



ESPAMMFL

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA
AGROPECUARIA DE MANABÍ MANUEL FÉLIX LÓPEZ

CARRERA AGROINDUSTRIA

**TESIS PREVIA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERA AGROINDUSTRIAL**

TEMA:

**EFECTOS DE TEMPERATURA Y TIEMPO DE
DESHIDRATACIÓN, EN CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y
SENSORIALES DE CEBOLLA PERLA (*Allium cepa L*) EN POLVO**

AUTORAS:

**ROSARIO GISSELA NEVÁREZ LOOR
XIMENA ELIZABETH CUZME PINARGOTE**

TUTOR:

ING. MARCELO EDMUNDO MATUTE ZEAS, MPA

CALCETA, JULIO 2016

DERECHO DE AUTORÍA

Rosario Gissela Nevárez Loor y Ximena Elizabeth Cuzme Pinargote, declaran bajo el juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional y que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedemos los derechos de propiedad intelectual a la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual y su reglamento.

.....
ROSARIO G. NE VÁREZ LOOR

.....
XIMENA E. CUZME PINARGOTE

CERTIFICACIÓN DE TUTOR

Marcelo Edmundo Matute Zeas certifica haber tutelado la tesis, **EFFECTOS DE TEMPERATURA Y TIEMPO DE DESHIDRATACIÓN, EN CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, MICROBIOLÓGICAS Y SENSORIALES DE CEBOLLA PERLA (*Allium cepa* L) EN POLVO** que ha sido desarrollada por Rosario Gissela Nevárez Loor y Ximena Elizabeth Cuzme Pinargote, previa la obtención del título de Ingeniero Agroindustrial, de acuerdo al **REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TESIS DE GRADO DE TERCER NIVEL** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

.....
ING. MARCELO E. MATUTE ZEAS,
Mg.P.A.I

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

Los suscritos integrantes del tribunal correspondiente, declaran que han APROBADO la tesis **EFFECTOS DE TEMPERATURA Y TIEMPO DE DESHIDRATACIÓN, EN CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, MICROBIOLÓGICAS Y SENSORIALES DE CEBOLLA PERLA (*Allium cepa L*) EN POLVO** , que ha sido propuesta, desarrollada y sustentada por Rosario Gissela Nevárez Loor y Ximena Elizabeth Cuzme Pinargote, previa la obtención del título de Ingeniero Agroindustrial, de acuerdo al **REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TESIS DE GRADO DE TERCER NIVEL** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

.....
ING. ÁLISIS RODRIGUÉZ ORTEGA
MIEMBRO

.....
ING. JOSÉ F. ZAMBRANO RUEDAS Mg.
MIEMBRO

.....
ING. DENNYS L. ZAMBRANO VELASQUEZ, Mg.PAI
PRESIDENTE

AGRADECIMIENTO

A la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López que me dio la oportunidad de una educación superior de calidad y en la cual he forjado mis conocimientos profesionales día a día; a cada docente que hizo parte de este proceso integral de formación que deja como producto terminado este grupo de graduadas y como prueba evidente en la historia esta tesis que perdurará de estos conocimientos y desarrollo de las demás generaciones que están por llegar.

A nuestras familias por creer en nosotras y su apoyo incondicional.

.....

ROSARIO G. NEVÁREZ LOOR

.....

XIMENA E. CUZME PINARGOTE

DEDICATORIA

A mis padres Jacinta Loor y Jorge Nevárez por el amor que me han brindado en cada uno de los momentos de mi vida, por su apoyo incondicional, por sus buenos ejemplos y por darme lo más valioso que es la formación humana.

A Campos Bermúdez por brindarme su apoyo incondicional.

A mis demás familiares por hacer de mi familia un lugar más dichoso para compartir.

Dedico esta tesis a mi madre María Pinargote Marcillo que ha sabido formarme con buenos sentimientos, hábitos y valores lo cual me ha ayudado a salir adelante en los momentos más difíciles, por ser mi amiga y compañera incondicional.

A mi esposo que ha sido mi impulsó para la culminación de mi carrera con su apoyo constante y su amor incondicional.

A mis hijos que son la fuente de mi inspiración siendo el motor principal en cada uno de mis días.

A mi hermana que ha sido y es incondicional conmigo, por su apoyo moral, el cual ha jugado un papel importante para mi formación académica.

A mi compañera de tesis, por su inmensa paciencia y creer en mí.

Gracias a ustedes he logrado llegar hasta aquí y convertirme en lo que soy.

.....

ROSARIO G. NEVÁREZ LOOR

.....

XIMENA E. CUZME PINARGOTE

CONTENIDO

DERECHO DE AUTORÍA.....	ii
CERTIFICACIÓN DE TUTOR.....	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL.....	iv
AGRADECIMIENTO	v
DEDICATORIA	vi
CONTENIDO.....	vii
CONTENIDO DE CUADROS.....	ix
CONTENIDO DE FIGURAS	ix
CONTENIDO DE ANEXOS	ix
RESUMEN	xi
PALABRAS CLAVES.....	xi
ABSTRACT.....	xii
KEY WORDS	xii
CAPÍTULO I. ANTECEDENTES	1
1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	1
1.2. JUSTIFICACIÓN.....	2
1.3. OBJETIVOS	3
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	3
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
1.4. HIPÓTESIS	4
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	5
2.1. CEBOLLA PERLA	5
2.1.1. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA CEBOLLA PERLA	6
2.1.2. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA	6
2.2. DESHIDRATACIÓN DE LA CEBOLLA PERLA.....	7
2.3. CONGELACIÓN.....	7
2.4. LIOFILIZACIÓN.....	8
2.5. CEBOLLA LIOFILIZADA Y PULVERIZADA	8
2.5.1. USOS	9
2.6. PRINCIPIOS DE LA CONSERVACIÓN DE ALIMENTOS	9

2.7.	PARÁMETROS DE CALIDAD DE LA CEBOLLA LIOFILIZADA	10
2.7.1.	HUMEDAD	10
2.7.2.	CENIZAS	10
2.7.3.	MOHOS	10
2.7.4.	LEVADURAS	11
2.7.5.	ANÁLISIS SENSORIAL.....	11
2.8.	ESPECIAS.....	11
CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO		13
3.1.	UBICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	13
3.2.	DURACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	13
3.3.	TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	13
3.4.	FACTORES EN ESTUDIO.....	13
3.4.1.	NIVELES.....	13
3.5.	TRATAMIENTOS.....	14
3.6.	DELINEAMIENTO EXPERIMENTAL.....	14
3.6.1.	DISEÑO EXPERIMENTAL.....	14
3.6.2.	UNIDAD EXPERIMENTAL.....	14
3.6.3.	ESQUEMA DE ANOVA	15
3.7.	MANEJO DE LA INVESTIGACIÓN	15
3.7.1.	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE OBTENCIÓN DE POLVO DE CEBOLLA PERLA .	15
3.8.	VARIABLES EN ESTUDIO.....	18
3.8.1.	INDEPENDIENTES.....	18
3.8.2.	DEPENDIENTES	18
3.9.	MÉTODOS DE ANÁLISIS	18
3.9.1.	HUMEDAD	18
3.9.2.	CENIZAS	18
3.9.3.	MOHOS Y LEVADURAS	18
3.9.4.	ANÁLISIS SENSORIAL.....	19
3.10.	ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	19
3.10.1.	TRATAMIENTOS DE DATOS.....	19
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....		20
4.1.	PROPIEDADES FÍSICAS	20
4.1.1.	HUMEDAD	20

4.1.2. CENIZAS	21
4.2. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO	23
4.3. ANÁLISIS ORGANOLÉPTICO.....	23
4.3.1. OLOR.....	23
4.3.2. COLOR.....	24
4.3.3. TEXTURA.....	25
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	28
5.1. CONCLUSIONES	28
5.2. RECOMENDACIONES	28
BIBLIOGRAFÍA.....	29
ANEXOS.....	33

CONTENIDO DE CUADROS

Cuadro 3.2. Detalle de los tratamientos.....	14
Cuadro 3.3. Esquema de ANOVA bifactorial A*B	15
Cuadro 3.4. Esquema de ANOVA para interacción de los tratamientos	15
Cuadro 4. 1. ANOVA para los factores AxB para la variable humedad.....	20
Cuadro 4. 2 ANOVA para la variable cenizas	21
Cuadro 4. 3 ANOVA para los tratamientos de la variable cenizas.....	22
Cuadro 4. 4 HSD para los tratamientos de la variable ceniza	22
Cuadro 4. 5. Análisis microbiológico de cebolla perla (Allium cepa L) en polvo	23
Cuadro 4. 6. Prueba de Friedman para la cebolla perla (Allium cepa L) en polvo.....	23
Cuadro 4. 7. Prueba de Friedman para la cebolla perla (Allium cepa L) en polvo.....	24
Cuadro 4. 8. Prueba de Friedman para la cebolla perla (Allium cepa L) en polvo.....	24
Cuadro 4. 9. Prueba de Friedman para la cebolla perla (Allium cepa L) en polvo.....	25
Cuadro 4. 10. Prueba de Friedman para la cebolla perla (Allium cepa L) en polvo.....	25
Cuadro 4. 11. Prueba de Friedman para la cebolla perla (Allium cepa L) en polvo.....	26
Cuadro 4. 12. Valores promedios de las variables físicas y sensoriales.....	27

