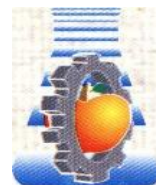




UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO



FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS

CARRERA: INGENIERÍA EN ALIMENTOS

TEMA:

**"USO DE ZANAHORIA AMARILLA (*Daucus carota*) PARA ELABORAR
UNA BEBIDA FERMENTADA".**

Trabajo de Investigación (Graduación). Modalidad: Seminario de Graduación. Presentado como Requisito Previo a la Obtención del Título de Ingeniero en Alimentos, otorgado por la Universidad Técnica de Ambato, a través de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos.

AUTOR:

Morales Carrasco Eduardo Javier

TUTOR:

Ing. Cecilia Carpio

AMBATO - ECUADOR

2011

Ing. Cecilia Carpio

TUTOR Del TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CERTIFICA:

Que el presente Trabajo de Investigación: "**USO DE ZANAHORIA AMARILLA (*Daucus carota*) PARA ELABORAR UNA BEBIDA FERMENTADA**" desarrollado por el estudiante Morales Carrasco Eduardo Javier, observa las orientaciones metodológicas de la Investigación Científica.

Que ha sido dirigida en todas sus partes, cumpliendo con las disposiciones en la Universidad Técnica de Ambato, a través del Seminario de Graduación.

Por lo expuesto:

Autorizo su presentación ante los organismos competentes para la respectiva calificación.

Ambato, 17 de junio del 2011

.....

Ing. Cecilia Carpio

TUTOR Del TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

La responsabilidad del contenido del Trabajo de Investigación "USO DE ZANAHORIA AMARILLA (*Daucus carota*) PARA ELABORAR UNA BEBIDA FERMENTADA", corresponde a Morales Carrasco Eduardo Javier y de la Ing. Cecilia Carpio Tutor del Trabajo de Investigación, y el patrimonio intelectual del mismo a la Universidad Técnica de Ambato.

.....
Morales Carrasco Eduardo Javier
Autor del Trabajo de Investigación

.....
Ing. Cecilia Carpio
Tutor del Trabajo de Investigación

A CONSEJO DIRECTIVO DE LA FCIAL

El Tribunal de Defensa del Trabajo de Investigación "USO DE ZANAHORIA AMARILLA (*Daucus carota*) PARA ELABORAR UNA BEBIDA FERMENTADA", presentado por el Señor Morales Carrasco Eduardo Javier y conformada por: Ingeniero mario paredes, Ingeniera Gabriela Vinueza Miembros del Tribunal de Defensa y Tutor del Trabajo de Investigación Ing. Cecilia Carpio y presidido por el Ingeniero Romel Rivera, Presidente de Consejo Directivo, Ingeniera Mayra Paredes E., Coordinadora del Décimo Seminario de Graduación FCIAL-UTA, una vez escuchada la defensa oral y revisado el Trabajo de Investigación escrito en el cuál se ha constado el cumplimiento de las observaciones realizadas por el Tribunal de Defensa del Trabajo de Investigación, remite el presente Trabajo de Investigación para su uso y custodia en la Biblioteca de la FCIAL.

Ing. Romel Rivera
Presidente Consejo Directivo

Ing. Mayra Paredes E.
Coordinadora Décimo Seminario de Graduación

Ing. mario paredes
Miembro del Tribunal

Ing. Gabriela Vinueza
Miembro del Tribunal

AGRADECIMIENTO

A mis padres por su apoyo incondicional.

A la Universidad Técnica de Ambato, por acogerme en sus aulas por medio de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos.

A la Ing. Cecilia Carpio y a todos los docentes que estuvieron involucrados en el desarrollo del presente trabajo de investigación.

Javier

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

Carátula.....	i
Aprobación del tutor.....	ii
Autoría.....	iii
Aprobación del tribunal de grado.....	iv
Agradecimiento.....	v
Resumen ejecutivo.....	xi

CAPITULO I

1. Problema de Investigación.....	1
1.1. Tema.....	1
1.2. Planteamiento del Problema.....	1
1.2.1. Contextualización.....	1
1.2.1.1. Contextualización Macro.....	1
1.2.1.2. Contextualización Meso.....	2
1.2.1.3. Contextualización Micro.....	2
1.2.1. Análisis Crítico.....	3
1.2.2. Prognosis.....	4
1.2.3. Formulación del Problema.....	4
1.2.4. Interrogantes.....	4
1.2.5. Delimitación de la investigación.....	4
1.3. Justificación.....	5
1.4. Objetivos.....	5

CAPITULO II

2. Marco teórico.....	6
2.1. Antecedentes investigativos.....	6
2.2. Fundamentación.....	7
2.2.1. Fundamentación filosófica.....	7
2.2.2. Fundamentación legal.....	7
2.2.3. Fundamentación tecnológica.....	8

2.3. Categorías Fundamentales.....	9
2.4. La zanahoria amarilla (<i>Daucus carota</i>).....	10
2.4.1. Variedades.....	10
2.4.2. Cualidades nutritivas.....	11
2.4.3. Beneficios del β caroteno.....	12
2.5. Fermentación láctica.....	13
2.5.1. Bacterias lácticas.....	13
2.5.2. Ácido láctico.....	14
2.5.3. Características sensoriales.....	15
2.6. Hipótesis.....	15
2.7. Señalamiento de Variables.....	15

CAPITULO III

3. Metodología.....	16
3.1. Enfoque.....	16
3.2. Modalidad básica de la investigación.....	16
3.3. Nivel o tipo de investigación.....	16
3.4. Plan de Recolección de la Información.....	16
3.4.1. Determinación de pH.....	18
3.4.2. Determinación de sólidos solubles (°Brix).....	18
3.4.3. Determinación de acidez titulable.....	18
3.4.4. Análisis microbiológicos.....	19
3.4.5. Análisis sensorial.....	19
3.4.6. Análisis de estabilidad.....	19
3.4.7. Población y Muestra.....	20
3.5. Operacionalización de variables.....	22

