamiento 640 del análisis sensorial por triplicado para el atributo de sabor

JUEZ	COLOR		
	640		
1	7	3	7
2	7	4	5
3	4	3	6
4	6	3	7
5	3	6	5
6	2	2	5
7	4	3	3
8	5	4	7
9	3	3	7
10	5	6	6
11	6	2	6
12	3	4	7
13	6	5	3
14	4	3	5
15	2	4	3
16	3	5	6
17	4	5	5
18	5	7	8
19	1	7	8
20	4	3	5
21	4	3	5
22	2	5	5
23	6	7	8
24	3	2	7
25	2	9	5
PROMEDIO TOTAL	4,04	4,32	5,76

De las 25 pruebas obtenidas, existe diferencia significativa en el promedio de los tratamientos 420 y 640 del diseño experimental por obtener promedios menores de puntuación aplicando la escala establecida. En la Tabla 26 y 27 se presenta el análisis de varianza de los datos obtenidos de las 25 pruebas sensoriales realizadas por triplicado.

Tabla 26. Análisis de la varianza del sabor del amaranto germinado.

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>
Entre grupos	40,02	2	20,01	8,548	0,0004
Dentro de los grupos	168,56	72	2,34		
Total	208,58	74			

*Alta significancia

* $\alpha = 0.05$

Tabla 27. Análisis de la varianza del sabor del amaranto germinado.

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>
Entre grupos	42,58	2	21,29	7,62	0,00098
Dentro de los grupos	200,96	72	2,79		
Total	243,54	74			

*Alta significancia

* $\alpha = 0.05$

Dado que en ambos tratamientos la probabilidad es menor al nivel de significancia, debe existir en al menos un tratamiento, promedio de puntuaciones distintas con el 95% de confiabilidad.

Tabla 28. Promedios y prueba de Tukey al 5% para evaluación del sabor del amaranto germinado.

TRATAMIENTO	PROMEDIO		
420	3,76		
	5,2		
	5,4		
COMBINACIONES ENTRE PROMEDIOS			
	420		
420		1,44	1,64
			0,2

Tabla 29. Promedios y prueba de Tukey al 5% para evaluación del sabor del amaranto germinado.

TRATAMIENTO	PROMEDIO		
640	3,76		
	4,32		
	5,76		
COMBINACIONES ENTRE PROMEDIOS			
	640		
640		0,28	1,72
			1,44

Como indican las Tabla 28 y 29, sí existe diferencia significativa en los tratamientos 420 y 640. Según los resultados, el consumidor tiende a preferir los brotes de amaranto procesados, además siente atracción por los que no han sido procesados ya que el tratamiento 640 es un tratamiento testigo, por ende el germinado se encuentra crudo.

3.2.4. Análisis de beneficio costo

Toda empresa de manufactura o servicio cuenta con un manejo de costos. Dichos costos representan un factor clave para la toma de decisiones empresariales. Los costos de producción representan un desembolso para la empresa, lo que infiere decir que si los costos de producción incrementan, los beneficios de la empresa disminuirán (García y Bustamante, 2009, pp. 40)

Los costos de producción vienen a ser los valores de bienes y esfuerzos que se combinan para obtener una manufactura de los mismos, para ser entregados al sector comercial. Los costos de producción que se aplican son: (García y Bustamante, 2009, pp. 43)

- Materia prima directa
- Costos indirectos
- Mano de obra directa

Los costos de producción están proyectados para obtener una producción de 1 tonelada mensual de brotes de amaranto.

En la Tabla 30 se presentan los costos de producción utilizados para la producción de brotes de amaranto.

Tabla 30. Costos de producción para obtener 1 tonelada mensual de brotes de amaranto.

Materia Prima Directa

Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad mensual	Precio Unitario \$	Costo mensual \$
1	Semillas	Kg	750	2,00	1500.00
2	Agua	Lt	1.500	0,08	120.00
Total Materiales Directos					1.620

Costos Indirectos

Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad mensual	Precio Unitario \$	Costo mensual \$
1	Empaques	u	417	0,37	154,29
2	Etiquetas	u	417	1,50	625,50
3	Cajas	u	35	1,20	42,00
Total Costos Indirectos					821,79

Mano de obra directa

Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad mensual	Precio Unitario \$	Costo mensual \$
1	Jornal	u	1	366,00	366,00
2	Jornal	u	1	366,00	366,00
Total Mano de obra					732,00

Los resultados establecen que el costo de producción para 1 tonelada de brotes de amaranto en el periodo de 1 mes es igual a \$3.176,79. Con esta cantidad se pueden producir 1000 Kg de brotes de amaranto empacado y etiquetado en cajas de 12 unidades de 200 g cada uno, basándose en las presentaciones de brotes comerciales en el país.

