UNIVERSIDAD TECNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

ESCUELA DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL

TEMA:

"UTILIZACIÓN DE LA PENCA DE NOPAL (*Opuntia ficus indica*), PARA LA ELABORACIÓN DE JUGO"

AUTOR: WILSON KLEBER QUIGUANGO YACELGA

DIRECTOR: Ec. Armando Estrada

ASESORES: Ing. Raúl Arévalo

Ing. Jheny Quiroz

Dr. Cesar Ponce

AÑO: 2011

LUGAR DE LA INVESTIGACION: Ibarra

BENEFICIARIOS: Comunidad Juncal Chalguayacu

APELLIDOS: Quiguango Yaselga

NOMBRES: Wilson Kleber

C. CIUDADANIA: 100251146-5

TELEFONO CONVENCIONAL: 2604 - 461

TELEFONO CELULAR: 097764269

E- mail: escape2246@hotmail.com

DIRECCION: Imbabura, Ibarra, Huertos Familiares, calle Ibarra 4-351 y 13 de Abril

AÑO: 2011

DATOS DE LA EMPRESA DONDE TRABAJA: NEGOCIO PROPIO SOBRE

FABRICACIÓN DE MUEBLES EN MADERA

ARTÍCULO CIENTÍFICO

PROBLEMA

El principal problema que se presenta con el nopal en Imbabura es el manejo de información y comercialización de este cultivo, ya que lo destinan principalmente para la obtención del fruto llamado “tuna”, esto ha impedido que se tenga una idea precisa de la importancia que ofrece el nopal en términos alimenticios, dando como resultado la falta de apoyo para el desarrollo de nuevas alternativas en línea de productos como en fresco, semi-procesado o conserva.
Quizás una de las principales limitantes para la expansión en el mercado del nopal, a pesar de sus ventajas nutritivas, es su carácter de “productos de consumo étnico”. Remontar este calificativo implicará un enorme esfuerzo para que promueva el consumo no étnico, desplazando en parte el consumo de productos frutícolas y hortícolas tradicionales.

JUSTIFICACION

El propósito para el desarrollo de esta tecnología, es el manejo de nuevas alternativas para el progreso de calidad de vida de una población alrededor de 2000 habitantes de raza negra dedicados a las labores agrícolas y el comercio.
El nopal además de su fortaleza para soportar las plagas, tiene bajo consumo de agua y su adaptabilidad a los terrenos arenosos y desérticos le hacen atractivo, por lo que adoptando esta tecnología, los agricultores darían valor agregado a su materia prima, aprovechando todo el excedente del nopal que no comercializan en fresco y que se pierde en nuestra provincia por falta de una tecnología que permita industrializar este cultivo.

OBJETIVOS

En general utilizar la penca de nopal (*Opuntia ficus indica*), para la elaboración de jugo.
Específicamente se evaluó las variables: densidad relativa, sólidos totales, azúcares totales y turbidez en el jugo de nopal. Se evaluó las características organolépticas para determinar el mejor tratamiento a través de los test sensoriales o catas pertinentes. Se realizó el análisis microbiológico (recuento total, mohos, levaduras). Se determinó el rendimiento del proceso del jugo de nopal y se determinó los costos de producción del jugo de nopal.

MATERIALES Y MÉTODOS

CARACTERIZACIÓN DEL AREA DE ESTUDIO

La investigación se realizó en la propiedad del señor Alonso Yépez en el barrio Pugacho Bajo, parroquia sagrario, cantón Ibarra, Provincia de Imbabura. Iniciando el 17 de Enero del 2009 y finalizando el 17 de abril cumplidos los tres meses del ensayo investigativo.