CAPITULO IV

4. Análisis e interpretación de resultados.....	24
4.1. Análisis de los resultados.....	24
4.1.1. pH.....	24

4.1.2. °Brix.....	25
4.1.3. Acidez titulable.....	26
4.1.4. Análisis microbiológico.....	28
4.1.5. Análisis Sensorial.....	28
4.1.5.1. Análisis sensorial del olor en la bebida fermentada de zanahoria amarilla.....	28
4.1.5.2. Análisis sensorial del color en la bebida fermentada de zanahoria amarilla.....	30
4.1.5.3. Análisis sensorial del sabor en la bebida fermentada de zanahoria amarilla.....	31
4.1.5.4. Análisis sensorial del acidez en la bebida fermentada de zanahoria amarilla.....	33
4.1.5.5. Análisis sensorial del aceptabilidad en la bebida fermentada de zanahoria amarilla.....	34
4.1.6. Análisis de estabilidad.....	36
4.1.7. Análisis Económico.....	36
4.1.8. Verificación de la hipótesis.....	37

CAPITULO V

5.1. Conclusiones.....	38
5.2. Recomendaciones.....	39

CAPITULO VI

6. Propuesta	40
--------------------	----

BIBLIOGRAFÍA.....	48
--------------------------	-----------

ANEXOS.....	53
--------------------	-----------

Anexo A: Datos Obtenidos

Anexo B. Análisis estadísticos

Anexo C. Gráficos

Anexo D. Hoja de catación y diagrama

Anexo E. Estudio económico

INCIDE DE GRAFICOS

Gráfico 1: Relación Causa – Efecto

Gráfico 2: Organizador gráfico

Gráfico C-1. Descenso de pH del jugo de zanahoria amarilla (*Daucus carota*) durante la fermentación

Gráfico C-2. Consumo de °Brix del jugo de zanahoria amarilla (*Daucus carota*) con 1 % de cultivo microbiano durante la fermentación.

Gráfico C-3. Consumo de °Brix del jugo de zanahoria amarilla (*Daucus carota*) con 2 % de cultivo microbiano durante la fermentación.

Gráfico C-4. Consumo de °Brix del jugo de zanahoria amarilla (*Daucus carota*) con 2 % de cultivo microbiano durante la fermentación.

Gráfico C-5. Incremento de acidez (% ácido láctico) del jugo de zanahoria amarilla (*Daucus carota*) durante la fermentación.

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Composición nutricional de la zanahoria

Tabla 2. Factores en estudio

Tabla 3. Tratamientos

Tabla 4. Esquema del análisis de varianza

Tabla 5. Operacionalización de variable independiente

Tabla 6. Operacionalización de variable dependiente

Tabla A-1. Valores iniciales de pH, °Brix y Acidez titulable del jugo de zanahoria amarilla (*Daucus carota*)

Tabla A-2. Valores de pH del jugo de zanahoria amarilla (*Daucus carota*) a 18 horas, 24 horas y 30 horas de fermentación a 1%, 2% y 3% de cultivo

Tabla A-3. Valores de °Brix del jugo de zanahoria amarilla (*Daucus carota*) a 18 horas, 24 horas y 30 horas de fermentación a 1%, 2% y 3% de cultivo microbiano.

Tabla A-4. Valores de acidez titulable (ml) del jugo de zanahoria amarilla (*Daucus carota*) a 18 horas, 24 horas y 30 horas de fermentación a 1%, 2% y 3% de cultivo microbiano.

Tabla A-5. Resultados de acidez (% de ácido láctico) del jugo de zanahoria

amarilla (*Daucus carota*) a 18 horas, 24 horas y 30 horas de fermentación a 1%, 2% y 3% de cultivo microbiano.

Tabla A-6. Datos de la evaluación sensorial para el atributo olor

Tabla A-7. Datos de la evaluación sensorial para el atributo color

Tabla A-8. Datos de la evaluación sensorial para el atributo sabor

Tabla A-9. Datos de la evaluación sensorial para el atributo acidez

Tabla A-10. Datos de la evaluación sensorial para el atributo aceptabilidad

Tabla A-11. Análisis microbiológicos del jugo fermentado de zanahoria amarilla (*Daucus carota*).

Tabla B-1. Análisis de varianza para el atributo olor

Tabla B-2. Análisis de varianza para el atributo Color

Tabla B-3. Análisis de varianza para el atributo Sabor

Tabla B-4. Análisis de varianza para el atributo Acidez

Tabla B-5. Análisis de varianza para el atributo Aceptabilidad

Tabla B-6. Análisis de varianza para la variable pH del jugo de zanahoria amarilla (*Daucus carota*)

Tabla B-7. Análisis de varianza para la variable °Brix (sólido solubles) del jugo de zanahoria amarilla (*Daucus carota*)

Tabla B-8. Análisis de varianza para la variable acidez (% de ácido láctico) del jugo de zanahoria amarilla (*Daucus carota*)

RESUMEN EJECUTIVO

La zanahoria amarilla no es una hortaliza de alto consumo en el Ecuador, sin embargo, constituye un buen alimento a nivel nutricional por su contenido en vitaminas y minerales, principalmente β caroteno o provitamina A que nuestro organismo transforma en vitamina A.

Esta investigación propone la obtención de una bebida fermentada mediante el empleo de las bacterias lácticas utilizando específicamente *Lactobacillus plantarum*.