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

En la obtención de brotes de amaranto, se determinó que el diámetro del grano no influye en la velocidad de germinación, sin embargo para este trabajo se justificó que la materia prima catalogada como grano de primer grado según la NTE INEN 2646, 2012, germinada durante 6 días a 16°C mediante enjuagues y escurridos periódicos, obtiene mejores resultados de germinación, rendimiento y propósitos organolépticos.

De los ensayos realizados, se estableció que el tipo de empaque no influye en la vida útil de los brotes de amaranto, dados sus resultados microbiológicos similares tanto en el ensayo piloto como en el diseño experimental.

El efecto de la temperatura sobre el producto empacado determinó que las muestras almacenadas a temperaturas de refrigeración (7 y 13°C) conservan la apariencia de los brotes y retardan la formación de moho a diferencia de las muestras almacenadas a temperatura ambiente (16°C).

El efecto que produce la relación costo beneficio, determinó favorable la comercialización de brotes de amaranto bajo la metodología de germinación y condiciones normales de refrigeración. El costo para obtener 1 Kg de brotes, es de \$ 3,17, en base a la competencia de brotes comerciales, los 250 g de producto terminado tiene un costo de producción de 0,79 ctvs.

El análisis sensorial reflejó diferencia significativa entre cualidades organolépticas, principalmente en el tamaño, brillo, aroma y sabor de brotes que no han sido sometido a tratamientos térmicos (tratamiento 640) ya que el procesamiento influye en la palatabilidad y apariencia de los mismos.

4.2. Recomendaciones

Evaluar la velocidad de absorción de agua del grano de amaranto en función de la cantidad de enjuagues y escurridos que deben realizarse en un día. Factor clave para reducir tiempo y recursos necesarios para obtener brotes de amaranto.

Optimizar el proceso de escurrido, para que el brote sea empacado sin exceso de agua e incrementar su vida útil, evitando ataque por hongos.

Ensayar distintos métodos para la conservación de brotes; con el propósito de alargar la vida útil y conservar sus características organolépticas. Como alternativa se menciona el uso de aditivos antimicrobianos.

Monitorear el control microbiológico en mayor cantidad de días. Como iniciativa se cita realizar el análisis microbiológico al día cero, tres y cinco del almacenamiento.

Realizar estudios bromatológicos de los brotes de amaranto, para validar su incremento y ventaja nutricional.

REFERENCIAS

- Braunstein, M. (2012). *Germinados: guía para consumirlos en casa*. Barcelona: Ediciones del Serbal.
- Espinosa, J. (2007). *Evaluación Sensorial de los Alimentos*. La Habana: Editorial Universitaria.
- García, J. y Bustamante, T. (2009). *Contabilidad de costos*. (1.^a ed.). México: McGraw – Hill.
- González, V., Rodeiro, C., Sanmartín, C., Vila, S. y Rodríguez-Moldes. (2014). *Introducción al Análisis Sensorial. Estudio Hedónico del pan en el IES Mugaros*. Mugaros: IES de Mugaros.
- Goyorga, C. (2005). *Estudio de factores no nutritivos en Vicia Faba L. Influencia de la germinación sobre su valor nutritivo*. Madrid: Universidad Complutense de Madrid.
- Hernández, E. (2005). *Evaluación Sensorial*. Bogotá: Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD.
- Jacobsen, S. y Sherwood, S. (2002). *Cultivo de granos andinos en Ecuador*. Informe sobre los rubros quinua, chocho y amaranto. Quito: Organización de las Naciones Unidas.
- Liria, M. (2007). *Guía para la evaluación sensorial de los alimentos*. Lima: Proyecto Agrosalud.
- Monteros, C., Nieto, C., Caicedo, C., Rivera, M. y Vimos, C. (1994). *“INIAP Alegría” Primera variedad mejorada del amaranto para la sierra ecuatoriana*. Boletín divulgativo No. 246. Quito: Estación Experimental Santa Catalina. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias.
- Mora, R., Fernández, R y Mendoza, L. (2000). *Cambios en biomasa, viabilidad y germinación de semillas en desarrollo de trigo*. Texcoco: Agrociencia.
- Mujica, A., Berti, M., Izquierdo, J. (1997). *El cultivo del amaranto (Amaranthus spp.), producción, mejoramiento genético y utilización*. (1.^a ed.). Perú: Universidad del Altiplano.
- NTE INEN 1529 - 10. Instituto Ecuatoriano de Normalización. (1998). *Control microbiológico de los alimentos. Mohos y levaduras viables*.

