UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

ESCUELA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

"INFLUENCIA DE LOS PARAMETROS EN LA DESHIDRATACIÓN DE PIÑA *(Ananas comosus)* FORTIFICADA CON VITAMINA C"

Tesis previa a la obtención del Título de

INGENIERO AGROINDUSTRIAL

AUTORES

Egas Sevillano Verónica Amparo

Ortega Benítez Clara Gabriela

DIRECTORA

Dra. Lucía Yépez Vásquez

Ibarra – Ecuador

2011

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

ESCUELA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

"INFLUENCIA DE LOS PARAMETROS EN LA DESHIDRATACIÓN DE PIÑA *(Ananas comosus)* FORTIFICADA CON VITAMINA C"

Tesis revisada por el Comité Asesor, por lo cual se autoriza su presentación como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGROINDUSTRIAL

APROBADA:

Dra. Lucía Yépez.	**DIRECTORA**
Dr. Alfredo Noboa.	**ASESOR**
Ing. Luis Sandoval.	**ASESOR**
Ing. Hernán Cadena.	**ASESOR**

Ibarra – Ecuador
2011

CESIÓN DE DERECHOS

Los autores: siempre que se cite la fuente, cede con fines académicos y de investigación los derechos de reproducción y duplicación de la investigación desarrollada en este trabajo a la Universidad ecuatoriana y a la sociedad en general.

Para fines distintos al investigativo y académico (producción de textos con fines comerciales, uso del método para procesamiento industrial, etc.); por favor póngase en contacto con los autores y la Universidad Técnica del Norte; copropietarios-solidarios de los derechos de los autores.

Egas Sevillano Verónica Amparo
CC. 100286656-2
ver_yampa9@hotmail.com

Ortega Benítez Clara Gabriela
CC. 100248891-2
gabyclaribel@hotmail.com

Las ideas, conceptos, cuadros y figuras
que se presentan en este documento son responsabilidad y
propiedad exclusiva de los autores

Egas Sevillano Verónica Amparo
Ortega Benítez Clara Gabriela

DEDICATORIA

A **Dios** mi redentor, por guiarme por el camino correcto y darme valor espiritual para seguir creciendo como ser humano.

A mis Padres **Manuel Mesías** y **Amparito del Carmen**; mi fortaleza, por enseñarme que lo importante de la vida se logra con esfuerzo, a nunca rendirme ante lo dificultoso, por educarme e inculcarme a ser lo que soy.

A **Marqui** mi compañero y **Mateito** mi retoño por ser mi fuente de inspiración, y comprensión en todo momento.

A mi **Querida Familia**; por su sabiduría, consejos y cuidado.

Verito

DEDICATORIA

A **Dios,** mi creador por ser fuente vital de inagotable energía y profunda guía espiritual de mis acciones en la vida.

A mi madre **Consuelo Benítez**, por haberme brindado el fruto de su esfuerzo y sacrificio por ofrecerme un mañana mejor; ejemplo vivo de trabajo, progreso y lucha diaria, que con su amor y comprensión ha sabido guiar mi vida por el sendero de la verdad y la justicia.

A la memoria venerada de mis inolvidables **Abuelitos** que desde el cielo condujeron mi camino y me enseñaron a diseñar la poesía del trabajo y la superación.

A mí **familia**, quienes me brindaron su apoyo incondicional y sincero para que sea posible la culminación de mi carrera, a todos ellos mi respeto y admiración.

Clarita Gabriela

AGRADECIMIENTO

A la gloriosa Universidad Técnica del Norte, Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales, a todos los docentes y personal administrativo; expresamos un profundo agradecimiento, por forjar en nosotros personas críticas y útiles a nuestras familias y a la sociedad.

De manera especial a la **doctora Lucía Yépez**, Directora de Tesis, por ser ejemplo de responsabilidad profesional; por su apoyo, ayuda incondicional y generosa con la que guió el desarrollo de la presente investigación.

Agradecemos al **doctor Alfredo Noboa, ingenieros Luis Sandoval, Hernán Cadena y Marco Cahueñas**, quienes nos orientaron de manera desinteresada y acertada.

A todas las personas que compartieron sus conocimientos y experiencias en nuestro continuo proceso académico.

A nuestros amigos y compañeros que de manera espléndida ayudaron con la presente investigación.

Para todos ellos nuestra fraterna gratitud, por que sabemos bien que la persona que recibe un servicio debe conservarlo siempre en la memoria y perpetuarlo en su corazón.