En el trabajo propuesto para la fermentación, se consideró un diseño experimental A x B (3 x 3). El factor A es la concentración del cultivo microbiano (1%, 2% y 3%), y el factor B el tiempo de fermentación (18, 24 y 30 horas).

Se analizó como respuesta experimental la acidez titulable y se consideró la conservación del producto. Mediante el análisis estadístico de los datos experimentales se estableció que el mejor tratamiento es al 3% de cultivo microbiano y 30 horas de fermentación. Por otro lado se analizaron las características sensoriales del producto, la mayor aceptabilidad es del producto a 3% de cultivo microbiano y 24 horas de fermentación.

Finalmente, se realizó un análisis económico con el cual se determinó el precio de venta del producto. Así cada unidad se vende a 2.30 dólares.

Palabras clave: zanahoria, bacterias, fermentación, concentración, análisis

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1. Tema

"USO DE ZANAHORIA AMARILLA (*Daucus carota*) PARA ELABORAR UNA BEBIDA FERMENTADA"

1.2. Planteamiento del Problema

1.2.1 Contextualización

1.2.1.1. Macro contextualización

A nivel mundial la zanahoria es una de las hortalizas de mayor consumo, siendo los principales productores Asia, Europa y América. En el caso ecuatoriano, es importante dentro de los sistemas productivos de la economía campesina, en tanto que permite tener una alternativa de producción que, con otros cultivos, complementan los ingresos económicos de los pequeños productores en la serranía ecuatoriana.

Existe una baja exportación de zanahoria en el Ecuador. En el 2007 se vendieron USD 2 330. La producción total de zanahoria en Ecuador es de 28 130 t por año. (Agroecuador, 2011)

En Ecuador, el mercado de bebidas no alcohólicas tiene como principal actor a las bebidas gaseosas. Sin embargo en los últimos cinco años, el consumo de otros productos como aguas embotelladas, aguas saborizadas, jugos, hidratantes, energizantes y té, ha crecido de manera importante, observándose al mismo tiempo una desaceleración en el consumo de gaseosas. Por ello, se necesita generar el conocimiento necesario sobre el comportamiento del consumidor y/o comprador de bebidas gaseosas y de las nuevas categorías de bebidas, para introducir al mercado una bebida de diferentes características a las ya conocidas. (Moreno, 2010)

1.2.1.2. Meso Contextualización

El cultivo de zanahoria es exclusivo de los valles interandinos, se extiende principalmente en los valles de Machachi (Pichincha) y de Chambo (Chimborazo), siendo cultivado en poca escala en toda la serranía del Ecuador. El cultivo de la zanahoria en nuestro país se realiza en alturas comprendidas entre los 1800 a 2300 msnm, donde las temperaturas fluctúan entre 16 y 18°C. Según el III Censo Nacional Agropecuario este cultivo transitorio tiene una superficie sembrada de 2932 ha. (Sica, 2011)

Según el Resumen Estadístico del Sector Agropecuario realizado por el Gobierno Provincial de Tungurahua, la Facultad de Agronomía de la Universidad Técnica de Ambato y el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca de Ecuador (MAG), en la Región Sierra Central señala que Chimborazo es la provincia que más produce esta hortaliza alrededor de 10 300 toneladas (t) por año. (Sica, 2011)

Los cultivares del tipo Chantenay son las preferidas debido a su rendimiento como a su adaptación en nuestro medio, especialmente en la provincia de Chimborazo en donde la mayoría de los agricultores lo prefieren. Por las características físicas que presenta como su sabor, es apetecido por las amas de casa ecuatorianas. Por tal motivo, en los mercados, tanto de Riobamba como de Ambato este cultivar goza de buena aceptación. (Cabrera, J. 2007).

1.2.1.3. Micro Contextualización

En la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos, se ha realizado investigación sobre la zanahoria amarilla, su caracterización y formas de conservación por fermentación láctica (encurtidos); no se ha investigado a la zanahoria amarilla como una bebida fermentada por acción de bacterias ácido lácticas.