METODOLOGIA

FACTORES DE ESTUDIO DEL JUGO DE NOPAL

FACTOR A (Madurez del nopal) A1: 6 meses, A2: 12 meses; FACTOR B (Dosis de conservante sorbato) B1: 0,30 g/l, B2: 0,40 g/l; FACTOR C (Dosis de estabilizador CMC) C1: 1 g/l, C2: 0,5g/l

TRATAMIENTOS

TRATAMIENTOS	FACTORES		
T1	A1	B1	C1
T2	A1	B1	C2
T3	A1	B2	C1
T4	A1	B2	C2
T5	A2	B1	C1
T6	A2	B1	C2
T7	A2	B2	C1
T8	A2	B2	C2

DISEÑO EXPERIMENTAL

Diseño completamente al azar, 8 tratamientos y 3 repeticiones con arreglo factorial AxBxC en el que A corresponde a la madurez del nopal, B a la dosis de conservante y C a la dosis de estabilizador.

CARACTERÍSTICAS DEL EXPERIMENTO

REPETICIONES	3
TRATAMIENTOS	8
UNIDADES EXPERIMENTALES	24

TAMAÑO DE UNIDAD EXPERIMENTAL

Cada unidad experimental constará de 1000 cm3 del jugo de nopal.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

F de V	GL
TOTAL	23
TRATAMIENTOS	7
A	1
B	1
C	1
A x B	1
A x C	1
B x C	1
A x B x C	1
ERROR EXPERIMENTAL	16

ANÁLISIS FUNCIONAL

Tratamientos: Prueba de Tukey

Variables cualitativas: Prueba de Friedman

Factores: DMS

MATERIALES Y EQUIPOS

Dentro del material experimental estuvo considerado el jugo de nopal.

En los materiales de campo se utilizó los siguientes: vasos de precipitación, embudos, cucharas, jarras, guantes, gafas, mesas de trabajo, cuchillos, ollas, termómetro, colador, cocina industrial.

Los materiales de oficina que se manejaron en la investigación fueron:, computador y sus accesorios, calculadora, formatos para toma de lecturas.
En cuanto a los materiales de laboratorio empleados en la investigación se mencionan los siguientes: balanza de precisión, balanza infrarroja.
En la investigación fueron necesarios los siguientes insumos: cloro, ácido cítrico, sorbato de K, CMC.

RESULTADOS

Con respecto a la variable densidad relativa mediante el respectivo análisis establecido en la norma NTE INEN 0391 se reflejó que los mejores tratamientos fueron los siguientes: A2B1C1 (1,043), A2B2C1 (1,043), A2B2C2 (1,043), A1B2C2 (1,042) y A2B1C2 (1,040); los valores fueron comparados con rangos de valores de densidad relativa 1,040 - 1,045 establecidos en el Real decreto 1518/2007 reglamentación técnico-sanitaria del Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación Madrid España. ANEXO 4.

En la variable sólidos totales mediante el respectivo análisis establecido en la norma NTE INEN 0382 se observó que los mejores tratamientos fueron los conformados por A1B1C1 (14,60%), A1B2C1 (14,53%); los valores también fueron comparados con rangos de valores de sólidos totales 10,0-14,6 % establecidos en el Real decreto 1518/2007 reglamentación técnico-sanitaria del Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación Madrid España. ANEXO 4.

En lo referente a la variable de azúcares totales mediante el respectivo análisis establecido en la norma NTE INEN 0398 se pudo apreciar que todos los tratamientos fueron los mejores porque estuvieron dentro del rango de valores de azúcares totales 5-12% establecidos en el Real decreto 1518/2007 reglamentación técnico-sanitaria del Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación Madrid España. ANEXO 4.

Al analizar la variable turbidez mediante la respectiva medición con el equipo turbidímetro se pudo observar que los mejores tratamientos fueron los siguientes: A1B1C1 (221,67NTU), A1B1C2 (205,00NTU); los valores fueron comparados con rangos de valores de turbidez 200-850NTU establecidos en el Real decreto 1518/2007 reglamentación técnico-sanitaria del Ministerio de agricultura Pesca y Alimentación Madrid España. ANEXO 4

El producto elaborado ha sido mostrado y degustado por el panel degustador, calificándolo y aceptándolo como un producto de buena calidad al tratamiento número 5 A2 (12 n s) B1 (0,30 g/l) C1 (1 g/l) por tener un aroma, sabor aceptable y color característico del nopa