Las Autoras

ÍNDICE GENERAL

PRESENTACIÓN
DEDICATORIA
AGRADECIMIENTO

CAPÍTULO I

GENERALIDADES

1.1 INTRODUCCIÓN……...… **1**

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 PIÑA……..……...….....**5**
2.1.1 Datos Botánicos. …….…….....**6**
2.1.2 Datos Producción Nacional….…….……..…….…….…..…..**10**
2.1.3 Datos Exportación…….……..…….....**10**
2.1.4 Composición Nutricional…….…….....…….…….…..….**12**
2.1.5Propiedades e Indicaciones…….....…….…….…...**12**

2.2 CONSERVACIÓN DE LOS ALIMENTOS…….…….…...**14**
2.2.1 Técnicas de conservación……...…….**15**

2.2.2 El Secado…….……..…….....**16**
2.2.2.1 Proceso Básico de Secado…...…….…….……..**17**
2.2.2.2 Preparación de los productos para el secado…….....……**17**
2.2.2.3 Envasado y Almacenamiento del producto deshidratado….……..**18**
2.2.2.4 Modificaciones producidas en el producto con la deshidratación y almacenamiento…….…….…….…….**19**
2.2.3 Sistemas de deshidratación.....…….…...**20**
2.2.3.1 Secado al sol.……..…….…...**21**
2.2.3.2 Secado por gases calientes...……..……..…...**21**

2.3 ALIMENTOS FORTIFICADORES……..……..**23**

2.4 VITAMINA C……..……...**24**

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Materiales……...……..…..**28**
3.1.1 Materia prima……..…...**28**
3.1.2 Insumos……..…**28**
3.1.3 Materiales……...**28**
3.1.4 Equipos……...**29**

3.2 Métodos……**29**
3.2.1 Caracterización del área de estudio…….…....**29**
3.2.2 Factores en estudio…….….**30**

3.2.3 Tratamientos……..……..**32**
3.2.4 Diseño experimental……**33**
3.2.5 Características del experimento……...**33**
3.2.6 Unidad experimental…….……...**33**
3.2.7 Análisis de variancia……....**34**
3.2.8 Análisis funcional……....**35**
3.2.9 Variables a evaluarse……..….**35**
3.2.9.1 Variables Cuantitativas…….……...**35**
3.2.9.2 Variables Cualitativas…….…….....**38**

3.3 Manejo específico del experimento …….…….....**41**
3.3.1 Diagrama de bloques para determinar la influencia de los parámetros en la deshidratación de piña fortificada con Vitamina C...……..**41**
3.3.2 Diagrama de flujo para determinar la influencia de los parámetros en la deshidratación de piña fortificada con Vitamina C...……..…....**43**
3.3.3 Descripción del proceso…….……..**44**

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1 pH de la solución de Vitamina C en la etapa final del proceso de fortificación....**51**
4.2 Tiempo de secado en el proceso de deshidratación…….....**55**
4.3 Análisis estadístico de la variable humedad en el producto terminado...…….....**63**
4.4 Análisis estadístico de la variable sólidos solubles en el producto terminado.....**74**
4.5 Análisis estadístico de la variable contenido de Vitamina C en el producto terminado…….....**84**

4.6 Análisis estadístico de la variable rendimiento en el producto terminado……...**91**
4.7 Análisis sensorial del producto terminado…….…….…....**100**
4.7.1 Color…….…….…..**101**
4.7.2 Olor…….…..**102**
4.7.3 Sabor…….....…**103**
4.7.4 Textura…….…….....**104**
4.8 Caracterización de la Materia Prima…….…...**105**
4.9 Análisis físico químico para los tres mejores tratamientos y testigo comercial……...…….**105**
4.10 Balance de materiales para los tres mejores tratamientos……....**106**
4.10.1 Balance de materiales tratamiento T1 (0% Vit. C, 40 ºC, 50% de abertura del venterol y secado continuo)…….....1**06**
4.10.2 Balance de materiales tratamiento T12 (1% Vit. C, 40 ºC, 75% deabertura del venterol y secado con temporamientos)….……....**107**
4.10.3 Balance de materiales tratamiento T18 (2% Vit. C, 40 ºC, 50% de Abertura del venterol y secado con temporamientos)…...……...**108**
4.11 Costos de Producción para los tres mejores tratamientos .……...……..**109**

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES……...…..…….…...**110**

RECOMENDACIONES……..……..**113**

CAPÍTULO VI

RESUMEN……..**114**

SUMMARY…….....**116**

CAPÍTULO VII

BIBLIOGRAFÍA……**118**

CAPÍTULO VIII

ANEXOS……..……**121**

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Producción ecuatoriana de Piña……..…..**10**