1.2.1. Análisis crítico

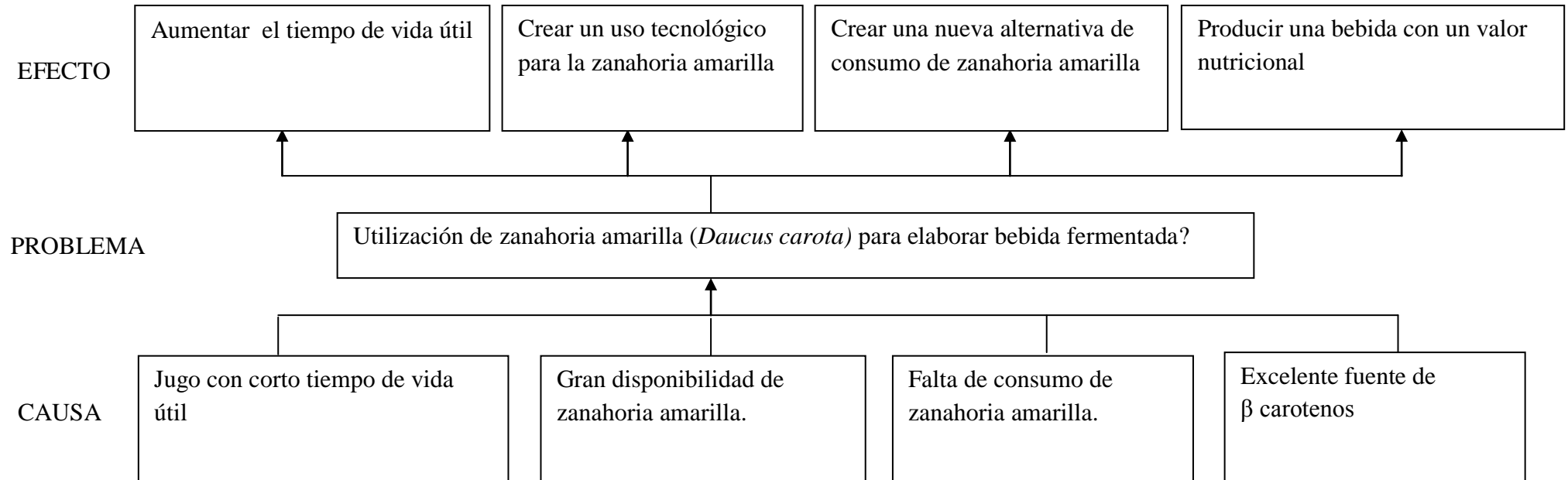


Gráfico No. 1: Árbol de problemas: Relación Causa – Efecto

Elaborado por: Morales Eduardo

1.2.2. Prognosis

En la alimentación de la población ecuatoriana la zanahoria es un producto de bajo consumo, si no se realiza un producto alternativo para su consumo se desperdiciarán los beneficios de la zanahoria amarilla, y no se podrá impulsar su cultivo que por falta de interés y capacitación por parte de los productores no es de muy buena calidad.

1.2.3. Formulación del Problema

¿Cómo se obtiene una bebida fermentada a partir de zanahoria amarilla (*Daucus carota*)?

1.2.4. Interrogantes

¿Puede darse una fermentación láctica en el jugo de zanahoria amarilla (*Daucus carota*)?

¿La producción de ácido láctico afectará las características sensoriales del jugo de zanahoria amarilla (*Daucus carota*)?

¿Se puede utilizar un jugo fermentado lácticamente para obtener otro producto?

1.2.5. Delimitación de la Investigación

Campo: Alimentos

Área: Biotecnología

Aspecto: Obtención de una bebida fermentada

Delimitación Temporal:

Diciembre del 2010 a mayo del 2011

Delimitación Espacial:

Laboratorios de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos.

1.3. Justificación

El presente trabajo de investigación se desarrolla con la finalidad de elaborar un producto alternativo para el consumo de zanahoria amarilla (*Daucus carota*). Esta hortaliza es poco consumida por los ecuatorianos, sus principales usos radican en ensaladas, mermeladas y jugo natural. Por lo cual se propone el desarrollo de una bebida fermentada mediante fermentación láctica que va direccionada a incrementar el consumo de esta importante hortaliza. Además posibilitará el aprovechamiento de recursos tecnológicos, materiales y económicos, logrando así ayudar a mejorar el nivel de vida de quienes se encuentran vinculados con la agroindustria ecuatoriana. Su importancia radica en que actualmente no se comercializa en el mercado bebidas fermentadas de este tipo de hortalizas. Y además con el proceso fermentativo se estará prolongando la vida útil de la bebida, ya que durante la fermentación con bacterias lácticas se produce ácido láctico el cual contribuye a mejorar cualidades de almacenamiento, las propiedades físicas y sabor del producto.

1.4. Objetivos

Objetivo General

- Obtener una bebida fermentada a partir de zanahoria amarilla (*Daucus carota*)

Objetivos Específicos:

- Diseñar una alternativa de utilización (bebida fermentada) para la zanahoria amarilla (*Daucus carota*)
- Emplear bacterias lácticas (*Lactobacillus plantarum*) en la fermentación del jugo de zanahoria amarilla (*Daucus carota*)
- Analizar las características sensoriales de la bebida obtenida.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de investigación

Los trabajos de investigación sobre zanahoria amarilla se centran en postcosecha, poco se ha investigado sobre la elaboración de una bebida fermentada a partir de esta hortaliza, los estudios más importantes son los realizados por:

Toledo, 2003, “Carrot juice Processing: Effects on Various Quality Aspects”. Charlotte Alklint Doctoral Thesis. *Food Engineering*. 13:e 1-123.

Sakamoto *et al.*, 1996, Changes in Carrot Juice Components Due to Fermentation by Selected Lactic Acid Bacteria, *Food Science Technology*, **2(4)**: 246-252

Díaz *et al.*, 2004, Effect of Cell Wall Degrading Enzymes on In Vitro Carotene Accessibility in Lactic Acid Fermented Carrot Beverage. *Journal Food Science*, **69(2)**: 79-84.

Almeida & Zambrano, 2007, Elaboración de Jugo, Pasta y Polvo de Zanahoria, Tesis de Grado de la Carrera de Tecnología e Ingeniería Agroindustrial, Escuela Politécnica Nacional, Quito – Ecuador,

Vasco, 2008, Determinación de Parámetros Físico-Químicos de Zanahoria Amarilla (*Daucus carota*) Como Base Para el Establecimiento de la Norma de Requisitos, Tesis de Grado de la Facultad de Ciencias de la Escuela de Bioquímica y Farmacia; Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba-Ecuador.

En los estudios realizados en la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos en la Universidad Técnica de Ambato.

BARRAZUETA, Sandra, 2009, Caracterización de la Zanahoria Amarilla (*Daucus Carota*)

RAMOS, Adita, 1986, La Fermentación Láctica de Vegetales.

2.2. Fundamentaciones

2.2.1. Fundamentación filosófica.

La expresión método científico se utiliza con diferentes significados y, a menudo se abusa de ella para justificar una determinada posición personal o social con relativo desconocimiento de la complejidad del concepto. Como su propio nombre indica representa la metodología que define y diferencia el conocimiento de la ciencia de otros tipos de conocimientos.