CONTENIDO DE FIGURAS

Figura 3.1. Diagrama de proceso para la elaboración polvo de cebolla perla.....	17
---	----

CONTENIDO DE ANEXOS

Anexo 1.....	34
Anexo 2.....	34
Anexo 3.....	34
Anexo 4.....	35
Anexo 5.....	36
Anexo 6.....	37

Anexo 7.....	37
Anexo 8.....	38
Anexo 9.....	38
Anexo 10.....	39
Anexo 11.....	39

RESUMEN

La meta de esta investigación fue determinar los efectos de temperatura de congelación y tiempo de deshidratación en el proceso de deshidrocongelación, en las características físicas y sensoriales de cebolla perla (*Allium cepa L*) en polvo. El diseño experimental aplicado fue un arreglo factorial AxB con tres réplicas por cada uno de sus tratamientos, empleando como unidad experimental 454gr de cebolla perla. Los factores en estudio fueron los siguientes. A: Temperaturas de congelación (-20, -40 y -60°C) y B: Tiempos de deshidrocongelación (8, 12 y 16 horas). Las variables evaluadas a todos los tratamientos en esta investigación fueron las siguientes: propiedades físicas (humedad y cenizas), análisis organoléptico (olor, color y textura), mientras que al mejor tratamiento de este trabajo experimental se evaluaron las variables mohos, levaduras y granulometría. De esta forma se concluye que el tiempo de deshidrocongelación idóneo para obtener polvo de cebolla (*Allium cepa L*) es, en el cual se emplea ocho horas; mediante el uso de este tiempo se reduce este proceso provocando variaciones en las variables físicas estudiadas.

PALABRAS CLAVES

Humedad, Ceniza, Análisis sensorial.

ABSTRACT

The goal of this research was to determine the effects of freezing temperature and dehydration time in the process of dehydrate-freezing, in the physical and sensory characteristics of pearl onion (*Allium cepa* L) powder. The experimental design applied was a factorial arrangement AxB with three replicates for every treatments, using as experimental unit 1 pound of pearl onion. The factors in studies were as follow. A: Freezing temperatures (-20, -40 y -60°C) and B: Dehydration time (8, 12 and 16 horas). The evaluated variables in all the treatments in this research were as follow: physical properties (humidity and ashes), organoleptic analysis (smell, color and texture), while, the best treatment of this experimental research were evaluated the variables of mould and yeast. This way, it is concluded that the ideal time of dehydration-freezing for onion powder (*Allium cepa*) is eight hours. Using this time the process is reduced causing variations on the physical variables.

KEY WORDS

Humidity, ashes, sensory analysis.

CAPÍTULO I. ANTECEDENTES

1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Según PRO ECUADOR (2013) comunica que la producción de cebolla con valor agregado es muy limitada, como es en el caso de Chile que además debido a su amplia distribución geográfica, superficie plantada y consumo per cápita, tiene producto para consumo fresco, congelado, deshidratado y pre picado. Para el Instituto de Promoción de Exportación e Inversión (2013), citado por Chandi (2014) en Ecuador la cebolla perla ha sido tradicionalmente uno de los cultivos hortícolas más relevantes, se estima que su producción fluctúa en montos que oscilan entre 30,000 y 50,000 toneladas anuales.

López (2013) informa que los agricultores no ven beneficioso vender sus productos en los mercados del Ecuador, porque sólo el 5 por ciento de los habitantes consume este bulbo. La cebolla perla es un producto de ciclo corto, y es sembrado por los agricultores manabitas de diferentes sitios como La Sequita, de la parroquia Crucita, El Blanco de la parroquia Charapotó después del invierno, ya que es un producto que no necesita de abundancia de agua, sino más bien de los rayos solares.

Mero (2014) expresa que las pérdidas poscosecha son un problema que se ha venido dando desde algunos años atrás, actualmente muchos agricultores tienen pérdidas en sus cultivos, esto es debido a que no encuentran mercado para la venta, provocando una serie de inconformidades para las personas que se dedican a cultivar este bulbo. Guerrero y Salazar (2010) indica que la cebolla es muy sensible al exceso de humedad.

Una de las enfermedades que más se genera en la poscosecha es la Carbonilla, la cual es ocasionada por el hongo *Aspergillus niger*. Su importancia se debe principalmente a las pérdidas de calidad durante el almacenamiento de los bulbos, *Aspergillus niger* es un hongo que se encuentra distribuido en todas partes, suelo, aire, restos vegetales e incluso en la semilla.

El hongo infecta el cuello de la cebolla cuando esta se encuentra en el campo, y cuando las catáfilas se secan y colorean puede observarse un moho negro. Altas temperaturas y humedad durante el almacenaje favorecen el desarrollo de la enfermedad (INTA, s.f.).

Según lo investigado el agua es el componente básico de la mayoría de las hortalizas, en la cebolla en estado natural alcanza a formar más del 90 % en peso, el agua afecta la capacidad de conservación, el control estricto de la humedad en el producto deshidratado es esencial porque un exceso de agua por mínima que sea es capaz de producir la formación de mohos. Según El-Nagerabi *et al.*, (2003) citado por Pozzo *et al.*, (2008) en estudios realizados, determinaron que el óptimo crecimiento del hongo se producía entre los 30°C a 35°C.

¿Las temperaturas y tiempos de deshidratación tienen efecto en las características físicas (humedad y cenizas) sensorial (olor, color, textura) del polvo de cebolla perla (*Allium Cepa L.*)?

1.2. JUSTIFICACIÓN

Este proyecto tiene como propósito buscar una alternativa para reducir las pérdidas que se generan durante la poscosecha que son causadas por contaminación microbiana, transformando cebolla perla (*Allium cepa L.*) en un deshidratado polvoso de uso gastronómico, de esta manera se estará contribuyendo con el cambio de la matriz productiva.

Guerrero y Salazar (2010) manifiesta que en la actualidad la cebolla perla, está siendo requerida por el mercado interno y externo, presentándose como una alternativa más de producción para los agricultores que siembran pequeñas y medianas superficies. Permitiéndoles mejorar sus ingresos económicos y por ende mejorar el nivel de vida para sus familias.

Para la obtención de polvo de cebolla se estudiara los efectos que causan el tiempo y temperatura de congelación de la cebolla en el proceso de liofilización de igual forma esta investigación enfatiza la importancia que tiene la cebolla ya que es una especie hortícola muy importante en la alimentación de las personas, en el ámbito ambiental se presentan impactos positivos de esta manera se reducirá la contaminación por las pérdidas que se generan en la poscosecha que son causadas por las enfermedades de la cebolla como lo es la presencia de la carbonilla y otras que causan inconformidad a los agricultores y comerciantes de este bulbo.

En la parte legal se tendrá en cuenta la norma de especias y condimentos INEN 2532:2010.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

➤ Determinar los efectos de temperatura de congelación y tiempo de deshidratación en el proceso de deshidrocongelación, en las características físicas y sensorial de cebolla perla (*Allium cepa L*) en polvo.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

➤ Establecer el efecto de la temperatura de congelación en las variables físicas del polvo de cebolla perla (*Allium cepa L*). en el proceso de deshidrocongelación.

➤ Determinar el tiempo requerido y la influencia en las variables físicas del polvo de cebolla perla (*Allium cepa L*).

➤ Evaluar la calidad sensorial del polvo de cebolla perla mediante una prueba de preferencia a jueces no calificados.

➤ Determinar la inocuidad de la cebolla perla al mejor de los tratamientos estudiados, avalando la calidad del producto.

1.4. HIPÓTESIS

Al menos uno de los tratamientos empleados con temperatura de congelación y tiempos del proceso de deshidrocongelación estudiados permite obtener polvo de cebolla perla (*Allium cepa* L.) con características físicas y sensoriales aceptables por las normas vigentes.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. CEBOLLA PERLA

Para Rivero (2002) la planta de cebolla perla (*Allium cepa L.*) se caracteriza por tener hojas cilíndricas y huecas en el interior, que se ensanchan en la parte inferior, como resultado de la acumulación de reservas alimenticias, formando un bulbo simple. Además indica que entre los tipos de cebollas existentes, constan las cebollas en forma de bulbos que incluyen las rojas, que son más conocidas en el Ecuador como “cebolla colorada” otro tipo es la “cebolla perla”; y la “cebolla blanca”, que tiene forma de tallo y es de color blanco. La cebolla (*Allium cepa L.*). Es muy sensible al medio y se desarrolla mejor en climas templados (Muñoz *et al.*, 2004).