Cuadro 2: Composición nutricional de la Piña…….…….....**12**

Cuadro 3: Tipos de Secadores…….…….…….....**23**

Cuadro4: Sensibilidad de las vitaminas en las condiciones de tratamiento y conservación……..……..…….…….....**26**
Cuadro 5: Ingesta de Vitamina C……..…….....**27**
Cuadro 6: Ubicación del Área de estudio…….……..……....**29**
Cuadro 7: Especificaciones del Armario de Secado….……..……....**30**
Cuadro 8: Tratamientos en estudio……..…..…....**32**
Cuadro 9: Esquema del ADEVA…….……..……**34**
Cuadro 10: Variación del pH en la solución de vitamina C en la etapa final del proceso de deshidratación……...…….…….....**51**
Cuadro 11: Análisis de varianza. …….……**52**
Cuadro 12: Prueba de Tukey al 5 % para tratamientos. …….……..**53**
Cuadro 13: Prueba DMS para el factor C (Porcentaje de vitamina C). …….……..**54**
Cuadro 14: Tiempo de secado en el proceso de deshidratación……...…...…..**55**
Cuadro 15: Análisis de varianza. …….....**56**
Cuadro 16: Prueba de Tukey al 5 % para tratamientos. …….…..**57**
Cuadro 17: Prueba DMS para el factor T (Temperatura del aire)……**58**
Cuadro 18: Prueba DMS para el factor A (Abertura del venterol)…….....…...**58**
Cuadro 19: Prueba DMS para el factor S (Técnica de Secado)……...…..…**58**
Cuadro 20: Contenido de humedad en el producto terminado……..……**63**
Cuadro 21: Análisis de varianza. ……...…….....**64**
Cuadro 22: Prueba de Tukey al 5 % para tratamientos……...……..**65**
Cuadro 23: Prueba DMS para el factor C (% Vitamina C)……..…….....**65**
Cuadro 24: Prueba DMS para el factor T (Temperatura del aire)…….…….....**66**
Cuadro 25: Prueba DMS para el factor A (Abertura del venterol)……...……....**66**
Cuadro 26: Prueba DMS para el factor S (Técnica de Secado)…….…...……....**66**
Cuadro 27: Sólidos solubles en el producto terminado……..…....**74**
Cuadro 28: Análisis de varianza……....**75**
Cuadro 29: Prueba de Tukey al 5 % para tratamientos…….....**76**
Cuadro 30: Prueba DMS para el factor C (% Vitamina C)……..…….....**76**

Cuadro 31: Prueba DMS para el factor A (Abertura del venterol)……..…….....**77**
Cuadro 32: Prueba DMS para el factor S (Técnica de Secado)..…...…...…….....**77**
Cuadro 33: Contenido de Vitamina C en el producto terminado…...……..…...…**84**
Cuadro 34: Análisis de varianza…….…..…..**85**
Cuadro 35: Prueba de Tukey al 5 % para tratamientos…….....**86**
Cuadro 36: Prueba DMS para el factor C (% Vitamina C)…….…..**86**
Cuadro 37: Prueba DMS para el factor T (Temperatura del aire)…….…….....**87**
Cuadro 38: Prueba DMS para el factor S (Técnica de Secado)…..…...…….....**87**
Cuadro 39: Rendimiento en el producto terminado……....**91**
Cuadro 40: Análisis de varianza……..…....**92**
Cuadro 41: Prueba de Tukey al 5 % para tratamientos…….....**93**
Cuadro 42: Prueba DMS para el factor C (% Vitamina C)……...**93**
Cuadro 43: Prueba DMS para el factor T (Temperatura del aire)…..…...……**94**
Cuadro 44: Prueba DMS para el factor A (Abertura del venterol)…..…...……..**94**
Cuadro 45: Prueba DMS para el factor S (Técnica de Secado)……..…...……...**94**
Cuadro 46: Análisis de Friedman para las variables de la evaluación Sensorial....**100**
Cuadro 47: Caracterización de la Materia Prima……..…..…...…….....**105**
Cuadro48: Análisis Físico – Químico para los tres mejores tratamientos y testigo comercial…….…….…....**105**
Cuadro 49: Costos de Producción para los tres mejores tratamientos....…….....**109**

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Piña…….....…..**5**
Gráfico 2: Inflorescencia de piña…….……...…..……...**8**
Gráfico 3: Destinos de las exportaciones de piña y elaborados……..…..……..**11**