El método científico descrito por Reichenbach, consiste en tres pasos fundamentales; la adquisición de información o datos relativos al problema; la formulación de hipótesis sobre estos hechos, y la comprobación de cada hipótesis mediante la adquisición de nuevos datos de importancia o, cuando sea posible por medio de uno o más experimentos diseñados para determinar si la predicción basada en la hipótesis es correcta. Debe tenerse en cuenta que todos los conceptos científicos están sujetos a revisión, modificación o rechazo en virtud de la nueva información que se incorpora mediante la práctica.

Además manifiesta que la filosofía científica trata de llegar a conclusiones tan precisas y tan seguras como los resultados de la ciencia. Insiste que el problema que el problema de la verdad debe plantearse dentro de la filosofía en el mismo sentido que en las ciencias. No pretende poseer una verdad absoluta cuya existencia niega para el conocimiento empírico.

Este método científico se suele utilizar para mejorar o precisar teorías previas en función de nuevos conocimientos, donde la complejidad del modelo no permite formulaciones lógicas. Por lo tanto, tiene un carácter predominantemente intuitivo necesita, no sólo para su rechazo sino también para imponer su validez la contrastación de sus conclusiones. (Reichenbach, 1954)

2.2.2. Fundamentación legal:

La presente investigación está apoyada en las siguientes normas:

Norma Técnica Ecuatoriana Jugos, pulpas, concentrados, néctares, bebidas de frutas y vegetales. Requisitos. NTE 2337:2008

Norma General del Codex para zumos (jugos) de hortalizas Conservados por medios físicos exclusivamente Codex stan 179 – 1991

2.2.3. Fundamentación tecnológica:

La presente investigación tiene un componente tecnológico porque se requiere optimizar la utilización de instrumentos, reactivos, materiales. Así como el empleo de bacterias lácticas para la fermentación de jugos.

2.3. Organizador lógico de variables

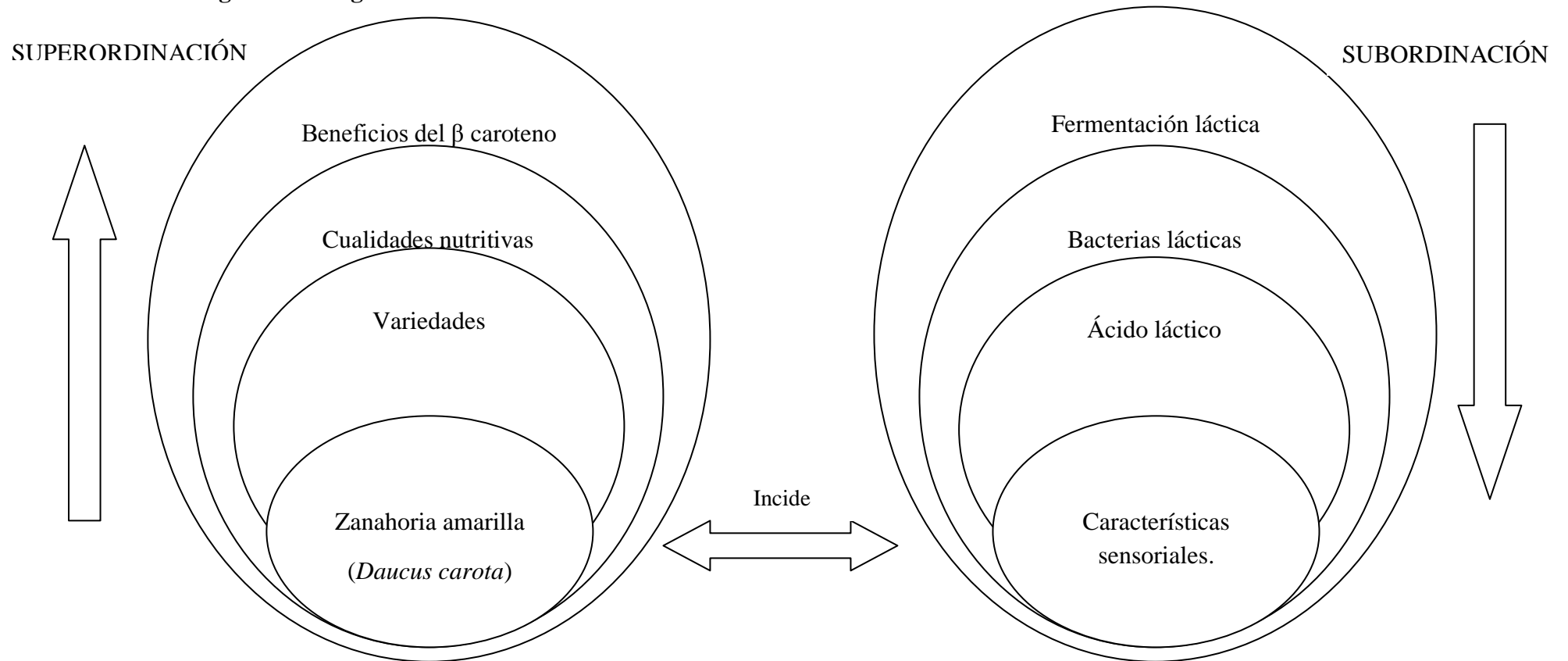


Gráfico No. 2: Organizador gráfico de variables dependientes e independientes.

Elaborado por: Morales Eduardo

2.4. La zanahoria amarilla (*Daucus carota*)

A la zanahoria le corresponde la siguiente clasificación taxonómica:

Nombre común: Zanahoria

Nombre científico: *Daucus carota* var. *Sativa*

La zanahoria pertenece a la familia Umbelliferae y su nombre botánico es *Daucus carota* var. *Sativa*, es de origen Asiático. Su cultivo data desde tiempos antiguos. Es la más importante del grupo de hortalizas de raíz de clima templado, que incluye a la remolacha, el nabo y el rábano. Es de siembra directa, crecen bien en climas frescos, en suelos profundos, sueltos, con mucha materia orgánica. (Andrade, 2005).