- Recuperado el 18 de mayo del 2016 de:
<https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.1529.10.1998.pdf>
- NTE INEN 1529 - 5. Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2006). *Control microbiológico de los alimentos. Determinación de la cantidad de microorganismos aerobios mesófilos*. Recuperado el 18 de mayo del 2016 de: <https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.1529.5.2006.pdf>
- NTE INEN 1529 - 8. Instituto Ecuatoriano de Normalización. (1990). *Control microbiológico de los alimentos. Determinación de coliformes fecales y E. coli*. Recuperado el 18 de mayo del 2016 de:
<https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.1529.8.1990.pdf>
- NTE INEN 2390. Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2004). *Leguminosas. Grano desamargado de chocho. Requisitos*. Recuperado el 18 de mayo del 2016 de: <https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.2390.2005.pdf>
- NTE INEN 2646. Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2012). *Granos y cereales. Grano de amaranto. Requisitos e inspección*. Recuperado el 18 de mayo del 2016 de:
<https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.2646.2012.pdf>
- Palma, M., López, A y Molina, J. (2000). *Condiciones de almacenamiento y germinación de semillas Cenchrus ciliaris L. y Andropogon gayanus Kunth*. Chapingo: Agrociencia.
- Peralta, E. (2010). *Producción y distribución de semilla de buena calidad con pequeños agricultores de granos andinos: chocho, quinua, amaranto*. Publicación miscelánea No. 169. Quito: Estación Experimental Santa Catalina. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias.
- Peralta, E. (2012). *El amaranto en Ecuador. Estado del arte*. (1.^a ed.). Quito: Estación Experimental Santa Catalina. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias.
- Peralta, E., Mazón, E., Murillo, Á., Villacrés, E., Rivera, M y Subía, C. (2009). *Catálogo de variedades mejoradas de granos andinos: chocho, quinua y amaranto, para la sierra de Ecuador*. Publicación miscelánea No. 151. Quito: Estación Experimental Santa Catalina. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias.

- Peralta, E., Mazón, N., Murillo, Á. y Minchala, N. (2016). *Evaluación del amaranto (Amaranthus spp.) en la provincia de Santa Elena, Ecuador 2014 y 2015*. Informe Técnico. Quito: Estación Experimental Santa Catalina. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias.
- Peralta, E., Villacrés, E., Mazón, N., Rivera, M. y Subía, C. (2008). *El ataco, sangorache o amaranto negro (Amaranthus hybridus L.) en Ecuador*. Publicación miscelánea No. 143. Quito: Estación Experimental Santa Catalina. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias.
- Prescott, L., Harley, J y Klein, D. (2009). *Microbiología*. Madrid: McGraw-Hill.
- Tapia, M. y Fries, A. (2007). *Guía de campo de los cultivos andinos*. (1.^a ed.). Perú: Organización de las Naciones Unidas.

ANEXOS

Anexo II. Conteo microbiológico ensayo piloto día 7

CONTEO MICROBIOLÓGICO ENSAYO PILOTO									
Día	Muestra	Microorganismo evaluado	Tratamiento						6
			1	2	3	4	5	6	
7	420	Aerobios mesófilos (UFC/g)	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
		E. coli, Coliformes (UFC/g)	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
		Mohos y levaduras (UFC/g)	5	7	9	5	7	Ausencia	Ausencia
	530	Aerobios mesófilos (UFC/g)	83	200	120	110	83	110	110
		E. coli, Coliformes (UFC/g)	8	10	9	9	10	8	8
		Mohos y levaduras (UFC/g)	1	1	4	4	2	2	2
	840	Aerobios mesófilos (UFC/g)	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
		E. coli, Coliformes (UFC/g)	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
		Mohos y levaduras (UFC/g)	13	15					