Gráfico 4: Estructura química de la Vitamina C……...…**24**
Gráfico 5: Variación del pH en la solución de vitamina C en la etapa final del proceso de fortificación……...……..…….**54**
Gráfico 6: Interacción de los factores T (Temperatura del aire) y A (Abertura del venterol) en la variable tiempo de secado…….**59**
Gráfico 7: Interacción de los factores T (Temperatura del aire) y S (Técnica de secado) en la variable tiempo de secado…...……..…….**60**
Gráfico 8: Interacción de los factores A (Abertura del venterol) y S (Técnica de secado) en la variable tiempo de secado.……...…….….**61**
Gráfico 9: Representación gráfica del Tiempo de Secado……..…….…**62**
Gráfico 10: Interacción de los factores C (% Vitamina C) y T (Temperatura del aire) en la variable humedad del producto terminado…….…...**67**
Gráfico 11: Interacción de los factores C (% Vitamina C) y A (Abertura del venterol) en la variable humedad del producto terminado…….……**68**
Gráfico 12: Interacción de los factores C (% Vitamina C) y S (Técnica de secado) en la variable humedad del producto terminado…….....**69**
Gráfico 13: Interacción de los factores T (Temperatura del aire) y A (Abertura del venterol) en la variable humedad del producto terminado……**70**
Gráfico 14: Interacción de los factores T (Temperatura del aire) y S (Técnica desecado) en la variable humedad del producto terminado…...…….…...**71**
Gráfico 15: Interacción de los factores A (Abertura del venterol) y S (Técnica desecado) en la variable humedad del producto terminado...…….……...**72**
Gráfico 16: Representación Gráfica de la variable humedad del producto terminado….……..**73**
Gráfico 17: Interacción de los factores C (% Vitamina C) y T (Temperatura del aire) en la variable sólidos solubles en el producto terminado……..**78**

Gráfico 18: Interacción de los factores C(% Vitamina C)y A (Abertura del venterol) en la variable sólidos solubles en el producto terminado……..**79**

Gráfico 19: Interacción de los factores C(% Vitamina C) y S (Técnica de secado) en la variable sólidos solubles en el producto terminado……...**80**

Gráfico 20: Interacción de los factores T (Temperatura del aire) y S (Técnica desecado) en la variable sólidos solubles en el producto terminado…….....**81**

Gráfico 21: Interacción de los factores A (Abertura del venterol) y S (Técnica desecado) en la variable sólidos solubles en el producto terminado...……...**82**

Gráfico 22: Representación Gráfica de la variable sólidos solubles en el producto terminado…..……..**83**

Gráfico 23: Interacción de los factores C (% Vitamina C) y T (Temperatura del aire) en la variable contenido de Vitamina C en el producto terminado…..**88**

Gráfico 24: Interacción de los factores C (% Vitamina C) y S (Técnica de secado) en la variable contenido de Vitamina C en el producto terminado……**89**

Gráfico 25: Representación Gráfica de la variable contenido de Vitamina C en el producto terminado……...……**90**

Gráfico 26: Interacción de los factores C (% Vitamina C) y T (Temperatura del aire) en la variable rendimiento del producto terminado……...…**95**

Gráfico 27: Interacción de los factores T (Temperatura del aire) y A (Abertura del venterol) en la variable rendimiento del producto terminado……...**96**

Gráfico 28: Interacción de los factores T (Temperatura del aire) y S (Técnica desecado) en la variable rendimiento del producto terminado…...……..…..**97**

Gráfico 29: Interacción de los factores A (Abertura del venterol) y S (Técnica desecado) en la variable rendimiento del producto terminado...……**98**

Gráfico 30: Representación Gráfica de la variable rendimiento del producto terminado…..……..**99**
Gráfico 31: Caracterización del color en el producto terminado…….**101**
Gráfico 32: Caracterización del olor en el producto terminado……..**102**
Gráfico 33: Caracterización del sabor en el producto terminado…….....**103**
Gráfico 34: Caracterización de la textura en el producto terminado……...**104**

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1: Balanza.……...…….……....**35**
Fotografía 2: Refractómetro….…….……**35**
Fotografía 3: Potenciómetro….…….……**36**
Fotografía 4: Extracción de Vitamina C….……...……....**37**
Fotografía 5: Incubadora….……...…….....**37**
Fotografía 6: Entrega de muestras...……...……...……....**39**
Fotografía 7: Análisis sensorial……..…….....**39**
Fotografía 8: Llenado de encuesta.……....**39**
Fotografía 9: Equipo Fibertest…...……**40**
Fotografía 10: Selección de la Piña…….…...…...**44**
Fotografía 11: Pesado de la Piña….…….……..…...**44**
Fotografía 12: Lavado de la Piña….……...……...**45**
Fotografía 13: Pelado de la Piña…….……...**45**
Fotografía 14: Descorazonado de la Piña..…….…….……..**46**
Fotografía 15: Extracción del corazón..…….…….……...…**46**
Fotografía 16: Piña en la fileteadora…...……...…….……...**46**
Fotografía 17: Rebanado de la Piña..……..…...…**46**
Fotografía 18: Pesado de las rodajas de Piña……..…….……..……**47**
Fotografía 19: Pesado de la Vitamina C...…….....…….……..…**47**