Lescay *et al.*, (2006) manifiesta que la cebolla (*Allium cepa L.*) es uno de los cultivos más antiguos que se conoce; como probables centros de origen se citan a la región de Irán, Pakistán y Afganistán, y como centros secundarios a países de Asia Occidental y Mediterráneos. El suministro de la cebolla es constante en la mayoría de los países a lo largo de todo el año debido al comercio mundial (Pérez, 2014).

La cebolla, es un miembro de la familia *Allium*, han sido utilizada desde hace muchos años como alimento con propiedades medicinales para tratar una variedad de enfermedades, entre otras, las enfermedades cardíacas (Torres *et al.*, 2008).

Silveira *et al.*, (2003) mencionan que las hortalizas ofrecen al hombre un sorprendente arsenal de sustancias funcionales. Aportan vitaminas, provitaminas, minerales y otras moléculas con actividad antioxidante, antiinflamatoria, antiproliferativa, antimicrobiana y reguladora de la homeostasis lipídica. Ejemplos significativos son los tioalilos, presentes de forma natural en el ajo y la cebolla.

2.1.1. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA CEBOLLA PERLA

La composición química de las cebollas difiere entre las distintas variedades pero en general, se caracterizan por un gran contenido en agua, con un 92 % como término medio. El contenido en materia seca unos 7,5 %, en los que destaca un contenido en carbohidratos alrededor de un 75% en forma de azúcares simples (glucosa y fructosa), un 18% en forma de sacarosa y un 7% como fructanos de reserva. Y una de sus principales características son sus típicos compuestos azufrados, que les proporcionan su característico sabor picante y olor particular, estos compuestos, generalmente, forman parte de varios aminoácidos no proteicos, que incluyen los precursores de los compuestos volátiles del aroma y del sabor (Collado *et al.*, 2006).

Pozzo *et al.*, (2005) menciona que los bulbos son órganos reservantes, no contienen almidón en sus tejidos y los hidratos de carbono acumulados son fructanos (polímeros de fructosa) de diferente peso molecular. Según Jaime *et al.*, (2002) citado por Pozzo *et al.*, (2005) expresan que los oligofructanos constituyen más del 65% de los carbohidratos no estructurales y el resto está compuesto por azúcares simples y por una baja proporción de fructanos más complejos, la glucosa, fructosa y sacarosa son las que aportan el dulzor de las cebollas pues los fructanos no son dulces sin embargo, se degradan en los mencionados azúcares durante los procesos metabólicos por lo que el sabor de las cebollas puede cambiar durante el almacenamiento.

2.1.2. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA

Pérez (2014) comunica que la clasificación taxonómica de la cebolla es la siguiente:

Reino: Vegetal

División: Tracheophyta

Clase: Angiosperma

Sub-Clase: Monocotyledoneae

Familia: Liliaceae

Orden: Liliales

Sub-Familia: Alloidea

Tribu: Lilioideae

Género: Allium

2.2. DESHIDRATACIÓN DE LA CEBOLLA PERLA

La deshidratación o secado es uno de los métodos más antiguos de conservación de alimentos y también uno de los más utilizados en la actualidad, el secado tiene como propósito la eliminación parcial o total del agua contenida en un alimento húmedo. La cebolla deshidratada es uno de los productos más importantes elaborados a partir de esta hortaliza. Se ha reportado que los cultivares con presencia de altas cantidades de fenoles tienen un mayor aumento en la coloración en el procesamiento de cebollas deshidratadas y que en general las variedades con un alto porcentaje (15-20%) de materia seca son recomendadas para procesar (Antúnez, 2007).

Según Rivero (2002) las cebollas más apropiadas para este propósito son las de color blanco en la piel y en la pulpa, firmes, de alto contenido de sólidos totales, picantes y que no desarrollen sabores extraños o se decoloren durante el procesado. Los bulbos deben ser uniformes en composición y en el secado, a fin de que el producto sea blanco y de calidad, la cebolla deshidratada es utilizada para preparar saborizantes en la preparación de comidas, sola o mezclada con otro tipo de especias. Por otro lado, también se la utiliza en la elaboración de productos específicos con sabor a cebolla, tales como: papas fritas, galletas, etc.

2.3. CONGELACIÓN

La congelación es uno de los métodos de conservación que además de seguirse empleando, recientemente ha tomado más importancia. Este método

de conservación aplicado apropiadamente preserva los alimentos y sistemas biológicos sin producir cambios importantes en su tamaño, forma, color, sabor, textura y valor nutritivo, es un método que hace posible que el trabajo de preparación de un artículo alimenticio o de una comida completa se haga antes de esta etapa y se conserve congelado (Machado *et al.*, 2008).

2.4. LIOFILIZACIÓN

Orrego (2008) indica que la liofilización es un proceso de secado mediante sublimación. Se ha desarrollado con el fin de reducir las pérdidas de los compuestos responsables del sabor y el aroma en los alimentos, los cuales se pierden durante los procesos convencionales de secado. El proceso de liofilización consta principalmente de dos pasos; el primero consiste en congelar el producto y en el segundo paso el producto es secado por sublimación directa del hielo bajo presión reducida.

Flink y Moledina (1982), Fortin (1986) citado por Gómez *et al.*, (2010) señalan que la liofilización es una técnica de deshidratación que consiste en congelar un producto húmedo y luego sublimar el hielo, removiéndolo de su fracción porosa. De las diversas técnicas de deshidratación, la liofilización es la que ofrece una mejor calidad en el producto final, pero también resulta ser la más costosa.

Ayala *et al.*, (2010) manifiesta que el proceso de liofilización es una alternativa de interés como método de conservación de alimentos que permite prolongar el tiempo de vida útil conservando sus propiedades físicas relacionadas con la calidad.

2.5. CEBOLLA LIOFILIZADA Y PULVERIZADA

Pincon y Flores (2008), mencionan que la cebolla liofilizada es un producto natural ya que esta no contiene químicos ni aditivos de ninguna clase consiste en extraerle el agua en 70 u 80% este proceso se conoce como liofilización ,

luego del transcurso se pasa por un molino de martillo o un equipo de pulverización donde posteriormente se obtiene el polvo.

2.5.1. USOS

Pincon y Flores (2008), manifiestan que la cebolla liofilizada es utilizada para uso doméstico e industrial, se caracteriza por su practicidad, empaque, limpieza y conservación. Estos productos son de alta calidad higiénicas, conservando el valor nutricional y sabor del producto original, también es usada como condimentos en diversos platos, en la preparación de guisos, salsas y en productos de salsamentaría. Además tiene propiedades medicinales.

2.6. PRINCIPIOS DE LA CONSERVACIÓN DE ALIMENTOS

Rodríguez *et al.*, (2011) menciona que la principal causa de deterioro de los alimentos es el ataque por diferentes tipos de microorganismos (bacterias, levaduras y mohos). El problema del deterioro microbiano de los alimentos tiene implicaciones económicas evidentes, tanto para los fabricantes (deterioro de materias primas y productos elaborados antes de su comercialización, pérdida de la imagen de marca, etc.) como para distribuidores y consumidores (deterioro de productos después de su adquisición y antes de su consumo) (La calidad de los alimentos se encuentra afectada por factores físicos, químicos, bioquímicas, microbiológicos, el control de dichos factores y en especial el microbiológico es esencial para la preservación de los alimentos. Los métodos de conservación tradicionales como congelación, pasterización, esterilización, deshidratación, están basados en la manipulación de uno o dos factores de conservación.

2.7. PARÁMETROS DE CALIDAD DE LA CEBOLLA LIOFILIZADA

2.7.1. HUMEDAD

Reyes (2007) menciona que el agua, es el constituyente de los alimentos y su determinación analítica, es de importancia para el consumidor, pues, sirve de medida de la calidad y cantidad de alimento, todos los elementos cualquiera que sea el método de industrialización al que hayan sido sometidos, contienen agua en mayor o menor proporción y su cantidad, estado físico y dispersión afecta su aspecto, olor, sabor y textura. Es el más barato de todos los adulterantes, no solo para productos líquidos, sino también, para aquellos que tienen cierto grado de humedad. Tanto en las industrias alimenticias, como en los laboratorios de análisis bromatológico, la humedad es el primer parámetro a determinar y esta, se realiza inmediatamente después de abrir la muestra.

2.7.2. CENIZAS

Las cenizas de un alimento son un término analítico equivalente al residuo inorgánico que queda después de calcinar la materia orgánica. Las cenizas normalmente, no son las mismas sustancias inorgánicas presentes en el alimento original, debido a las pérdidas por volatilización o a las interacciones químicas entre los constituyentes. (UJAT 2012?)