Anexo III. Datos y promedios del análisis sensorial ensayo piloto

DATOS Y PROMEDIOS DE ANÁLISIS SENSORIAL ENSAYO PILOTO																						
JUECES	ESCALA DE ORDENAMIENTO																		ESCALA HEDÓNICA			
	COLOR			FORMA			TAMANO			BRILLO			AROMA			TEXTURA			SABOR			
1	3	1	2	1	2	3	1	3	2	1	3	2	2	3	1	3	2	1	5	7	8	
2	1	3	2	2	1	3	3	1	2	2	3	1	3	1	2	1	3	2	6	8	4	
3	3	1	2	3	2	1	3	1	2	3	1	2	1	2	3	1	3	2	7	4	8	
4	2	1	3	3	1	2	2	3	1	3	2	1	1	3	2	3	1	2	6	8	7	
5	2	1	3	2	1	3	2	1	3	1	2	3	2	1	3	2	3	1	5	4	6	
6	3	2	1	3	1	2	3	1	2	3	2	1	2	3	1	2	3	1	7	5	9	
7	3	1	2	2	1	3	3	1	2	3	2	1	2	3	1	1	3	2	4	3	6	
8	1	2	3	2	1	3	1	2	3	2	1	3	2	3	1	2	1	3	5	6	4	
9	2	1	3	2	3	1	1	3	2	2	1	3	1	3	2	2	3	1	6	5	7	
10	2	1	3	1	2	3	2	1	3	1	2	3	3	1	2	3	2	1	6	6	5	
11	3	1	2	2	1	3	1	2	3	1	2	3	2	1	3	3	1	2	6	7	5	
12	2	3	1	1	2	3	2	1	3	2	1	3	2	3	1	2	1	3	5	6	7	
13	3	2	1	3	1	2	3	1	2	3	2	1	3	1	2	1	3	2	4	6	5	
14	2	3	1	2	3	1	3	1	2	2	3	1	2	1	3	3	1	2	2	3	6	
15	2	3	1	1	2	3	2	3	1	3	2	1	2	3	1	1	2	3	5	5	2	
16	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	1	3	2	2	3	1	6	5	6	
17	3	2	1	3	2	1	2	1	3	3	2	1	3	2	1	3	2	1	6	7	6	
18	1	2	3	3	1	2	1	3	2	1	3	2	2	3	1	2	1	3	4	8	6	
19	3	1	2	3	1	2	2	3	1	3	2	1	2	1	3	3	1	2	6	7	7	
20	3	1	2	1	2	3	1	3	2	3	1	2	1	2	3	2	1	3	6	9	5	
21	1	2	3	3	1	2	3	2	1	1	3	2	3	2	1	2	3	1	6	5	8	
22	1	2	3	3	2	1	2	1	3	1	3	2	1	3	2	1	2	3	7	5	6	
23	1	3	2	3	2	1	2	1	3	2	1	3	1	2	3	1	2	3	6	5	3	
24	2	3	1	2	1	3	3	2	1	2	3	1	2	1	3	3	2	1	4	8	7	
25	1	3	2	2	3	1	2	3	1	1	3	2	3	1	2	2	3	1	6	7	7	
PROMEDIOS	2,1	1,8	2	2,2	1,6	2,1	2,1	1,8	2,0	2,0	2,0	1,84	1,9	2,08	1,9	2,0	2,08	1,8	5,44	5,96	6	