Al proceder con el análisis microbiológico del jugo, los resultados que se obtuvieron de recuento total 4,5 UFC/ml, mohos 8 UPM/ml, levaduras 1,2 UPL/ml fueron comparados con valores establecidos en la norma NTE INEN 2337:2008 para jugos donde establece los rangos de valores permitidos: recuento estándar en placa REP (recuento total) 3-9 UFC/ml, recuento de mohos y levaduras 3-9 UP/ml; por lo tanto el jugo cumple con los requisitos microbiológicos.

El rendimiento del proceso en general del jugo de nopal fue del 78,7%.

Haciendo un análisis del costo de producción de la investigación se puede ver que la inversión realizada fue de $29,87 en las 24 unidades experimentales, en donde haciendo el respectivo cálculo del costo de la unidad de 250 ml resultó a 0,31 ctvs. sin incluir aún las utilidades. Realizando una comparación con la competencia en la que el precio de la unidad de 250 ml es de 0,50 ctvs. incluido las utilidades se llega a la conclusión que el precio del jugo de nopal incluyendo el valor agregado puede ser igual o inferior al precio de 0,50 ctvs. de la competencia.

CONCLUSIONES

Con respecto a la variable densidad relativa mediante el respectivo análisis establecido en la norma NTE INEN 0391 se reflejó que los mejores tratamientos fueron los siguientes: A2B1C1 (1,043), A2B2C1 (1,043), A2B2C2 (1,043), A1B2C2 (1,042) y A2B1C2 (1,040); los valores fueron comparados con rangos de valores de densidad relativa 1,040 - 1,045 establecidos en el Real decreto 1518/2007 reglamentación técnico-sanitaria del Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación Madrid España. ANEXO 4.

En la variable sólidos totales mediante el respectivo análisis establecido en la norma NTE INEN 0382 se observó que los mejores tratamientos fueron los conformados por A1B1C1 (14,60%), A1B2C1 (14,53%); los valores también fueron comparados con rangos de valores de sólidos totales 10,0-14,6 % establecidos en el Real decreto 1518/2007 reglamentación técnico-sanitaria del Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación Madrid España. ANEXO 4.

En lo referente a la variable de azúcares totales mediante el respectivo análisis establecido en la norma NTE INEN 0398 se pudo apreciar que todos los tratamientos fueron los mejores porque estuvieron dentro del rango de valores de azúcares totales 5-12% establecidos en el Real decreto 1518/2007 reglamentación técnico-sanitaria del Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación Madrid España. ANEXO 4.

Al analizar la variable turbidez mediante la respectiva medición con el equipo turbidímetro se pudo observar que los mejores tratamientos fueron los siguientes: A1B1C1 (221,67NTU), A1B1C2 (205,00NTU); los valores fueron comparados con rangos de valores de turbidez 200-850NTU establecidos en el Real decreto 1518/2007 reglamentación técnico-sanitaria del Ministerio de agricultura Pesca y Alimentación Madrid España. ANEXO 4

El producto elaborado ha sido mostrado y degustado por el panel degustador, calificándolo y aceptándolo como un producto de buena calidad al tratamiento número 5 A2 (12 meses) B1 (0,30 g/l) C1 (1 g/l) por tener un aroma, sabor aceptable y color característico del nopal.

Al proceder con el análisis microbiológico del jugo, los resultados que se obtuvieron de recuento total 4,5 UFC/ml, mohos 8 UPM/ml, levaduras 1,2 UPL/ml fueron comparados con valores establecidos en la norma NTE INEN 2337:2008 para jugos donde establece los rangos de valores permitidos: recuento estándar en placa REP (recuento total) 3-9 UFC/ml, recuento de mohos y levaduras 3-9 UP/ml; por lo tanto el jugo cumple con los requisitos microbiológicos.

El rendimiento del proceso en general del jugo de nopal fue del 78,7%.