2.7.3. MOHOS

Son ciertos hongos multicelulares, filamentosos, cuyo crecimiento en los alimentos se conoce fácilmente por su aspecto aterciopelado o algodonoso. Están constituidos por filamentos ramificados y entrecruzados, llamados "hifas", cuyo conjunto forma el llamado "micelio" que puede ser coloreado o no. Los mohos pueden formar, sobre ciertos alimentos, toxinas, llamadas micotoxinas. Provocan la alteración de productos alimenticios, especialmente los ácidos: yogur, jugos, frutas, etc., o los de presión osmótica elevada: productos deshidratados, jarabes, algunos productos salados, etc. (NTE INEN 1529, 1998).

2.7.4. LEVADURAS

Son hongos cuya forma de crecimiento habitual y predominante es unicelular. Poseen una morfología muy variable: esférica, ovóidea, piriforme, cilíndrica, triangular o, incluso, alargada, en forma de micelio verdadero o falso. Su tamaño supera al de las bacterias. Al igual que los mohos, causan alteraciones de los productos alimenticios, especialmente los ácidos y presión osmótica elevada (NTE INEN 1529, 1998).

2.7.5. ANÁLISIS SENSORIAL

Según Borges *et al.*, (2004) las características sensoriales tales como color, sabor y textura son importantes en la evaluación de la calidad. Las reacciones que ocurren en el consumo de alimentos están provocadas por el grado de satisfacción del consumidor con respecto a estímulos de los sentidos: olfato, sabor, tacto, vista y hasta la audición. El análisis sensorial es una disciplina que se dedica a estudiar formas de sistematizar estas observaciones, teniendo en cuenta la subjetividad que determina cuando un alimento es o no aceptado (Álvares *et al.*, 2008).

La evaluación sensorial de los alimentos es una disciplina integrada que permite establecer la calidad de los productos sobre la base de sus atributos. El análisis sensorial se refiere a la medición y cuantificación de las características de los productos alimenticios evaluables por los sentidos humanos (Montenegro *et al.*, 2008).

Sánchez *et al.*, (2010) menciona que las correlaciones de análisis sensorial se distinguen en identificar parámetros de calidad por medio de medidas instrumentales y relaciones entre atributos.

2.8. ESPECIAS

La NTE. INEN 2532:2010 define como especias a plantas o partes de ellas (raíces, rizomas, bulbos, hojas, cortezas, flores, frutos y semillas) desecadas, que contienen sustancias aromáticas, sápidas o excitantes, o sus principios activos, empleadas para dar sabor, color y aroma a los alimentos; pueden ser

enteras, troceadas o molidas. El concepto de especia de origen vegetal se emplea a productos utilizados en forma pulverizada (Vicente-Herrero *et al.*, 2013).

CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO

3.1. UBICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación se realizó en los laboratorios de la Universidad Técnica del Norte de la ciudad de Ibarra – Imbabura - Ecuador y en los laboratorios de Microbiología y Bromatología de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí ESPAM-MFL, de la Carrera de Agroindustria, la misma que se encuentra ubicada en el sitio el Limón en la ciudad de Calceta – Manabí – Ecuador.

3.2. DURACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación tuvo una duración de nueve meses a partir de la aprobación del proyecto de tesis.

3.3. TIPO DE INVESTIGACIÓN

La presente investigación fue de tipo experimental; la misma que se la ejecutó manteniendo condiciones controladas con el propósito de obtener resultados confiables, también fue de carácter bibliográfica debido a que se procedió a obtener información de fuentes primarias y secundarias.

3.4. FACTORES EN ESTUDIO

Los factores que se manejaron para el estudio son:

- Factor A: Temperaturas de congelación.
- Factor B: Tiempos de deshidrocongelación.

3.4.1. NIVELES

Para el factor Temperaturas de congelación se utilizaron los siguientes niveles:

- $a_1 = - 20^{\circ}\text{C}$
- $a_2 = - 40^{\circ}\text{C}$
- $a_3 = - 60^{\circ}\text{C}$

Para el factor B Tiempos de deshidrocongelación se utilizaron los siguientes niveles:

- $b_1 = 8$ horas
- $b_2 = 12$ horas
- $b_3 = 16$ horas

3.5. TRATAMIENTOS

De la combinación de los diferentes niveles de cada factor se dio como resultado los siguientes tratamientos:

Cuadro 3.1. Detalle de los tratamientos

Tratamientos	Códigos	Descripción	
		Temperatura de congelado (°C)	Tiempo de Deshidrocongelado (horas)
T ₁	a ₁ b ₁	-20	8
T ₂	a ₁ b ₂	-20	12
T ₃	a ₁ b ₃	-20	16
T ₄	a ₂ b ₁	-40	8
T ₅	a ₂ b ₂	-40	12
T ₆	a ₂ b ₃	-40	16
T ₇	a ₃ b ₁	-60	8
T ₈	a ₃ b ₂	-60	12
T ₉	a ₃ b ₃	-60	16

3.6. DELINEAMIENTO EXPERIMENTAL

3.6.1. DISEÑO EXPERIMENTAL

En relación con el principio único o múltiple de los diseños, esta investigación fue de carácter experimental y estuvo sujeto a un Diseño Completamente al Azar (DCA) en arreglo bifactorial 3² y para cada tratamiento se realizaron tres réplicas.

3.6.2. UNIDAD EXPERIMENTAL

De acuerdo a las características de la unidad experimental, la muestra a estudiar fueron bulbos de cebolla perla (*Allium cepa L.*) considerando que se utilizaron 27 unidades experimentales que corresponden a 3 por cada

tratamiento. Se utilizaron 454g de cebolla perla por cada unidad experimental, dejando en manifiesto que se necesitaron 12.258g.

3.6.3. ESQUEMA DE ANOVA

El esquema de ANOVA bifactorial A*B para los factores en estudio se detalla a continuación:

Cuadro 3.2. Esquema de ANOVA bifactorial A*B

FUENTE DE VARIACIÓN	gL
Total	26
Factor_A	2
Factor_B	2
A *B	4
Error	18

En donde existió diferencia significativa entre los factores, se realizaron un análisis de los tratamientos, el mismo que se detalla a continuación:

Cuadro 3.3. Esquema de ANOVA para interacción de los tratamientos

FUENTE DE VARIACIÓN	gL
Total	26
Tratamientos	8
Error	18

3.7. MANEJO DE LA INVESTIGACIÓN

3.7.1. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE OBTENCIÓN DE POLVO DE CEBOLLA PERLA

- **Recepción:** Se reciben las cebollas perla (454g) y se procede a realizar su inspección y comprobar que este en buen estado y verificar si puede ser procesada.
- **Cortado de raíz y deshojado:** Se procede a cortar la raíz de la cebolla con la ayuda de un cuchillo de acero inoxidable, después de esto se deshoja la cebolla.
- **Congelación:** Como operación previa a la liofilización se procedió a ingresar las cebollas en el ultracongelador a las diferentes temperaturas (-20°C; -40°;-60°C).

- **Liofilización:** Las cebollas congeladas se la ingresaron en el equipo liofilizador marca SP-SCIENTIFIC, modelo ADVANTGE PLUS ES-33 para su deshidrocongelación.
- **Pulverizar:** Las cebollas deshidratadas se introducen en el equipo de pulverización para obtener el polvo de cebolla.
- **Envasado:** Una vez finalizada la etapa de la pulverización se procedió envasar el producto con un sellador al vacío para impedir que el producto adquiriera humedad.
- **Almacenado:** Una vez envasado al vacío el producto final, se almacena hasta su posterior consumo o comercialización a temperatura ambiente.