Fotografía 20: Fortificado de las rodajas de Piña…..…….……...……..**47**
Fotografía 21: Colocado de las rodajas de Piña en las mallas..…….……...**48**
Fotografía 22: Secado de las rodajas de Piña fortificadas..……...……**48**
Fotografía 23: Sellado del Producto Final...…….....…….……**48**
Fotografía 24: Almacenamiento de las rodajas de piña deshidratadas…..……..**49**
Fotografía 25: Producto Final……...…….…**49**

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1: NTE INEN 1334-2:2008, Rotulado de Productos Alimenticios para Consumo Humano…..…….....**122**
ANEXO 2: Método AOAC 945.10: Determinación de pH……..……..**130**
ANEXO 3: Método AOAC 932.14: Determinación de Sólidos Solubles....……..**131**
ANEXO 4:Método AOAC 920.151: Determinación de Sólidos Totales…..…..…**132**
ANEXO 5: Método AOAC 985.33: Determinación de Vitamina C…….....…**133**
ANEXO 6: Método AOAC 962.09: Determinación de Fibra……..…..**134**
ANEXO 7: Determinación del porcentaje de Proteína……..…….....**136**
ANEXO 8: Hojas de encuesta para la evaluación sensorial de la Deshidratación de Piña (*Ananas comosus*) Fortificada con Vitamina C…….……..…...**137**
ANEXO 9: Rangos de la variable color, determinados en la evaluación sensorial de la Deshidratación de Piña Fortificada con Vitamina C.....**139**
ANEXO 10: Rangos de la variable olor, determinados en la evaluación sensorial de la Deshidratación de Piña Fortificada con Vitamina C……..….**140**
ANEXO 11: Rangos de la variable sabor, determinados en la evaluación sensorial de la Deshidratación de Piña Fortificada con Vitamina C……....**141**
ANEXO 12: Rangos de la variable textura, determinados en la evaluación sensorial de la Deshidratación de Piña Fortificada con Vitamina C……..**142**

ANEXO 13: Análisis físico químico de la Materia Prima (Piña)……..……...…**143**
ANEXO 14: Análisis físico químico y microbiológico para el producto final.…...**144**
ANEXO 15: Análisis físico químico para los tres mejores tratamientos……..…**147**
ANEXO 16: Parámetros microbiológicos en productos deshidratados……**148**
ANEXO 17: Porcentaje de Humedad de las Frutas Deshidratadas……...……...**148**
ANEXO 18: Interacción de los factores T (Temperatura del aire), A (Abertura del venterol) y S (Técnica de secado) en la variable tiempo de secado....**149**
ANEXO 19: Interacción de los factores C (% Vit. C), T (Temperatura del aire) y S (Técnica de secado) en la variable humedad del producto terminado…….**150**
ANEXO 20: Interacción de los factores C (% Vit. C), A (Abertura del venterol) y S (Técnica de secado) en la variable humedad del producto terminado…….**151**
ANEXO 21: Interacción de los factores C (% Vit. C), T (Temperatura del aire) y A (Abertura del venterol) en la variable sólidos solubles en el producto terminado……..…**152**
ANEXO 22: Interacción de los factores T (Temperatura del aire), A (Abertura del venterol) y S (Técnica de secado) en la variable contenido de Vitamina C en el producto terminado……..**153**
ANEXO 23: Interacción de los factores C (% Vit. C), T (Temperatura del aire) y A (Abertura del venterol) en la variable rendimiento del producto terminado…….….**154**
ANEXO 24: Interacción de los factores C (% Vit. C), T (Temperatura del aire) y S (Técnica de Secado) en la variable rendimiento del producto terminado…….…….....**155**

CAPÍTULO I

GENERALIDADES

1.1 INTRODUCCIÓN

El Ecuador al ser uno de los países de mayor diversidad del mundo; pone a disposición una gran variedad de frutas de alto valor nutricional que se producen durante todo el año. Sin embargo no son aprovechadas en su totalidad debido a la variación de los rendimientos de producción, ocasionando pérdidas económicas a los productores. La costa ecuatoriana cuenta con una amplia producción de frutas, la mayor parte de estas se consumen en estado fresco, mismas que son distribuidas a diferentes zonas del país pero en ciertas temporadas se produce una sobreoferta, siendo necesario el desarrollo de nuevas opciones relacionadas a la conservación de estos alimentos, que permitan tener a disponibilidad durante cualquier época del año; y puedan ser comercializados en diversas presentaciones; es por esto que es preciso buscar nuevas alternativas de transformación y procesamiento.