Anexo IV. Promedios de determinaciones hechas por duplicado día 7

Diseño experimental 1 (D.E 1)									
Día	Muestra	Microorganismo evaluado	Tratamiento y repetición						
			1	2	3	4	5	6	
7	420	Aerobios mesófilos (UFC/g)	0	0	0	1,25	38	60	
		E. coli, Coliformes (UFC/g)	40	0.2	32	28	56	52	
		Mohos y levaduras (UFC/g)	0,6	0,7	0,6	0,8	0.85	0,6	
	530	Aerobios mesófilos (UFC/g)	0	0	0	0	0	0	
		E. coli, Coliformes (UFC/g)	0,25	0	0,05	0,1	0	0	
		Mohos y levaduras (UFC/g)	0,6	0,45	0,55	0,5	0,8	0,75	
	640	Aerobios mesófilos (UFC/g)	0	0					
		E. coli, Coliformes (UFC/g)	0	0					
		Mohos y levaduras (UFC/g)	1,1	1,4					
Diseño experimental 2 (D.E 2)									
7	420	Aerobios mesófilos (UFC/g)	0	0	0	0	0	0	
		E. coli, Coliformes (UFC/g)	0	0	0	0	0	0	
		Mohos y levaduras (UFC/g)	0,06	0	0,06	0,08	0,19	0,26	
	530	Aerobios mesófilos (UFC/g)	0	0	0	0	0	0	
		E. coli, Coliformes (UFC/g)	0	0	0	0	0	0	
		Mohos y levaduras (UFC/g)	0,05	0,08	0,06	0,04	0,09	1.01	
	640	Aerobios mesófilos (UFC/g)	0	0					
		E. coli, Coliformes (UFC/g)	0	0					
		Mohos y levaduras (UFC/g)	0	3,8					
Diseño experimental 3 (D.E 3)									
7	420	Aerobios mesófilos (UFC/g)	0	0	0	0	0	0	
		E. coli, Coliformes (UFC/g)	0	0	0	0	0	0	
		Mohos y levaduras (UFC/g)	0.005	0,01	0,01	0,01	0,01	0,03	
	530	Aerobios mesófilos (UFC/g)	0	0	0	0	0	0	
		E. coli, Coliformes (UFC/g)	0	0	0	0	0	0	
		Mohos y levaduras (UFC/g)	0,01	0	0	0,01	0,01	0	
	640	Aerobios mesófilos (UFC/g)	0	0					
		E. coli, Coliformes (UFC/g)	0	0					
		Mohos y levaduras (UFC/g)	0,38	0					

ANEXO V. Formato para evaluación sensorial color

FORMATO 1: Evaluación sensorial (color)

NOMBRE: _____ **FECHA:** _____

NOMBRE DEL PRODUCTO: Germinados de amaranto.

INSTRUCCIONES

Frente a usted hay 3 muestras de germinados de amaranto; (420 – 530 – 640). Usted debe ordenar en forma creciente de acuerdo a su preferencia en cuanto a la característica de **color** del producto.

Cada muestra debe llevar un orden definido, dos muestras no deben tener el mismo orden.

ORDEN DE LAS MUESTRAS	NIVEL DE PREFERENCIA
<i>MÁS ATRACTIVA</i>	1. _____ 2. _____ 3. _____
<i>MENOS ATRACTIVA</i>	

Tabla 31. Prueba de ordenación para color

Comentarios:

ANEXO VI. Formato para evaluación sensorial forma

FORMATO 2: Evaluación sensorial (forma)

NOMBRE: _____ **FECHA:** _____

NOMBRE DEL PRODUCTO: Germinados de amaranto.

INSTRUCCIONES

Frente a usted hay 3 muestras de germinados de amaranto; (420 – 530 – 640). Usted debe ordenar en forma creciente de acuerdo a su preferencia en cuanto a la característica de **forma** del producto.

Cada muestra debe llevar un orden definido, dos muestras no deben tener el mismo orden.

ORDEN DE LAS MUESTRAS	NIVEL DE PREFERENCIA
<i>MÁS ATRACTIVA</i>	1. _____ 2. _____ 3. _____
<i>MENOS ATRACTIVA</i>	

Tabla 2. Prueba de ordenación para forma

Comentarios:

ANEXO VII. Formato para evaluación sensorial tamaño

FORMATO 3: Evaluación sensorial (tamaño)

NOMBRE: _____ **FECHA:** _____

NOMBRE DEL PRODUCTO: Germinados de amaranto.

INSTRUCCIONES

Frente a usted hay 3 muestras de germinados de amaranto; (420 – 530 – 640). Usted debe ordenar en forma creciente de acuerdo a su preferencia en cuanto a la característica de ***tamaño*** del producto.

Cada muestra debe llevar un orden definido, dos muestras no deben tener el mismo orden.

ORDEN DE LAS MUESTRAS	NIVEL DE PREFERENCIA
<i>MÁS ATRACTIVA</i>	1. _____ 2. _____ 3. _____
<i>MENOS ATRACTIVA</i>	

Tabla 3. Prueba de ordenación para tamaño

Comentarios:

ANEXO VIII. Formato para evaluación sensorial brillo

FORMATO 4: Evaluación sensorial (brillo)

NOMBRE: _____ **FECHA:** _____

NOMBRE DEL PRODUCTO: Germinados de amaranto.

INSTRUCCIONES

Frente a usted hay 3 muestras de germinados de amaranto; (420 – 530 – 640). Usted debe ordenar en forma creciente de acuerdo a su preferencia en cuanto a la característica de **brillo** del producto.