DIAGRAMA DE PROCESO PARA LA ELABORACIÓN DE POLVO DE CEBOLLA PERLA

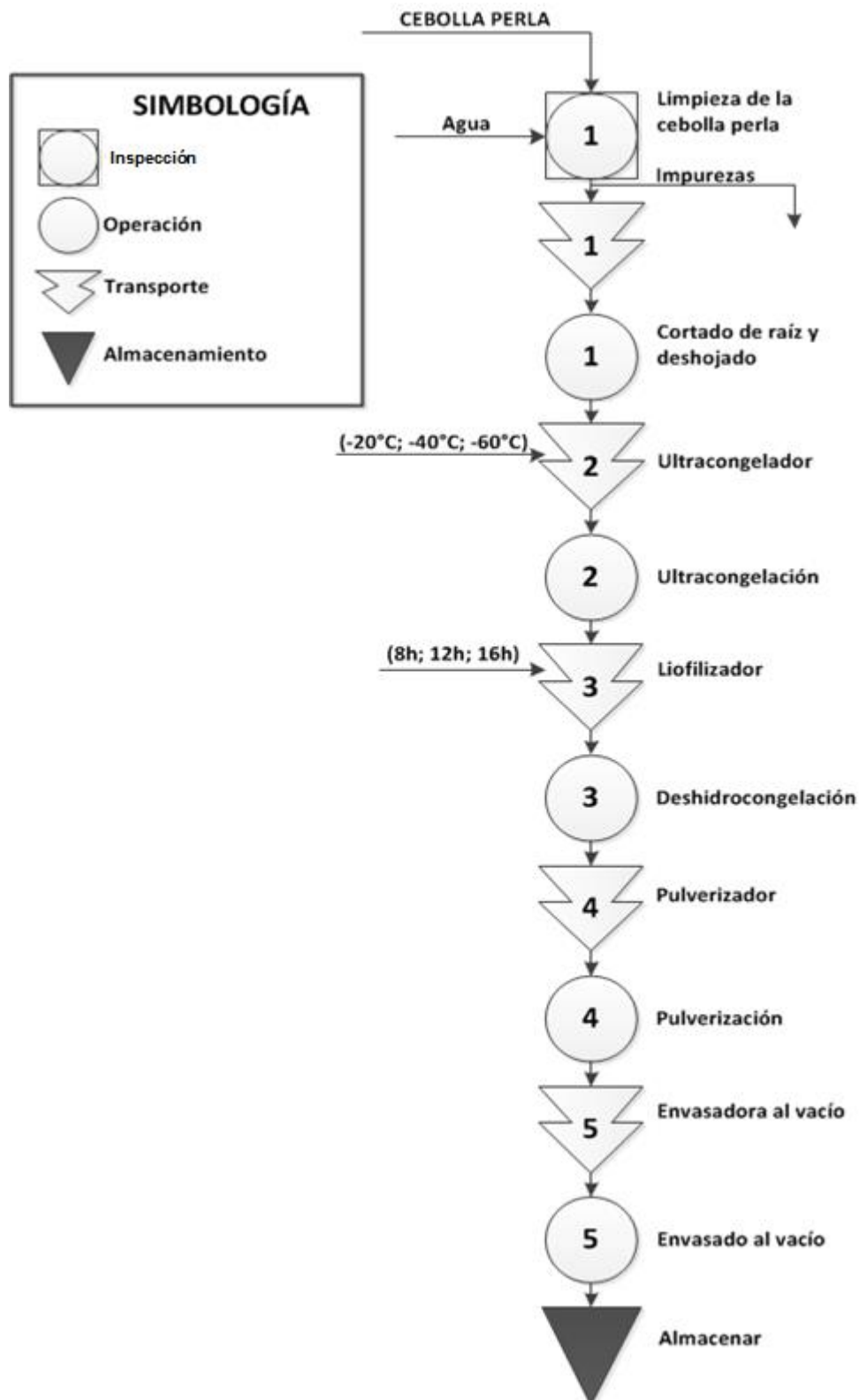


Figura 3.1. Diagrama de proceso para la elaboración polvo de cebolla perla

3.8. VARIABLES EN ESTUDIO

3.8.1. INDEPENDIENTES

- Temperaturas de congelación
- Tiempo de deshidrocongelación

3.8.2. DEPENDIENTES

- **PROPIEDADES FÍSICAS**

Humedad

Cenizas

- **VARIABLES A ESTUDIAR PARA EL MEJOR TRATAMIENTO**

Mohos

Levaduras

- **ANÁLISIS ORGANOLÉPTICOS**

Olor

Color

Textura

3.9. MÉTODOS DE ANÁLISIS

3.9.1. HUMEDAD

Para el análisis de humedad se utilizó la NTE. INEN 518 1980-12 ya que, esta norma establece el método para determinar el contenido de humedad y otras materias volátiles en las harinas de origen vegetal.

3.9.2. CENIZAS

Para el análisis de cenizas se utilizó la NTE INEN 0520 (1981): Harinas de origen vegetal. Determinación de la ceniza.

3.9.3. MOHOS Y LEVADURAS

Se utilizó la NTE INEN 1529 1998-10. Control microbiológico de los alimentos. Mohos y levaduras viables. Recuentos en placa por siembra en profundidad.

3.9.4. ANÁLISIS SENSORIAL

Para el análisis sensorial se utilizó una prueba de preferencia y ordenamiento. Este análisis se lo ejecutó en un área adecuada para este proceso en la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí ESPAM MFL, se tomaron 30 jueces no entrenados, a los cuales se les entregaron una muestra de cada tratamiento y compararon el olor, color y textura frente a un testigo.

3.10. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para el análisis estadístico de las variables en estudio se realizaron las siguientes pruebas:

- a) A todas las variables en estudio se les efectuó las siguientes pruebas: de normalidad (Shapiro-Wilk) y homogeneidad (Levene), las variables cumplieron con todos los parámetros indicados anteriormente, para ello se procedió a realizar las pruebas que se indica en el literal b.
- b) Análisis de varianza (ANOVA): Se lo efectuó con el propósito de establecer la diferencia significativa estadística tanto para los factores AxB de todas las variables en estudios, así como para sus tratamientos.
- c) Coeficiente de variación (CV): Se la realizó para observar la variabilidad de los datos obtenidos con respecto de las variables.
- d) Prueba de diferencias honestamente significativa de Tukey (HSD): Se realizó para establecer la diferencia significativa entre tratamientos, lo cual permitió determinar la magnitud entre ellos. Se analizó al 5% de probabilidad del error, de acuerdo a los grados de libertad (gl) del error experimental.

3.10.1. TRATAMIENTOS DE DATOS

El análisis de los datos se los efectuó por medio del programa de Microsoft Office Excel 2007 y SPSS 21 Versión Libre.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para comprobar la distribución normal de los datos se procedió a realizar los supuestos del ANOVA (Normalidad y homogeneidad). Las variables en estudio cumplieron los supuestos de normalidad mediante la prueba de Shapiro Wilk (ver anexo 1) y el de homogeneidad por medio de la prueba de Levene (ver anexos 2, 3 y 4).

4.1. PROPIEDADES FÍSICAS

4.1.1. HUMEDAD

Cuadro 4. 1. ANOVA para los factores AxB para la variable humedad

Origen	Gl	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F	p_valor
Total corregida	26	120,389			
factor_A	2	78,135	39,068	28,622**	0,000
factor_B	2	2,967	1,483	1,087 ^{NS}	0,358
A*B	4	14,718	3,680	2,696 ^{NS}	0,064
Error	18	24,569	1,365		

NS: No significativo

* Significativo al 5%

** Altamente significativo al 1%

El análisis de varianza para la variable humedad (cuadro 4.1) muestra que no existe interacción entre los factores por lo cual, no es necesario efectuar un ANOVA para los tratamientos. Para el factor A (temperaturas de congelación) existe diferencia significativa para la variable humedad por lo cual, se procede a realizar la prueba de diferencias honestamente significativa de Tukey (HSD), no ocurre lo mismo con el factor B (tiempos de deshidrocongelación). A continuación se presenta la HSD del factor A:

Cuadro 4.2. HSD para el factor A de la variable humedad

factor_A	Subconjunto
a ₃	16,2822a
a ₁	18,8200b
a ₂	20,4133c

Letras iguales en columnas no difieren estadísticamente según Tukey al 0,05 de probabilidad de error.

La HSD al 5% de probabilidad de error (cuadro 4.2) ubicó al nivel a₃ (-60°C) en primera categoría estadística como el mejor, con un valor de 16,2822%, dicho resultado está lejos de lo que exige la norma NTE. INEN 2532:2010 cuyo valor máximo de humedad para especias es del 8%. Con lo expuesto anteriormente se estableció que la temperatura de congelación de -60°C si influye en el contenido de humedad del polvo de cebolla. Saciler *et al.*, (2010) expresan que la temperatura idónea para el proceso de liofilización es de -40°C, dicha temperatura produce una nucleación homogénea, produciendo un correcto proceso de liofilización.

Jennings (2008) menciona que al emplear menores temperaturas de congelación se producen cristales de hielos uniformes reduciendo el tiempo de deshidrocongelación el cual, es un paso importante en el proceso de liofilización.

4.1.2. CENIZAS

Cuadro 4. 2 ANOVA para la variable cenizas

Origen	Gl	Suma de cuadrados tipo	Media cuadrática	F	Sig.
III					
Total corregida	26	0,938			
Factor_A	2	0,079	0,040	1,536 ^{NS}	0,242
Factor_B	2	0,090	0,045	1,741 ^{NS}	0,204
Factor_A * Factor_B	4	0,305	0,076	2,963*	0,048
Error	18	0,464	0,026		

NS: No significativo

* Significativo al 5%

** Altamente significativo al 1%

En el cuadro 4.2 se observa que no existe diferencia estadística significativa para los factores pero si para su interacción por lo anterior, se realiza un ANOVA para los tratamientos.

Cuadro 4. 3 ANOVA para los tratamientos de la variable cenizas

Origen	Gl	Suma de cuadrados tipo III	Media cuadrática	F	Sig.
Total corregida	26	0,938			
Tratamientos	8	0,474	0,059	2,301	0,04
Error	18	0,464	0,026		

NS: No significativo

* Significativo al 5%

** Altamente significativo al 1%

Como se aprecia en el cuadro 4.3 existe diferencia estadística significativa para los tratamientos debido a que la significancia es menor que 0,05 por lo cual se procede a efectuar la HSD para determinar el mejor tratamiento.