Haciendo un análisis del costo de producción de la investigación se puede ver que la inversión realizada fue de $29,87 en las 24 unidades experimentales, en donde haciendo el respectivo cálculo del costo de la unidad de 250 ml resultó a 0,31 ctvs. sin incluir aún el valor agregado. Realizando una comparación con la competencia en la que el precio de la unidad de 250 ml es de 0,50 ctvs. incluido el valor agregado se llega a la conclusión que el precio del jugo de nopal incluyendo el valor agregado puede ser igual o inferior al precio de 0,50 ctvs. de la competencia.

El desespinado del nopal al momento del procesamiento es una de las prácticas claves para el éxito de la producción de esta penca. En general se realiza manualmente con cuchillo, esto genera daños al nopal, las lesiones expuestas pueden oxidarse si el nopal no es tratado. Las desespinadoras mecánicas están a nivel de prototipos de prueba.

El bajo pH 3,5 del jugo, particularmente cuando contiene conservante, con los tratamientos de pasteurización de 85-90 grados centígrados durante 5 minutos permite que se alcance a cumplir con los requisitos microbiológicos de la norma NTE INEN 2337:2008 para jugos, asegurando un producto confiable.

RECOMENDACIONES

Elaborar parámetros fijos sobre factores esenciales de composición y calidad del jugo de nopal.

Cosechar el nopal tierno porque contiene mayor valor nutrimental que el nopal maduro.

Incentivar el cultivo de nopal ya que este cultivo genera nuevas formas de ingresos y es una excelente alternativa de alimentación para los habitantes y conservación de los suelos.

Realizar un mejor proceso más eficiente para mejorar el precio e incorporar al mercado nacional este producto.

Realizar el envasado en caliente a 85 grados centígrados para que los contaminantes microbiológicos sobre las superficies internas de la botella y tapas sean destruidos.

Evitar el tiempo demasiado prolongado de tratamiento térmico en la etapa de pasteurización, porque puede producirse altas pérdidas de vitaminas termo sensibles y de otras propiedades características del nopal.

Desarrollar jugos mix, para lograr nuevos sabores y aromas aún más agradables, además de incorporar composiciones nutricionales alternativas.

Utilizar el desecho resultante del proceso de extracción del jugo para alimento del ganado.

Establecer métodos más eficientes de desepinado para el nopal.

Ec. Armando Estrada
DIRECTOR DE TESIS

BIBLIOGRAFIA

LIBROS

1. CARDONÍ HERNÁNDEZ, EDUARDO, Santiago/Oriente/1988, Bebidas Notables, 106p.

2. Comisión del Codex Alimentario. Programa Conjunto FAO/OMS sobre normas alimentarias. Informe de la 2a Reunión del Comité de Codex sobre Aditivos Alimentarios. La Haya. Países Bajos. 17 al 21/3/ 1997.

3. CHARLEY. Helen.. Tecnología de Alimentos, editorial LIMUSA México. 2001

4. DESROSIER, NORMAN W. 1964. Conservación de Alimentos. Primera Edición. Edit. ACRIBIA, S.A. México. 468 p.

5. DURÁN RAMÍREZ, FELIPE, Bogotá/grupo latino Ltda. /2003, Procesos de Industrialización de Frutas y Hortalizas, 69 p. ilus.

6. FELLOWS, F. 1994. Tecnología del procesado de los alimentos; principios y prácticas. Zaragoza, Esp. Acribia. 550 p.

7. FISHER Patty y Arnold Bender. Valor nutritivo de los alimentos. Ed. Limusa. México 1976.

8. Fundación Centro de Investigación del Estado para la Producción Experimental Agroindustrial (CIEPE). Evaluación Sensorial de los Alimentos. Serie Manuales No. 2, Segunda edición, CIEPE, San Felipe.1984.