Cada muestra debe llevar un orden definido, dos muestras no deben tener el mismo orden.

ORDEN DE LAS MUESTRAS	NIVEL DE PREFERENCIA
<i>MÁS ATRACTIVA</i>	1. _____ 2. _____ 3. _____
<i>MENOS ATRACTIVA</i>	

Tabla 4. Prueba de ordenación para brillo

Comentarios:

ANEXO IX. Formato para evaluación sensorial aroma

FORMATO 5: Evaluación sensorial (aroma)

NOMBRE: _____ **FECHA:** _____

NOMBRE DEL PRODUCTO: Germinados de amaranto.

INSTRUCCIONES

Frente a usted hay 3 muestras de germinados de amaranto; (420 – 530 – 640). Usted debe ordenar en forma creciente de acuerdo a su preferencia en cuanto a la característica de **aroma** del producto.

Cada muestra debe llevar un orden definido, dos muestras no deben tener el mismo orden.

ORDEN DE LAS MUESTRAS	NIVEL DE PREFERENCIA
<i>MÁS ATRACTIVA</i>	1. _____ 2. _____ 3. _____
<i>MENOS ATRACTIVA</i>	

Tabla 5. Prueba de ordenación para aroma

Comentarios:

ANEXO X. Formato para evaluación sensorial sabor

FORMATO 6: Evaluación sensorial (sabor)

NOMBRE: _____ FECHA: _____

NOMBRE DEL PRODUCTO: Germinados de amaranto.

INSTRUCCIONES

Por favor enjuague su boca antes de empezar. Frente a usted hay tres muestras de germinados de amaranto, usted debe probar las muestras de izquierda a derecha. Tome la muestra completa. Usted puede beber agua tanto como sea necesario. Por favor marque con una X, junto a la frase que describa su preferencia en cuanto a la característica de **sabor** sobre los productos que acaba de probar. Solo puede haber una selección.

MUESTRA 420

DESCRIPCIÓN	REPUESTA
Me gusta muchísimo	
Me gusta mucho	
Me gusta bastante	
Me gusta ligeramente	
Ni me gusta ni me disgusta	
Me disgusta ligeramente	
Me disgusta bastante	
Me disgusta mucho	
Me disgusta muchísimo	

MUESTRA 530

DESCRIPCIÓN	REPUESTA
Me gusta muchísimo	
Me gusta mucho	
Me gusta bastante	
Me gusta ligeramente	
Ni me gusta ni me disgusta	
Me disgusta ligeramente	
Me disgusta bastante	
Me disgusta mucho	
Me disgusta muchísimo	

MUESTRA 640

DESCRIPCIÓN	REPUESTA
Me gusta muchísimo	
Me gusta mucho	
Me gusta bastante	
Me gusta ligeramente	
Ni me gusta ni me disgusta	
Me disgusta ligeramente	
Me disgusta bastante	
Me disgusta mucho	
Me disgusta muchísimo	

Comentarios:

ANEXO XI. Formato de evaluación sensorial textura

FORMATO 7: Evaluación sensorial (textura)

NOMBRE: _____ **FECHA:** _____

NOMBRE DEL PRODUCTO: Germinados de amaranto.

INSTRUCCIONES

Frente a usted hay 3 muestras de germinados de amaranto; (TI – TV – REF). Usted debe ordenar en forma creciente de acuerdo a su preferencia en cuanto a la característica de **textura** del producto. Por favor considere los siguientes parámetros para su evaluación:

- Dureza
- Elasticidad
- Masticabilidad
- Fracturabilidad
- Jugosidad

Cada muestra debe llevar un orden definido, dos muestras no deben tener el mismo orden.