Cuadro 4. 4 HSD para los tratamientos de la variable ceniza

Tratamientos	Subconjunto	
T4	4,46233a	
T8	4,48400ab	4,48400ab
T9	4,50800ab	4,50800ab
T6	4,51633ab	4,51633ab
T7	4,51967ab	4,51967ab
T2	4,55433ab	4,55433ab
T1	4,59800ab	4,59800ab
T3	4,59833ab	4,59833ab
T5		4,92800b

Letras iguales en columnas no difieren estadísticamente según Tukey al 0,05 de probabilidad de error.

La HSD aplicada a los tratamientos de la variable ceniza reveló que el mejor tratamiento es el T5, el mismo que reportó el mayor contenido de cenizas, dicho resultado concuerda con la norma INEN 2532:2010

4.2. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

Cuadro 4. 5. Análisis microbiológico de cebolla perla (*Allium cepa L*) en polvo

Muestras por tratamientos	Pruebas solicitadas	Unidad	Resultados	Método de ensayo
T5	Determinación de Coliformes totales	NMP/g	Ausencia	NTE INEN 1529-6
	Determinación de E.coli	NMP/g	Ausencia	NTE INEN 1529-8
	Recuento de Mohos y Levaduras	UPC/g	* $<1,0 \times 10^1$	NTE INEN 1529-10
T8	Determinación de Coliformes totales	NMP/g	Ausencia	NTE INEN 1529-6
	Determinación de E.coli	NMP/g	Ausencia	NTE INEN 1529-8
	Recuento de Mohos y Levaduras	UPC/g	* $<1,0 \times 10^1$	NTE INEN 1529-10
T9	Determinación de Coliformes totales	NMP/g	Ausencia	NTE INEN 1529-6
	Determinación de E.coli	NMP/g	Ausencia	NTE INEN 1529-8
	Recuento de Mohos y Levaduras	UPC/g	* $<1,0 \times 10^1$	NTE INEN 1529-10

* $<1,0 \times 10^1$ En una serie de cuatro (4) placas examinadas no contienen unidades propagadoras e colonias (UPC)

Como se aprecia en el cuadro anterior 4.5 el contenido de mohos y levaduras en los tratamientos T5, T8 y T9 son $<1,0 \times 10^1$ este valor está aún por debajo de los límites que exige la norma INEN 2532:2010 que es de 10^3 , denotando que este alimento es inocuo y apto para el consumo humano.

4.3. ANÁLISIS ORGANOLÉPTICO

4.3.1. OLOR

Cuadro 4. 6. Prueba de Friedman para la cebolla perla (*Allium cepa L*) en polvo

Resumen de prueba de hipótesis				
	Hipótesis nula	Test	Sig.	Decisión
1	Las distribuciones de T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8 and T9 son las mismas.	Análisis de dos vías de Friedman de varianza por rangos de muestras relacionadas	,000	Rechazar la hipótesis nula.

Las pruebas de hipótesis que se detallan en el cuadro 4.6 efectuadas a los tratamientos de la variable análisis organoléptico (olor) demostró que se rechaza la hipótesis nula, lo cual manifiesta que al menos uno de los tratamientos difieren entre sí, por lo anterior se realiza un estudio con el propósito de establecer el mejor tratamiento.

Cuadro 4. 7. Prueba de Friedman para la cebolla perla (*Allium cepa L*) en polvo

Subconjuntos homogéneos					
		Subconjunto			
		1	2	3	4
Muestra ¹	T9	3,167			
	T5	4,000	4,000		
	T7	4,233	4,233	4,233	
	T8	4,500	4,500	4,500	4,500
	T6	5,067	5,067	5,067	5,067
	T2		5,767	5,767	5,767
	T1			5,933	5,933
	T3			5,967	5,967
	T4				6,367
Probar estadística		8,080	8,320	10,438	9,600
Sig. (prueba de 2 caras)		,089	,081	,064	,087
Sig. ajustada (prueba de 2 caras)		,154	,140	,094	,128
Los subconjuntos homogéneos se basan en significancias asintóticas. El nivel de significancia es ,05.					
¹ Cada casilla muestra el rango de media de muestras.					

El análisis realizado mediante la prueba de Friedman estableció que el mejor tratamiento para la variable olor es el T9 (cuadro 4.7), el cual tuvo la mayor aceptación por parte de los jueces no calificados.

4.3.2. COLOR

Cuadro 4. 8. Prueba de Friedman para la cebolla perla (*Allium cepa L*) en polvo

Resumen de prueba de hipótesis				
	Hipótesis nula	Test	Sig.	Decisión
1	Las distribuciones de T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8 and T9 son las mismas.	Análisis de dos vías de Friedman de varianza por rangos de muestras relacionadas	,000	Rechazar la hipótesis nula.
Se muestran las significancias asintóticas. El nivel de significancia es ,05.				

Al existir una significancia menor al 0,05 mediante la prueba de Friedman (cuadro 4.8) se procede a establecer el mejor tratamiento para la variable color.

Cuadro 4. 9. Prueba de Friedman para la cebolla perla (*Allium cepa L*) en polvo

Subconjuntos homogéneos				
		Subconjunto		
		1	2	3
Muestra ¹	T9	3,600		
	T8	4,067	4,067	
	T5	4,483	4,483	
	T7	4,483	4,483	
	T6	4,600	4,600	
	T3	4,817	4,817	
	T2	5,583	5,583	
	T1		5,700	
	T4			7,667
Probar estadística		10,086	12,214	. ²
Sig. (prueba de 2 caras)		,121	,057	.
Sig. ajustada (prueba de 2 caras)		,153	,073	.
Los subconjuntos homogéneos se basan en significancias asintóticas. El nivel de significancia es ,05.				
¹ Cada casilla muestra el rango de media de muestras.				
² No se puede calcular porque el subconjunto sólo contiene una muestra.				

El tratamiento que tuvo la mayor preferencia fue el T9, lo cual expresa que éste posee un mejor color mediante la percepción de los jueces (cuadro 4.9).

4.3.3. TEXTURA

Cuadro 4. 10. Prueba de Friedman para la cebolla perla (*Allium cepa L*) en polvo

Resumen de prueba de hipótesis				
	Hipótesis nula	Test	Sig.	Decisión
1	Las distribuciones de T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8 and T9 son las mismas.	Análisis de dos vías de Friedman de varianza por rangos de muestras relacionadas	,000	Rechazar la hipótesis nula.
Se muestran las significancias asintóticas. El nivel de significancia es ,05.				

Para el criterio textura de la variable análisis organoléptico se denota que existe diferencia estadística significativa (cuadro 4.10) por lo cual se efectúa la prueba

de Friedman con el fin de establecer el mejor tratamiento para este criterio estudiado.

Cuadro 4. 11. Prueba de Friedman para la cebolla perla (*Allium cepa L*) en polvo

		Subconjuntos homogéneos					
		Subconjunto					
		1	2	3	4	5	6
Muestra ¹	T9	1,533					
	T7		3,467				
	T5		4,067	4,067			
	T8		4,433	4,433	4,433		
	T1			5,067	5,067		
	T6				5,533		
	T2				5,867		
	T3					6,833	
	T4						8,200
Probar estadística		. ²	7,200	3,467	8,560	. ²	. ²
Sig. (prueba de 2 caras)		.	,027	,177	,036	.	.
Sig. ajustada (prueba de 2 caras)		.	,080	,442	,079	.	.
Los subconjuntos homogéneos se basan en significancias asintóticas. El nivel de significancia es ,05.							
¹ Cada casilla muestra el rango de media de muestras.							
² No se puede calcular porque el subconjunto sólo contiene una muestra.							

El mejor tratamiento para la textura es el T9, el mismo que según los jueces no entrenados es el que presenta una mejor textura (cuadro 4.11). En si el tratamiento que presente las mejores características sensoriales tanto para olor, color y textura es el T9, lo cual manifiesta que el polvo de cebolla al cumplir los tres criterios antes mencionados es un producto de calidad con lo anterior concuerda (Borges *et al.*, 2004).

Karelovic (2012) comunica que en el proceso de liofilización al trabajar a menores temperaturas, se evita en gran medida las pérdidas nutricionales y organolépticas (perceptibles a través de los sentidos) que se producen con los otros tipos de secado. Así, al ser aplicada la liofilización en la deshidratación de frutas, da como resultado productos de mejor calidad nutricional, sabor y textura. Alvarado (1979), Krokida (1998), Ramírez y Cañizares (2003) citado

por (Pino, 2013) manifiesta que los alimentos obtenidos por el proceso de liofilización no son alterados en sus propiedades.