Es una hortaliza de gran importancia alimenticia. Aunque se manifiesta notables diferencias de composición entre las distintas variedades, y ejerce notable influencia la temperatura, la humedad y la naturaleza del suelo, no sólo sobre el valor alimenticio, sino también sobre la forma en la relación entre corteza y corazón. (Zeñano, 1970).

2.4.1. Variedades

Los primeros cultivos en Occidente se basaban en tipos con raíces amarillas o púrpuras; a partir del siglo XVII, en Holanda, se habría empezado a cultivar la zanahoria de color anaranjado, la que al igual que la blanca sería una mutación de la zanahoria púrpura. (Uc, 2011)

En Asia Menor y Asia Oriental, hasta el día de hoy se utilizan algunos cultivares de color rojizo a púrpura. La variación en color es un indicador de diversidad, pero la tendencia actual es a la predominancia de zanahorias de color naranja intenso. Aparte de otros factores que señalan diversidad en la especie, contenido de carotenoides, resistencia a pestes, entre otras, la forma de la raíz varía notablemente entre tipos. Esta característica es el criterio más habitual para agrupar los distintos cultivares de zanahoria disponibles. A continuación se detalla los principales tipos según la forma de la raíz. (Uc, 2011)

Chantenay

Tipo de raíces de tamaño medio, con un peso cercano a ± 150 g y de un largo variable entre 12 y 17 cm, de forma cilindro-cónica puntuda y de color naranja.

Flakee

Tipo de raíces de gran tamaño, con un peso superior a 250 g y de un largo mayor a 25 cm, de forma levemente cónica y truncada, de color naranja suave, y alto contenido de sólidos solubles. Este tipo tardío, altamente resistente a heladas, es muy usado en Europa para almacenamiento al estado natural y para la agroindustria de congelación y conservería.

Emperador

Tipo de raíces largas y delgadas, con un peso cercano a 150 g y un largo superior a 20 cm, de forma aguzada, de color naranja intenso y acentuado sabor dulce

Miniaturas

Este tipo presenta raíces pequeñas, con un peso de pocos gramos y un largo inferior a 10 cm, llamadas también “baby carrots”, de forma cilíndrica con punta redondeada y de color naranja intenso.

Nantes

Tipo de raíces de tamaño medio, con un peso cercano a 150 g, de un largo variable entre 15 a 20 cm y un grosor de 3 cm, de forma cilíndrica y de color naranja intenso. Son las zanahorias que dominan el mercado para consumo fresco en muchos países, principalmente Europa.

Redondas

Este tipo de raíces de forma esférica y pequeñas, se usan en la comida “gourmet” y en la agroindustria de congelados y enlatados.

2.4.2. Cualidades nutritivas

Las cualidades nutritivas de la zanahoria son importantes, debido a su elevado contenido en beta caroteno, pues cada molécula de caroteno que se consume es convertida en dos moléculas de vitamina A.

Está formada en su mayor parte por agua, pero destaca en su composición por sus propiedades beneficiosas para el ser humano como vitaminas, minerales e hidratos de carbono; carecen prácticamente de valor calórico y contenido proteico, no

tienen grasas y aunque es rica en calcio no esta muy claro que este sea asimilado por el organismo. (Infoagro, 2011)

Las zanahorias están dotadas de un particular valor nutritivo gracias a la notable cantidad de materia seca (aproximadamente un 12%). (Zeñano, 1970).

Tabla 1.-Valor nutricional de la zanahoria en 100 g de sustancia comestible

Agua (g)	88.60
Carbohidratos (g)	10.10
Lípidos (g)	0.20
Calorías (cal)	40.00
Vitamina A (U.I.)	2 000-12 000 según variedades
Vitamina B1 (mg)	0.13
Vitamina B2 (mg)	0.06
Vitamina B6 (mg)	0.19
Vitamina E (mg)	0.45
Ácido nicotínico (mg)	0.64
Potasio (mg)	0.10

Fuente: Infoagro, 2011

2.4.3. Beneficios del β caroteno

El beta caroteno es también conocido con el nombre de "provitamina A", debido a que nuestro organismo es capaz de obtener la vitamina A, a partir de este pigmento vegetal.

Esta vitamina liposoluble es un elemento esencial e indispensable para nuestro organismo, ya que participa en un amplio conjunto de procesos.

- Entre sus numerosas funciones, podemos destacar su importante papel en la visión, en la formación ósea, en la reproducción, así como en diversos procesos de mantenimiento y reparación celular (piel, mucosas y tejidos corporales).
- Esta importante vitamina ayuda, asimismo, a regular nuestro sistema

inmunitario.

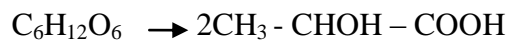
- El beta caroteno, como precursor de la vitamina A, posee una función antioxidante y ayuda a nuestro organismo a combatir el estrés oxidativo, que se relaciona con un amplio conjunto de patologías. (Cuidadodelasalud, 2010)

2.5. Fermentación láctica

Por fermentación láctica se suele entender en la fisiología fermentativa la producción de ácido láctico, realizada por bacterias lácticas, como, *Lactobacillus delbruckii*, *Streptococcus lactis*, entre otros.