ORDEN DE LAS MUESTRAS	NIVEL DE PREFERENCIA
<i>MÁS ATRACTIVA</i>	1. _____ 2. _____ 3. _____
<i>MENOS ATRACTIVA</i>	

Tabla 9. Prueba de ordenación para textura

Comentarios:

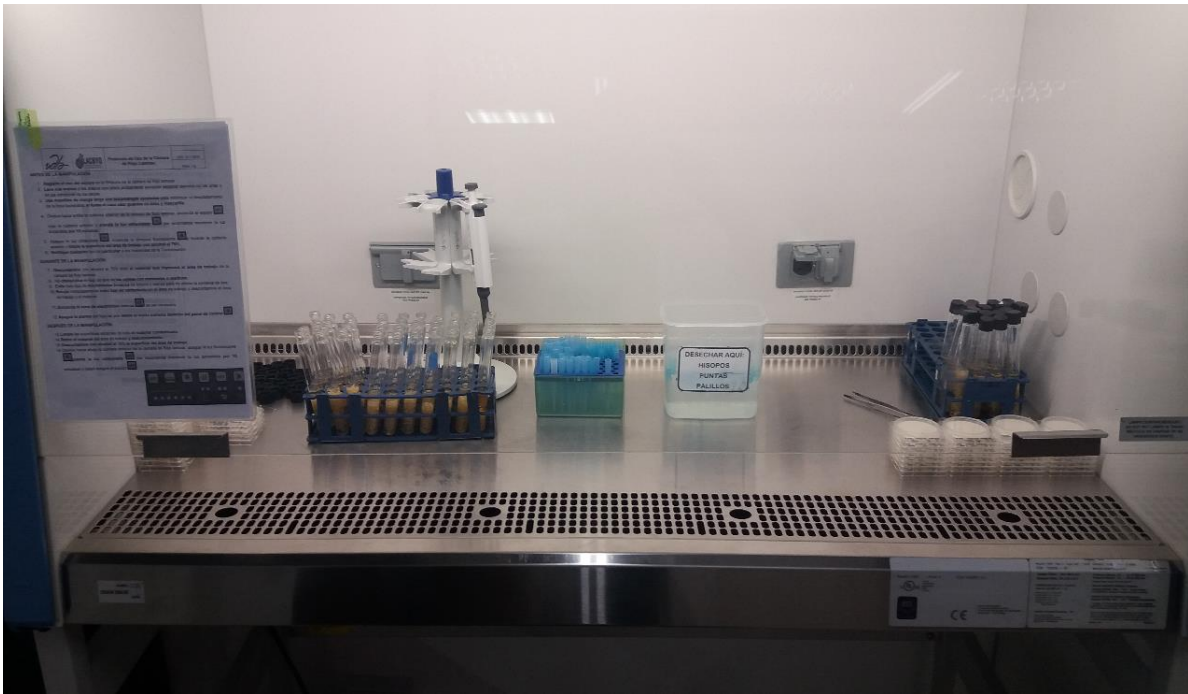
Anexo XII. Contaminación de hongos en tratamiento 530 muestra 5



Anexo XIII. Contaminación de hongos en tratamiento 530 muestra 6



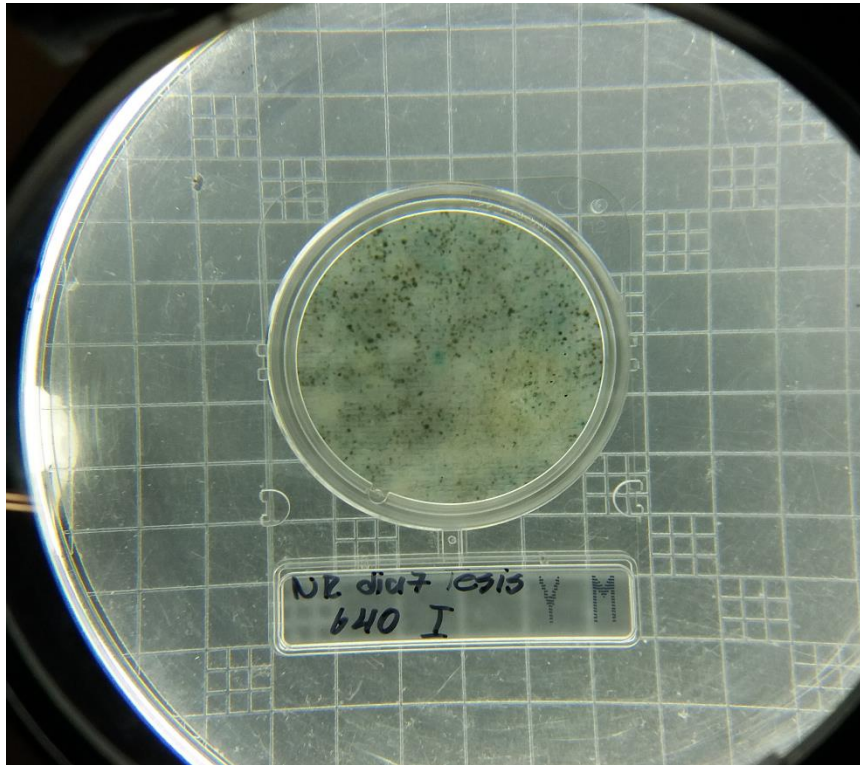
Anexo XIV. Desarrollo de siembra microbiológica