Cuadro 4. 12. Valores promedios de las variables físicas y sensoriales

Tratamientos	Variables				
	%Humedad NS	% Cenizas **	Olor **	Color **	Textura **
T1		4,59800ab	5,933cd	5,700b	5,067cd
T2		4,55433ab	5,767bcd	5,583ab	5,867d
T3		4,59833ab	5,967cd	4,817ab	6,833e
T4		4,46233a	6,367d	7,667c	8,200f
T5		4,92800b	4,000ab	4,483ab	4,067bc
T6		4,51633ab	5,067abcd	4,600ab	5,533d
T7		4,52967ab	4,233abc	4,483ab	3,467b
T8		4,48400ab	4,500abcd	4,067ab	4,433bcd
T9		4,50800ab	3,167 ^a	3,600 ^a	1,533 ^a
Tukey (0,05)		0,04	0,00	0,00	0,00
C.V. %		0,04			

a, b, c, d y e letras iguales en la misma columna no difieren estadísticamente según Tukey al 5% de probabilidad.

** Altamente significativo al 1%

NS No significativo

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

La temperatura de congelación provoca efecto de variación en las variables físicas (cenizas y humedad) durante el proceso de deshidrocongelación en el polvo de cebolla perla (*Allium cepa L*).

El tiempo de deshidrocongelación idóneo para obtener polvo de cebolla (*Allium cepa L*) es, en el cual se emplea ocho horas; mediante el uso de este tiempo se provocó variaciones en las variables físicas estudiadas.

Los análisis microbiológicos efectuados a los mejores tratamientos T5, T8 y T9 de la cebolla perla (*Allium cepa L*) en polvo revelaron que este producto alimenticio es inocuo.

El análisis organoléptico mediante una prueba de preferencia aplicado al polvo de cebolla perla a jueces no entrenados reveló que el tratamiento T9 presentó mejor preferencia sensorial basado en los parámetros olor, color y textura.

5.2. RECOMENDACIONES

Emplear en la industria alimentaria el tratamiento T9 para la obtención de polvo de cebolla perla (*Allium cepa L*).

Emplear el factor a_3 (temperatura de congelación de -60°C) para disminuir el contenido de humedad final en el polvo de cebolla (*Allium cepa L*).

Efectuar un estudio de vida útil del producto elaborado en esta investigación.

BIBLIOGRAFÍA

- Antúnez, K. 2007. Evaluación de desechos liofilizados de cebolla (*Allium cepa*) para su aceptación organoléptica y como fungicida in vitro contra dos fitopatógenos. Ing. Agrónoma. Universidad EARTH. Guácimo-Limón, CR. p 23.
- Álvarez, S; Zapico, J; y Aguiar, J. 2008. Adaptación de la escala hedónica facial para medir preferencias alimentarias de alumnos de pre-escolar. Santiago, CL. Revista Chilena de Nutrición. Vol. 35 (1). p 1-13.
- Ayala, A; Serna, L; Mosquera, E. 2010. Liofilización de pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*). Medellin, CO. Revista Vitae. Vol. 17 (2). p 122.
- Borges, R.; Von Atzingen, M. y Machado, M. 2004. Análisis sensorial y ácido ascórbico de hortalizas en fresco y ultracongeladas. MÉ. Ciencia y Tecnología Alimentaria. Vol. 4 (4). p 244.
- Chandi, C. 2014. "Estudio De Factibilidad Para La Creación De Una Empresa De Producción Y Comercialización De Plántulas De Cebolla Paiteña, En La Parroquia La Paz, Cantón Montufar, Provincia Del Carchi." (En línea). Consultado el 10 de jun. 2015. Formato PDF. Disponible en <http://repositorio.utn.edu.ec/>
- Collado, M; Gómez, R; Diez, I. 2006. Evolución de las características fisicoquímicas de la cebolla horcal durante el almacenamiento en refrigeración dependiendo del suelo de cultivo. MÉ. Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha. Vol. 8. p 73.
- Díaz, M. 2013. Obtención de uva liofilizada. Tesis. Ing. Químico de alimentos. UCE. Quito-Pichincha, EC. p 1-107.
- Gómez, H; Parra, F; Santos, J; Frédéric, R. 2010. Modelo computacional para la liofilización de alimentos de geometría finita. Guadalajara, ME. Revista Digital Científica y Tecnológica. Vol. 1 (1). p 27.
- Guerrero, I y Salazar, W. 2010. Respuesta del cultivo de cebolla (*Allium cepa* L) a la fertilización química orgánica bajo riego por goteo. Tesis. Ing. Agrónomo. UTM. EC. P. 16.
- INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca). s.f. Principales enfermedades que afectan al cultivo de cebolla. (En Línea). AR. Consultado, 04 de jun 2015 Formato PDF. Disponible en: <http://inta.gob.ar>
- Jennings, A. 2008. Lyophilization. Introduction and Basic Principles. New York. Vol. 4 (8). p 261-355.

- Karelovic, F. 2012. Influencia del método de congelamiento en el daño microestructural de arándanos liofilizados. Tesis. Ing. Civil mecánico. Universidad de Chile. Santiago, CH. p 1-61.
- Lescay, E. y Moya, C. 2006. Influencia de los factores climáticos sobre algunas variables Morfoagronómicas en la producción de bulbos de cebolla (*allium cepa, l.*) En la Región oriental de cuba. CU. Revista Cultivos Tropicales. Vol. 27 (4). p 73.
- López, B. 2013. Cebolla perla sin mercado. El Diario. Portoviejo, EC, may, 2. p 3^a
- Machado, K; Velasco, y J.F; Vélez, R. 2008. Estudio de propiedades físicas de alimentos mexicanos durante la congelación y el almacenamiento congelado. ME. Revista Mexicana de Ingeniería Química. Vol. 7 (1). p 41-54.
- Mero, G. 2014. Cebolleros pasan por su peor época. El Diario. Portoviejo, EC, dic, 6. P 3^a
- Montenegro, G; Gómez, M; Pizro, R; Casaubon, G. y Peña, R. 2008. Implementación de un panel sensorial para mieles chilenas. Santiago, CH. Revista Ciencia e Investigación Agraria. Vol. 35 (1). p 02.
- Muñoz, L; Prats, A. 2004. Una variedad de cebolla para clima tropical. La Habana, CU. Revista Cultivos Tropicales. Vol. 25 (3). p 2.
- _____. 518. 1980b. Harina de origen vegetal. Determinación de la pérdida por calentamiento. Quito, EC. p 1-3.
- _____. 1529. 1998. Control microbiológico de los alimentos. Mohos y levaduras viables. Recuento en placa por siembra en profundidad. Quito, EC. p 1-6.
- _____. 2532. 2010. Especies y condimentos. Requisitos. Quito, EC. p 1-12.
- _____. 0520 1981. Harinas de origen vegetal. Determinación de la ceniza. Quito, EC. p 1.
- Orrego, C. 2008. Congelación y Liofilización de Alimentos. (En línea). Manizales-Caldas, CO. Tizan Ltda. Consultado, 15 de ago. 2015. Formato PDF. Disponible en <http://sistemamid.com/>
- Pérez, D. 2014. Comportamiento fisiológico de cebolla (*Allium Cepa L*) a la aplicación de fertilización foliar de líquido de lombriz enriquecido con harina de lombriz. Tesis. Ing. Agrícola y Ambiental. UAAAN. México. p 6.

- Pincon, A; Flores, B. 2008. Factibilidad para la creación de una planta liofilizadora de cebolla larga en el municipio de bolívar Santander. Tesis. Ing. Gestión Empresarial. UIS. p 48-49
- Pino, P. 2013. Evaluación del proceso de liofilización en banana (*Musa x paradisíaca*) como tecnología de transformación alimentaria. Tesis. Master en tecnología de los alimentos. Universidad Nacional de Buenos Aires. Buenos Aires, AG. p 1-144.
- Pozzo, M; Abramateo, M; Pellejero, G; Aschkar; Gil, M; Van Konijnenburg, A. 2005. Efecto del período de conservación sobre algunas propiedades nutraceuticas y organolépticas en los bulbos de cultivares nacionales de cebollas (*Allium cepa L.*) en el valle inferior de Rio Negro. Buenos Aires, AR. Revista de Investigaciones Agropecuarias. Vol. 34 (3). p 22.
- _____. Aschkar, G; Pellejero, G; Gil, M; Roa, R. 2008. Efecto de temperatura, humedad relativa y fisiología de bulbos de cultivares de cebolla (*Allium cepa*) en la incidencia de *Aspergillus Níger* en el valle inferior del Rio Negro Argentina. AR. Revista Pilquen. No 9. p 2.
- PRO ECUADOR (Instituto de Promoción de Exportaciones e Inversiones). 2013. Situación del mercado de la cebolla en Brasil. (En línea). EC. Consultado, 25 de abr. 2015. Formato PDF. Disponible en <http://www.proecuador.gob.ec>
- Reyes, A 2007. Prácticas profesionales Análisis de los alimentos. (En línea). Guayaquil, EC. p 39-62. Consultado 15 de ago. 2015. Formato PDF. Disponible en: <http://www.dspace.espol.edu.ec>
- Rivero, W. 2002. Estudio del potencial agroindustrial y exportador de la península de Santa Elena y de los recursos necesarios para su implementación; caso: cebolla perla y chirimoya. Tesis. Eco. En Gestión Empresarial. Guayaquil, EC. P 12-17.
- Rodríguez, S; Elvia, N. 2011. Uso de agentes antimicrobianos naturales en la conservación de frutas y hortalizas. MEX. Revista Ra Ximhai. Vol. 7. p 115.
- Saciler, M; Peczalski, R; Andrieu, J. 2010. Effect of ultrasonically induced nucleation on ice crystals size and shape during freezing in vials. Chemical Engineering Science. Vol. 65. p 3064 - 3071.
- Sánchez, I. y Albarracín, W. 2010. Análisis sensorial en carne. Medellín, CO. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias. Vol. 23 (2). p.235.
- Sawyer, C; McCarty, P. y Parkin, G. 2000. Química para ingeniería ambiental. 4 ed. Bogotá, CO. McGraw Hill. p 494.