El proceso inicial consiste en la transformación de la hexosa en difosfato de hexosa y luego en ácido pirúvico. La diferencia con la fermentación alcohólica radica en que en los microorganismos que ocasionan la fermentación láctica no poseen ninguna enzima carboxilasa y por ello el ácido pirúvico no puede ser descarboxilado, en su lugar es hidrogenado a ácido láctico. (Jorgensen, 1959)

La fermentación se efectúa según la ecuación empírica siguiente:



Ecuación 1.- Descomposición de la glucosa

2.5.1. Bacterias lácticas

Las bacterias lácticas se encuentran, en la naturaleza, y en ella juegan un papel importante. Fermentan una gran serie de azúcares a ácidos; por ello son útiles en el ciclo de la naturaleza, ya sea como alimento para otros microorganismos o bien, mediante su acción inhibidora de la putrefacción, compitiendo con las bacterias alcalígenas. (Jorgensen, 1959).

Las bacterias lácticas están conformadas por un amplio grupo de bacterias no esporuladas, Gram positivas que metabolizan un amplio rango de azúcares para producir principalmente ácido láctico. (Herrero *et al.*, 1996).

Debido al gran número de bacterias lácticas sólo son de interés industrial los géneros altamente productores de ácido láctico especialmente las bacterias lácticas homofermentativas es decir aquellas que sólo producen ácido láctico (Foo *et al.*, 1993).

Además de producir ácido láctico, estas bacterias contribuyen al sabor, aroma, textura y el valor nutricional de alimentos fermentados a través de la producción de exopolisacáridos (EPS) y modificación de proteínas. Esto debido a su actividad metabólica sobre proteínas, azúcares y lípidos, contribuyendo a la digestibilidad de los alimentos y preservación del producto final. (Arribas & Polo, 2008).

Los exopolisacáridos (EPS) son polisacáridos de cadena larga consistente de ramificaciones de unidades repetentes de azúcares. Estas unidades de azúcar son principalmente, glucosa, galactosa y ramnosa en diferentes proporciones. Como las bacterias lácticas son GRAS (generalmente reconocidas como seguras) son candidatas para la producción segura de EPS funcionales. (Rodriguez *et al.*, 2003)

Desempeñan un papel industrial en la producción de derivados lácteos fermentados, en particular en la producción de yogurt, queso, crema fermentada entre otras. Su aporte contribuye a la textura, reología, sabor, percepción sensorial y estabilidad del producto final (Serna *et al.*, 2005 & Shene *et al.*, 2006)

2.5.2. Acido láctico

Este ácido ha tenido a lo largo de la historia uso en fermentación y preservación de comestibles. Fue primero descubierto en leche cortada por Scheele en 1780, quien inicialmente lo consideró a este como un componente de la leche. En 1789, Lavoisier llamó a este componente de la leche “ácido láctico”. En 1857, Pasteur descubrió que no era un componente de la leche, pero si un metabolito de la fermentación generado por ciertos microorganismos. Es clasificado como GRAS para su empleo como aditivo alimenticio por la FDA (Administración de Drogas y Alimentos) (Ghasemi *et al.*, 2009).

Este ácido es uno de los más importantes producidos por las bacterias lácticas; es

el primer ácido orgánico funcionalmente versátil producido biotecnológicamente teniendo un amplio rango de aplicaciones. Este es producto de procesos de fermentación natural que ocurre en la mantequilla, queso, cerveza, leches cortadas y algunos que otros alimentos fermentados. Es utilizado como acidulante/agente buffer de pH o inhibidor de esporas bacterianas en una amplia variedad de alimentos procesados, como dulces, pan y productos de panadería, bebidas no alcohólicas, sopas, sorbetes, productos lácteos, mermeladas, gelatinas y mayonesas. (Devlieghere *et al.*, 2004)

2.5.3. Características sensoriales

Se refiere a la medición científica de los atributos de un producto que deben ser percibidos por los sentidos del gusto, olfato, oído, vista y tacto. Se basa en cataciones en las que pueden participar personas entrenadas o consumidores; y es utilizado para caracterizar y establecer diferencias con respecto a los atributos sensoriales de los productos y de esta manera establecer su aceptabilidad por parte de los consumidores. En el desarrollo de nuevos productos y el control de calidad de productos, el análisis sensorial es una herramienta básica, que permite la identificación, medición, análisis e interpretación de reacciones hacia las características de los alimentos. (Pangborn. & Pedro, 1989).

2.6. Hipótesis

Ho: La concentración de cultivo microbiano y el tiempo de fermentación no inciden en las características sensoriales de la bebida fermentada de zanahoria amarilla.

Hi: La concentración de cultivo microbiano y el tiempo de fermentación inciden en las características sensoriales de la bebida fermentada de zanahoria amarilla.

2.7. Señalamiento de Variables

2.7.1. Variable Independiente.

Concentración de cultivo microbiano; tiempo de fermentación

2.7.2. Variable Dependiente.

Características sensoriales del producto

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 Enfoque

Esta investigación se realiza sobre la base de un diseño experimental A x B ya que se requiere evaluar el efecto combinado de dos variables o factores sobre una variable respuesta. En consecuencia, su enfoque es cuantitativo, porque se obtendrán resultados medibles susceptibles de ser analizados estadísticamente. Por otro lado, tendrá también un enfoque cualitativo ya que necesariamente se requiere de investigación bibliográfica.

3.2 Modalidad de Investigación

La presente investigación es experimental porque consiste en la manipulación de variables experimentales no comprobadas, además es efectuada en los laboratorios de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos.

3.3 Niveles o Tipos

La presente investigación es de nivel Básica exploratoria porque nos permite explorar temas nuevos o poco conocidos, descubrir una situación o pretender una explicación de la misma.

3.4 Plan de Recolección de la Información

Para la obtención del jugo de zanahoria amarilla se utilizó las siguientes etapas de proceso. El método descrito a seguirse es el de ALMEIDA *et al.*, 2007; que consiste:

Recepción

Se procedió a cuantificar las zanahorias amarillas, un peso total de 5.3 Kg para lo cual se utilizó balanzas limpias y calibradas.