La implementación de nuevas técnicas de conservación para la obtención de productos innovadores, ayudará a mejorar y mantener un margen de rentabilidad durante todo el año, sin peligro a generar pérdidas cuando existe sobre producción. La deshidratación es una alternativa tecnológica utilizada para prolongar la vida útil de las frutas, mejorando las características sensoriales y nutriceúticas y evitando su

deterioro, por ser alimentos altamente perecederos debido a deterioros microbiológicos y/o fisiológicos; pérdidas de peso por deshidratación a causa de daños mecánicos durante la cosecha, almacenamiento, transporte y envasado; sin embargo son escasas las industrias que se dedican a su transformación.

Entre las frutas producidas en la costa ecuatoriana esta la Piña con un elevado contenido de Vitamina C que según Pamplona, J. 2003 es de 15.4 mg, pero este nutriente disminuye, debido a un incorrecto almacenamiento, conservación o procesamiento, provocando pérdida de su valor nutricional.

En la actualidad, a nivel mundial existe una alta tendencia por la investigación y desarrollo de productos que sean de elevada calidad nutricional y farmacológica. Las empresas utilizan la fortificación como una estrategia diferenciativa para elaborar alimentos que puedan ser percibidos como productos de mayor valor. Por esta razón, generalmente se fortifican alimentos que pueden ser más rentables con poco costo adicional; permitiendo satisfacer las necesidades particulares de la alimentación de determinados grupos de la población. La vitamina C al ser incluida en la dieta diaria fortalece notablemente el sistema inmunológico de las personas, evitando que pueden ser susceptibles a adquirir infecciones del entorno; en los alimentos actúa como un inhibidor para reducir las posibles alteraciones enzimáticas, razón por la cual es necesario fortalecer los productos con enriquecedores alimenticios que permitan mejorar la calidad del producto final. La piña al ser fortificada con vitamina C, permite que dentro de su composición nutricional, los niveles de vitamina sean igual o superior al que se encuentra en la fruta en estado fresco, aun después de haber sido sometida a procesos de deshidratación, con condiciones controladas que permitan su estabilidad.

El presente trabajo de investigación (Influencia de los Parámetros en la Deshidratación de Piña (Ananas comosus) Fortificada con Vitamina C), es una

alternativa tecnológica de conservación dando un valor agregado a la piña, utilizando el secado como una técnica de obtención de productos innovadores y que mejor, si son fortificados con enriquecedores alimenticios como la Vitamina C que permite incrementar sus propiedades nutricionales, obteniendo un producto natural que puede ser consumido por la sociedad en general, en especial niños y ancianos, por ser más susceptibles a adquirir enfermedades.

Esta investigación se realiza con la finalidad de cumplir con los Objetivos Propuestos tanto el *Objetivo General:* Evaluar la influencia de los parámetros en la deshidratación de piña *(Ananas comosus)* fortificada con vitamina C; como los *Objetivos Específicos:*

- Determinar el mejor porcentaje de Fortificación (0%,1%,2% Vitamina C) en la Piña.
- Determinar el contenido de vitamina C en la piña deshidratada.
- Determinar la mejor temperatura del aire (40, 50 ºC) para el secado hasta obtener una humedad final entre el 4-6%.
- Determinar la influencia de la abertura del venterol (50, 75 %) en el proceso de secado.
- Evaluar la técnica de secado para la deshidratación de la piña.
- Evaluar la calidad físico - química (pH, humedad, azúcares totales, fibra total, Vitamina C), en la materia prima y al producto final.
- Evaluar la calidad microbiológica (mohos, levaduras y recuento de aerobios totales) del producto final.
- Evaluar la calidad organoléptica (color, olor, sabor y textura) del producto final.
- Determinar el rendimiento y los costos de producción del producto terminado a los tres mejores tratamientos.

Se investigará cual *Hipótesis* es la que se acepta en el proceso de investigación ya sea la*Hipótesis Alternativa*: La Temperatura del aire, la abertura del venterol y la técnica del secado influyen en la deshidratación de piña (Ananas comosus) fortificada con vitamina C; o la *Hipótesis Nula:* La Temperatura del aire, la abertura del venterol y la técnica del secado no influyen en la deshidratación de piña (Ananas comosus) fortificada con vitamina C.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 PIÑA (Ananas comosus).

Gráfico 1: Piña

La piña es una planta herbácea perenne originaria de África el tallo florece solo una vez y muere después de fructificar; entonces un brote lateral toma el lugar de la planta madre.

Las variedades se diferencian claramente por su tamaño y sabor. En todos los grupos de variedades existen líneas locales. Todos los tipos de piña son estériles en si, generalmente no tienen semillas. Desarrolla semillas sólo si se la fecunda por agentes externos. Por su naturaleza la piña es una planta xerófila, puede sobrevivir meses de sequía porque acumula e ingiere agua de lluvias, niebla y de rocío a través de sus hojas.