9. GONZÁLES SOSA, RAYMUNDO, La Habana/Pueblo y Educación/1978, Microbiología de Bebidas, 186 p. ilus.

10. HART, F.L; FISHER, H. l 1994. Análisis moderno de los alimentos. Traducción del inglés por Justino Burgos Gonzalos. Zaragoza, Esp. Acribia. 619p.

11. HERNANDEZ, F.; PICAZO, A. y REIG, E. (1998): Actividad productiva y medioambiente. Los residuos industriales en el contexto de los análisis de la eficiencia, *Revista Asturiana de Economía*, número13, páginas 53-72.

12. JUSCA FRESA, BAUDILLO, México D.F./Editia Mexicana/1984, Arboles y Frutales, 381 p, ilus.

13. LACERCA, ALBERTO M, Buenos Aires/Albatros/1984, Industria Casera de Frutas y Hortalizas, 223 p.

14. LEWIS, M. 1993. Propiedades físicas de los alimentos y de los sistemas de procesado. Zaragoza, Esp. Acribia. Pp 101-132.

15. LUECK E., M. JAGER. Conservación Química de los Alimentos, Características, Uso, Efectos. 2ª Ed. Acribia, Zaragoza, 1981.

16. Manual de buenas prácticas de manejo de agua en las empresas / CEGESTI; segunda edición aumentada Coordinación: Jens Hönerhoff. Diseño Mathijs de Wit San José, C. R.: CEGESTI, 2007. 106 p.; il., 27 cm.

17. Miguel Calvo Rebollar: Aditivos Alimentarios. Propiedades, aplicaciones y efectos sobre la salud. Mira Editores, Zaragoza 155 págs. (1991).

18. MULLER M.G, TULLER G, Zaragoza/Acribia/s.f., Nutrición y Ciencia de los Alimentos, 321 p. ilus.

19. WATTS B. M., Ylimaki G.L, L.G. Elias. Métodos sensoriales básicos para la evaluación de alimentos. Ottawa Canadá.

PÁGINAS DE INTERNET CON INFORMACIÓN DEL NOPAL

1. Arizona – Index of PricklyPears
http://arizona.cacti.home.att.net/cacti02.htm

2. Cactusnet Newsletter 2000
http://www.data.fao.org/WAICENT/FAOINFO/AGRICULT/AGP/AGPC/doc/publicat/Cactusnt/cactus0.htm

3. Cactus homepage of Texas A & M University, including use as forage
http://www.tamuk.edu/webuser/cactus/

4. Development of Sustainable Agriculture in Arid Regions of Chile – Paper on "Prickly pear (*Opuntia ficus-indica*) utilization as a feed for ruminants"
http://ag.arizona.edu/OALS/oals/proj/linkages/cactus/feed.html

5. Environmental Affairs Office, Washington State USA –*Opuntia fragilis*
http://www.wsdot.wa.gov/eesc/environmental/programs/culres/ethbot/m-p/Opuntia.htm

6. FAO – Cactus Pear as Forage (Technical Bulletins)
http://www.fao.org/WAICENT/FAOINFO/AGRICULT/AGP/AGPC/doc/pasture/CACTUS.HTM

7. FAO Electronic Conference – Paper on "The Prickly Pears (*Opuntia* spp., Cactaceae)".
http://www.fao.org/ag/aga/agap/FRG/ECONF95/HTML/OPUNTIA.HTM

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
UTN
IBARRA - ECUADOR

RESUMEN

UTILIZACIÓN DE LA PENCA DE NOPAL (*Opuntia ficus indica*), PARA LA ELABORACIÓN DE JUGO

El propósito para el desarrollo de esta investigación, es el manejo de nuevas alternativas para el progreso de calidad de vida de una población alrededor de 2000 habitantes de raza negra dedicados a las labores agrícolas y el comercio. El jugo de nopal, un producto resultante de esta penca fue elaborado bajo normas de higiene mediante los procesos de recepción, selección, desespinado, lavado, trozado, extracción del jugo, estandarización, homogenización, filtración, pasteurización, envasado, sellado, enfriamiento y almacenado como cualquier jugo cítrico.