- Silveira, M; Monereo, S; Molina, B. 2003. Alimentos funcionales y nutrición óptima. ES. Revista Esp. Salud Pública. Vol. 77 (3). p 47.
- Torres, C; Gusmán, L; Moore, R; Palomo, I. 2008. Efecto antitrombótico, una característica poco conocida de las frutas y hortalizas.CH. Revista Chilena de Nutrición. Vol. 35 (1). p 10-17.
- UJAT (Universidad Juárez Autónoma de Tabasco).2012?. Manual de prácticas de los laboratorios de alimentos Tabasco-ME. p 18.
- Vicente-Herrero, M; Terradillos, M; Ramírez, M; Capdevilla, L; López-González, A; Riera, K. 2013. Especies, hierbas medicinales y plantas. Usos en medicina. Revisión de la bibliografía científica (Medline). Revista Medicina Balear. Vol. 28 (2). p 35-42.

ANEXOS

Anexo 1

Prueba de Shapiro-Wilk para las variables en estudios

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Humedad	0,966	27	0,500
Cenizas	0,938	27	0,109

Anexo 2

Prueba de homogeneidad para la variable humedad

F	gl1	gl2	Sig.
3,309	8	18	,057



Anexo 3


Prueba de homogeneidad para la variable cenizas

F	gl1	gl2	Sig.
2,239	8	18	,074

Anexo 4

REPÚBLICA DEL ECUADOR

  **ESPAMMFL**
 ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA
 AGROPECUARIA DE MANABI MANUEL FELIX LOPEZ
 Ley 2006 - 49 Suplemento R.O. 298 - 23 - 06 - 2006
 CALCETA - ECUADOR

 **LMA**
 Laboratorio de Microbiología Ambiental

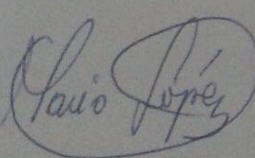
REPORTE DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO Página 1 de 1

CLIENTE:	Srta. Rosario Gissela Nevárez Loor Srta. Ximena Elisabeth Cuzme Pinargote	Nº de análisis:	9
DIRECCIÓN:	Universidad Técnica del Norte de Ibarra	Fecha de recibido:	03/02/2016
TELÉFONO:	0993049656	Fecha de análisis:	03/02/2016
NOMBRE DE LA MUESTRA:	"Cebolla en polvo Liofilizada"	Fecha de reporte:	10/02/2016
CANTIDAD RECIBIDA:	3	Fecha de muestreo:	03/02/2016
TIPO DE ENVASE:	Funda plástica de 500 g de capacidad	Método de muestreo:	NTE INEN 1529-2
OBSERVACIONES:	El laboratorio no se responsabiliza por la recolección y el traslado de las muestras	Responsable del muestreo:	NTE INEN 1529-2
OBJETIVO DEL MUESTREO:	Control de calidad		

MUESTRAS POR TRATAMIENTO	PRUEBAS SOLICITADAS	UNIDAD	RESULTADOS	MÉTODO DE ENSAYO
T5	Determinación de Coliformes totales	NMP/g	Ausencia	NTE INEN 1529-6
	Determinación de <i>E. coli</i>	NMP/g	Ausencia	NTE INEN 1529-8
	Recuento de Mohos y Levaduras	UPC/g	* $<1,0 \times 10^1$	NTE INEN 1529-10
T8	Determinación de Coliformes totales	NMP/g	Ausencia	NTE INEN 1529-6
	Determinación de <i>E. coli</i>	NMP/g	Ausencia	NTE INEN 1529-8
	Recuento de Mohos y Levaduras	UPC/g	* $<1,0 \times 10^1$	NTE INEN 1529-10
T9	Determinación de Coliformes totales	NMP/g	Ausencia	NTE INEN 1529-6
	Determinación de <i>E. coli</i>	NMP/g	Ausencia	NTE INEN 1529-8
	Recuento de Mohos y Levaduras	UPC/g	* $<1,0 \times 10^1$	NTE INEN 1529-10

* $<1,0 \times 10^1$: En una serie de cuatro (4) placas examinadas no contienen unidades propagadoras de colonias (UPC)

Nota:
 Resultados validos únicamente para las muestras especificadas y, no para otros productos de la misma procedencia.
 Prohibida la reproducción total o parcial de este informe


 Ing. Mario López Vera.
 COORDINADOR (E) LAB. DE MICROBIOLOGÍA AMBIENTAL ÁREA AGROINDUSTRIAL




Foto 4. Resultados del análisis microbiológico efectuado a los mejores tratamientos

Anexo 5



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ MANUEL FÉLIX LÓPEZ

NOMBRES Y APELLIDOS _____

FECHA _____

Frente a usted hay diez muestras de cebolla liofilizada, la cual debe de ordenar de acuerdo a su preferencia en cuanto a las características de OLOR, COLOR Y TEXTURA. Al realizar las muestras neutralice con el olor de café antes de tomar la siguiente muestra.

OLOR	COLOR	TEXTURA

Comentarios: _____

Ficha de Análisis Sensorial.

Anexo 6



Foto 5. Análisis sensorial al polvo de cebolla perla (*Allium cepa* L)

Anexo 7

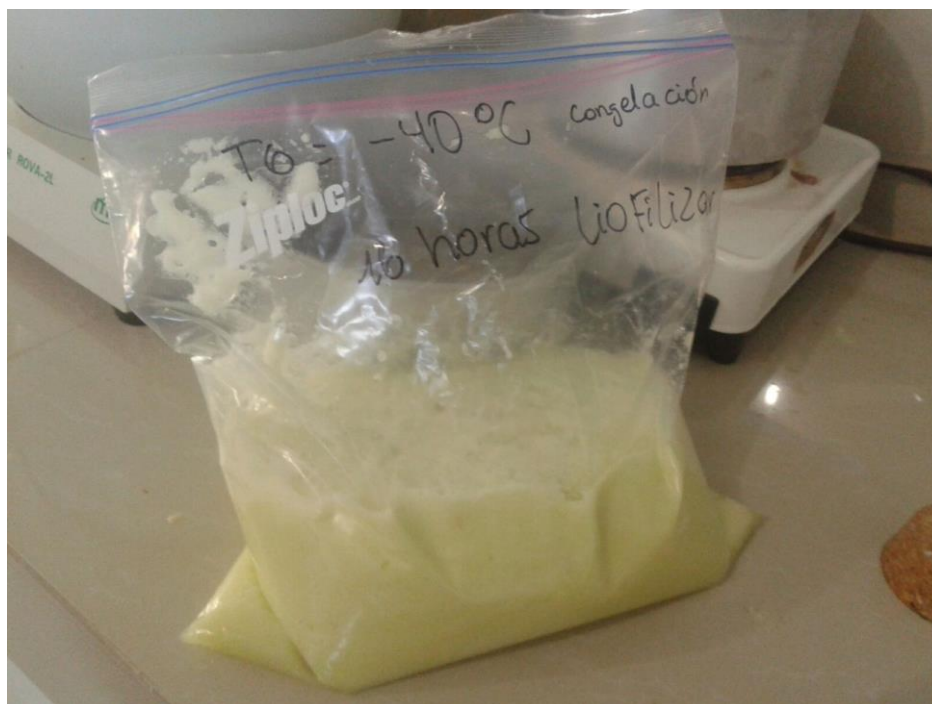


Foto 6. Tratamiento antes de liofilizar de cebolla perla (*Allium cepa* L) a -40°C

Anexo 8



Foto 7. Tratamientos de cebolla perla (*Allium cepa*) liofilizada

Anexo 9



Foto 8. Tratamientos de cebolla perla (*Allium cepa*) liofilizada

Anexo 10



Foto 9. Equipo liofilizador marca SP-SCIENTIFIC, modelo ADVANTGE PLUS ES-33

Anexo 11



Foto 10. Tratamientos antes de liofilizar