Las hojas son largas y angostas, situadas en espiral sobre un tallo corto formando una roseta. Son hojas espinosas, de color verde en el haz y plateado en el envés debido a su vellosidad.

Las flores en número de 100 a 200, son hermafroditas y están fijadas a la axida de una bráctea. Los colibríes son los principales agentes polinizadores, mientras que las abejas se acercan sin polinizar.

El fruto compuesto está formado por la unión de pequeños frutos individuales con las brácteas y el eje central de la inflorescencia. La maduración dura de 5 a 6 meses. En el extremo superior se encuentra una corona de hojas, que siguen creciendo hasta que el fruto ha madurado.

La piña es sensible a las heladas. Necesita un clima soleado y se adapta muy bien a la sequía.

En cuanto al suelo necesita un terreno esponjoso, fresco, bien aireado y permeable.

Fuente: (Biblioteca de la Agricultura Lexus)

2.1.1 DATOS BOTÁNICOS

Origen: De América tropical, especialmente de Brasil *y* Paraguay, se encuentra silvestre en muchas regiones de América *y* antes de llegar los colonizadores los indígenas la habían propagado; Colón la encontró en la isla de Guadalupe, en los primeros viajes la llevó a Europa donde tomó gran importancia cultivándola en invernaderos calentados con estufa, luego en 1900 empezó a cultivarse en forma comercial *y* a establecer fábricas de enlatados.

Clasificación botánica

Clase: Angiospermas
Subclase: Monocotiledóneas
Orden: Bromeliales

Familia: Bromeliáceas

Género:*Ananas*

Especies:*Ananas ananassoides,* (Baker) L. B. Smith; *A. bracteatus*(Lindl)Schulter.A. coraosws,(L.)Merril;A *erectifoliux,* L.B. Smith *y A. fritzmuelleri.*

Fuente: RUIZ, R. (1987), "Manual Práctico de Frutales", Bogotá- Colombia.

Planta: La piña es una hierba perenne, puede crecer hasta una altura de 90 cm y extenderse lateralmente de 1,2 - 1,5 m si las condiciones de cultivo lo permiten. Cuando se deja crecer libremente puede extenderse mucho más, en esta forma comienza a producir frutos sobre brotes que han caído al suelo, la calidad de estos frutos no es buena.

Tallo y hojas: El tallo está cubierto de hojas que no dejan verlo, al quitarle las hojas quedan cicatrices en él entre las cuales hay yemas, muy pocas de las cuales pueden producir brotes.

Raíces: El sistema radicular está compuesto únicamente por raíces secundarias, ya que el sistema de propagación es por brotes. Si se levantan las hojas de éstos se ven las puntas de las raíces secundarias; éstas son muy superficiales y se pueden dañar fácilmente en las desyerbas; por eso se recomiendan los matamalezas o labores superficiales. Las raíces son relativamente cortas.

Inflorescencia y fruto: El fruto, que es una sorosis, proviene de una inflorescencia que se forma sobre la prolongación del tallo. Cuando se siembra un brote, a los 15-22 meses se forma un solo fruto, luego a los 12 meses se cosechan varios frutos por la aparición de brotes laterales llamados socas.

Gráfico 2:
Inflorescencia de piña, variedad Piamba. que 5 meses más tarde se cosechará

La porción comestible del fruto está constituida por la parte más externa de la inflorescencia: las brácteas, los sépalos y los ovarios de las flores.

Cada sección de la corteza es una yema que viene a ser el extremo de un fruto parcial, la parte dura de cada yema está formada por el revestimiento interno de cada botón floral y el conducto del néctar es duro porque se ha lignificado y suberizado; los cambios de coloración de yemas indican el grado de maduración del fruto.

La parte interna o corazón está lleno de vasos vasculares y fibras que alimentan las flores y las brácteas, puede ser comestible produciendo ardor en la boca.

Características del fruto maduro: La parte basal madura más rápido que la apical, no contiene almidón por lo que el contenido de azúcar aumenta muy poco después de recolectado el fruto, en cambio sobre la planta el contenido de azúcar aumenta considerablemente de un día para otro, en las diferentes variedades cambia el contenido de azúcares 8-14% y ácidos 0,5-1,5%.El 87% de estos ácidos está compuesto por ácido cítrico y el 13% restante por ácido málico.

El sabor y aroma está dado por unos constituyentes volátiles aromáticos, como el etilacetato y el etil y metil butirato.