Las muestras de jugo fueron sometidos a estudios estadísticos con un diseño de bloques completamente al azar con 3 niveles A: madurez del nopal, B: dosis de conservante, C: dosis de estabilizador; resultando un total de 24 unidades experimentales con 8 tratamientos, las variables que fueron medidas son las de la densidad relativa, sólidos totales, azúcares totales y turbidez, en el caso del análisis sensorial fueron evaluados las características de color, olor, sabor, y su aceptabilidad en general.

Este análisis se sometió a la prueba de friedman donde los resultados dedujeron qu producto fue aceptado por el degustador dándole la mejor calificación al tratamiento número 5 por reunir las condiciones aceptables al consumidor, llegando a la conclusión de que el nopal es un recurso potencial de consumo por sus bondades para la salud y cuidado al ambiente.

SUMARY

USE OF CACTUS (*Opuntia ficus-indica*), FOR THE DEVELOPMENT OF JUICE

The purpose for the development of this research is the use of new alternatives for the advancement of quality of life of a population of about 2000 black people dedicated to farming and trade. The juice of nopal, a product resulting from this stalk was prepared under hygienic standards through the process of receiving, sorting, boned, washed, chopped, juice extraction, standardization, homogenization, filtration, pasteurization, bottling, sealing, cooling and storage any citrus juice.

The juice samples were subjected to statistical study design was completely randomized blocks with 3-levels: mature cactus, B: dose of preservative, C: dose of stabilizer, resulting in a total of 24 experimental units with 8 treatments, variables that were measured are the relative density, total solids, total sugars and turbidity, in the case of sensory analysis were evaluated the characteristics of color, smell, taste and overall acceptability.

This analysis was submitted to the Friedman test where the results deduced that the product was accepted by the taster was given the highest rating to the treatment number 5 by fulfilling the conditions acceptable to consumers, concluding that the cactus is a potential resource of consumption for its health benefits and care for the environment.

Registro Bibliográfico

Guía: FICAYA-UTN
Fecha:

QUIGUANGO YASELGA, WILSON KLEBER. **"UTILIZACIÓN DE LA PENCA DE NOPAL (*Opuntia ficus indica*), PARA LA ELABORACIÓN DE JUGO"**/ TESIS DE GRADO. Ingeniero Agroindustrial. Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería Agroindustrial. Ibarra. Febrero 2011. 120 p. anexos., diagramas., cuadros., gráficos estadísticos.

DIRECTOR: Ec. Armando Estrada

Utilización de la penca de nopal (*opuntia ficus indica*), para la elaboración de jugo. Se plantea un diagrama del proceso. Experimentalmente se establecen factores como madurez del nopal, dosis de conservante y dosis de estabilizador. Se miden variables como densidad relativa, sólidos totales, azúcares totales y turbidez. Se obtiene un producto con todas las características típicas que tiene el nopal color, olor y sabor.

Fecha: 04 de febrero del 2011.

Ec. Armando Estrada
DIRECTOR DE TESIS

Sr. Wilson Quiguango
AUTOR

DEPARTAMENTO DE COMUNICACIÓN ORGANIZACIONAL

UTV TELEVISIÓN UNIVERSITARIA

En calidad de Director del Departamento de Comunicación Organizacional,

CERTIFICO

Que el señor, **Wilson Kleber Quiguango Yaselga**, portador de la cédula de ciudadanía 1002511465, realizó en UTV Televisión Universitaria la entrevista "UTILIZACIÓN DE LA PENCA DE NOPAL (*Opuntia ficus indica*) PARA LA ELABORACIÓN DE JUGO".

Faculto al interesado conceder el uso de este documento, como estime conveniente.

Ibarra, 22 de febrero del 2011

Dr. José Revelo
DIRECTOR

Ciudadela Universitaria barrio El Olivo
Teléfonos:(06) 2 953-461 Casilla 199
(06) 2 609-420 2 640-881 Fax Ext:1011
E-mail:utn@utn.edu.ec
www.utn.edu.ec