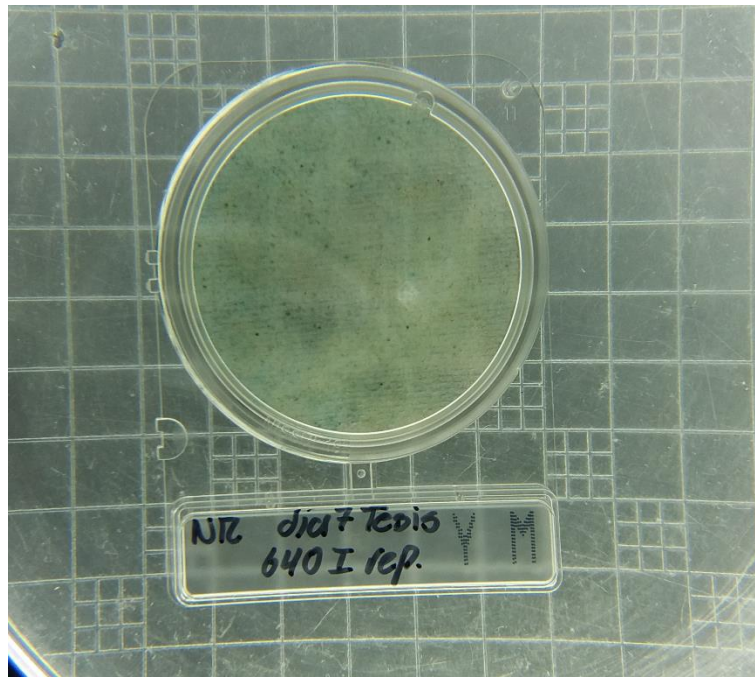
Anexo XV. Panel de catadores afectivos. Desarrollo del análisis sensorial



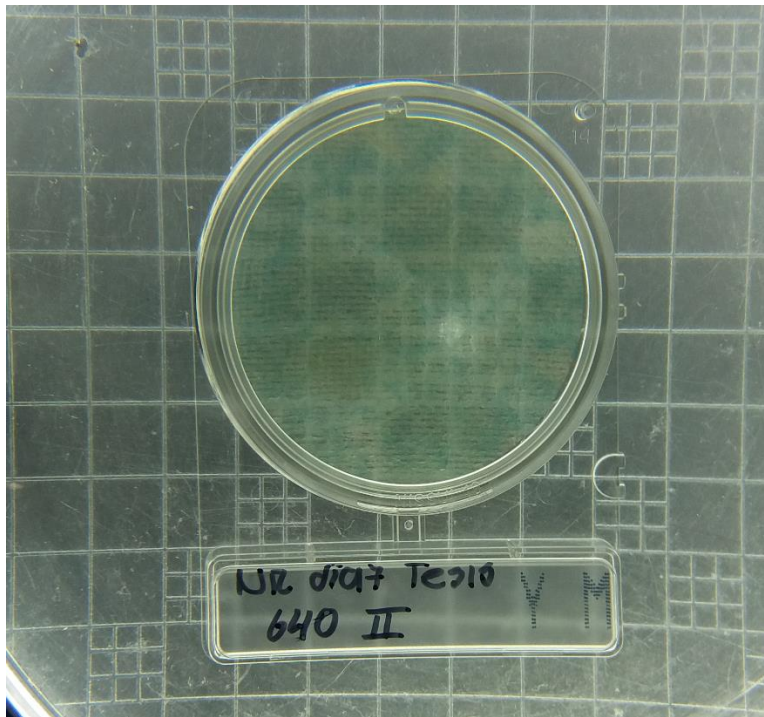
Anexo XVI. Siembra microbiológica Mohos y levaduras. Tratamiento 640



Anexo XVII. Siembra microbiológica Mohos y levaduras. Tratamiento 640 replica



Anexo XVIII. Siembra microbiológica Mohos y levaduras. Tratamiento 640



Anexo XIX. Siembra microbiológica Mohos y levaduras. Tratamiento 640 replica