Variedades: A pesar de que la generalidad de frutos no contienen semillas, sólo raras excepciones, se conocen muchas variedades. Los frutos con semilla se conocen únicamente en Granjas Experimentales. Las variedades más cultivadas en el mundo son:

a) *Cayena Lisa:* Se llama así porque los bordes de sus hojas son lisos, es decir, no contienen espinas; en casos aislados pueden presentarse hojas con espinas en los bordes apicales y en la base. La Cayena Lisatiene un fruto más alargado y cilíndrico que el de la Española Roja, con un peso de 2-4 Kg, el fruto contiene poca fibra y mucho jugo, los ojuelos son más pequeños que los de la Española Roja, achatados pero no tanto como los de la última y no tan profundos como los de ésta, dándole a la cascara un aspecto liso. La pulpa es de color amarillo claro y tiene la tendencia a decolorarse hacia los bordes de los ojuelos, el color del fruto cuando está maduro es amarillo con manchas verdes o amarillo únicamente; se conocen muchas líneas de esta variedad.

b) *Española Roja:* Le sigue en importancia, en cuanto a cultivo, a la anterior. Existen dos tipos.de esta variedad, uno de éstos tiene espinas a todo lo largo de los bordes de las hojas, y el otro tipo tiene espinas más cortas y únicamente en el ápice y base de las hojas; los ojuelos de esta variedad son grandes y achatados, la fruta es casi tan larga como ancha, con un peso promedio de 1,0-2,5 Kg, tiene más acidez y menos azúcar que la Cayena Lisa, la pulpa es blanca amarillenta.

c) *Reina:* Hojas cortas, fuertemente espinosas, con extremidades rojizas y flores de color lila. Frutos de 1,3 Kg., pulpa amarilla, aroma pronunciado; recomendable para consumo del fruto fresco.

d) *Abacaxi:* Porte muy erecto, hojas largas y espinosas, con una banda central rosa purpúreo; fruto piramidal, de 1,5 Kg, pulpa blanquecina. Sólo se

recomienda para consumo local en fresco, siendo muy cultivada en Brasil.

2.1.2 DATOS PRODUCCION NACIONAL

PRODUCCION ECUATORIANA DE PIÑA

	2005 SUPERFICIE COSECHADA ha	PRODUCCION T.M.	RENDIMIENTO
TOTAL REPUBLICA	5,809	103,511	17.82
SIERRA	1,407	17,390	12.36
CARCHI			
IMBABURA	47	566	12.04
PICHINCHA	1,100	13,600	12.36
COTOPAXI			
TUNGURAHUA			
CHIMBORAZO			
BOLIVAR			
CAÑAR			
AZUAY			
LOJA	260	3,224	12.40
COSTA	4,380	85,999	
ESMERALDAS	135	2,130	15.78
MANABI	470	7,356	15.65
GUAYAS	680	12,680	18.65
LOS RIOS	2,815	59,363	21.09
EL ORO	280	4,470	15.96
ORIENTE	22	122	5.55
SUCUMBIOS			
NAPO	22	122	5.55
ORELLANA			
PASTAZA			
MORONA SANTIAGO			
ZAMORA CHINCHIPE			
GALAPAGOS	0	0	0

Cuadro 1: Producción Ecuatoriana de Piña

Fuente: http://corpei.org/archivos/file/profiagro/descargas/estadisticas-pina.pdf (4/junio/2010)

2.1.3 DATOS EXPORTACIÓN

La piña es el segundo fruto más comercializado en el mundo. El consumo de frutas tropicales en países desarrollados ha incrementado la demanda mundial de piña desde mediados de los años ochenta.

El mercado mundial de piña y sus elaborados se estima en alrededor de 3,2 millones de dólares y 3.5 millones de toneladas en el año 2006. El crecimiento promedio anual en los últimos cinco años fue del 11%.

Con una extensión cultivada de piña de aproximadamente 3.300 hectáreas, Ecuador exportó en el 2.008 alrededor de veinte y ocho millones de dólares de piña extra dulce, hacia los mercados de Estados Unidos y Europa principalmente.

Destinos de las exportaciones de piña y elaborados
Promedio 2002-2007

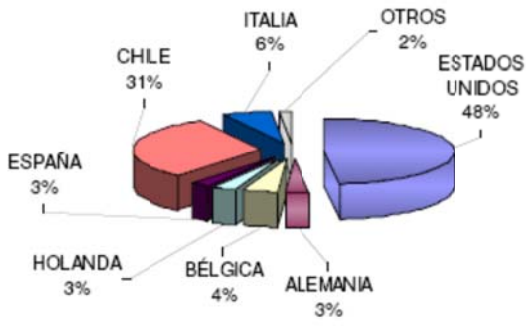

Gráfico 3: Destinos de las exportaciones de piña y elaborados
Promedio 2002-2007
Fuente: BCE / SIM
Elaboración: CORPEI – CICO