Clasificación

Se clasificó la zanahoria amarilla con el fin de eliminar las zanahoria defectuosas o secas, para garantizar que no existan cambios de olor y sabor en el jugo.

Lavado

Una vez clasificadas se lavó las zanahorias utilizando agua clorada (100 ppm).

Troceado

Se troceó las zanahorias con la finalidad de reducir el tamaño y que exista mayor penetración de calor al momento del blanqueado. Una vez troceada la zanahoria se mantuvo agua adicionada de 0.1-0.2% de ácido ascórbico y 0.2% de ácido cítrico para evitar la oxidación química.

Blanqueado

Se blanqueó las zanahorias en agua a una temperatura de 90°C por 6 minutos con el fin de prevenir la alteración enzimática y microbiana.

Enfriado

Después del blanqueado se sumergió inmediatamente en agua fría con el fin de detener la cocción.

Extracción

Se utilizó un extractor de jugo para obtener un mejor rendimiento, se obtuvo 3,25 litros de jugo y 1,9 Kg de desechos.

Filtración

Una vez obtenido el jugo se realizó una filtración para lo cual se utilizó una tela lienzo con el fin de extraer todo el jugo de los desechos (fibra) y garantizar un jugo libre de impurezas.

Pasteurización

Una vez filtrado el jugo se pasteurizó a 60°C durante 30 minutos con el fin de destruir las bacterias patógenas que afectan la conservación de la bebida.

Envasado

Después de la pasteurización se procedió a su envasado para lo cual se utilizó envases plásticos.

Inoculación

Una vez envasado el jugo se mantuvo a 40°C y luego se procedió a añadir el cultivo lácteo previamente calculado.

Sellado

Se selló el envase manualmente con el fin de evitar contaminación externa y garantizar las condiciones del medio.

Fermentación

Se controló la temperatura a 37°C con la finalidad de tener las condiciones óptimas para el desarrollo de las bacterias lácticas inoculadas.

Almacenamiento

Terminado el tiempo de fermentación los jugos se mantuvieron en refrigeración para su buena conservación.

3.4.1 Determinación de pH

Se colocó 100 ml de jugo en un vaso de precipitación. Se utilizó un pH-metro calibrado y se tomo dos lecturas de pH.

3.4.2 Determinación de sólidos solubles (°Brix)

Se colocó dos gotas de jugo en el Brixómetro para obtener la medida de la cantidad de sólidos solubles (azúcares) y se reportó dos lecturas del °Brix.

3.4.3 Determinación de acidez titulable

Los jugos de frutas u hortalizas contienen gran cantidad de ácidos orgánicos y que pueden ser titulados por adición de bases estándares como hidróxido de sodio 0.1N.

Se realizó una dilución de jugo 1/10 (1 ml de jugo /9 ml de agua). Posteriormente

se colocó 1 gota de fenolftaleína y se procedió a titular con hidróxido de sodio (NaOH) 0,1N, hasta que el color rosa persista por 30 minutos.

Una vez obtenido el valor de ml gastados en la titulación se realizó el cálculo de % de acidez utilizando la siguiente fórmula:

$$\% A = \frac{0,090 * V * N * 100}{V_2}$$

Donde:

A = Acidez expresada en % ácido láctico

V = Volumen en ml de NaOH gastados

0,09 = Equivalente del ácido láctico

V₂ = Volumen diluido

3.4.4 Análisis microbiológicos

Para el mejor tratamiento, se realizó pruebas microbiológicas para la determinación de Coliformes totales y *E. coli*, para ello se utilizó placas petrifilm. Se utilizó 1 ml de jugo y se procedió a sembrar directamente sobre la placa. Se cubrió lentamente con el film superior de tal forma que la muestra de jugo se difunda uniformemente y no forme burbujas. Finalmente se colocó en un incubador a 37°C durante 24 horas.

3.4.5 Análisis sensorial

Se realizó un análisis sensorial con la participación de catadores no entrenados para ello se utilizó una escala hedónica adecuada que permitió evaluar las características del producto terminado como olor, color, sabor, acidez y aceptabilidad. (Ver Tabla D-1, Anexo D).

3.4.6 Análisis de estabilidad

La estabilidad del producto, desde su producción hasta su consumo, es esencial para satisfacer la expectativa del consumidor, Las transformaciones físicas químicas, bioquímicas y microbiológicas que se den durante este periodo determinarían su mayor o menor aceptación y preferencia.

Para conocer dicha evolución se realizó pruebas de vida de anaquel, que consistió en exponer el producto a condiciones controladas de almacenamiento: temperatura de $20^{\circ}\text{C} \pm 2$, y una humedad relativa de 70 al 75%.

3.4.7 Población y Muestra.

Para realizar la evaluación de las características sensoriales se contó con la presencia de 10 personas que realizaron la catación de los diferentes tratamientos.

3.5. Plan de procesamiento de la información.

Con el propósito de establecer la mejor formulación para la obtención de la bebida fermentada se eligió aplicar un diseño factorial A x B (3×3). Los factores en estudio se detallan en la Tabla 2; para el desarrollo de la parte experimental se tiene un total de 9 tratamientos (Tabla 3) con sus respectivos niveles. Para el análisis estadístico se consideró en esquema de varianza presentado en la Tabla 4. Como factor de respuesta se analizó la acidez titulable expresada como % de ácido láctico.

Para realizar la evaluación sensorial de la bebida fermentada obtenida, se aplicó un diseño factorial de Bloques al Azar, para determinar el tratamiento de mayor aceptación.

Para el análisis de estabilidad se evaluó las características sensoriales diariamente para presenciar deterioro.

En la evaluación de los resultados se emplearon programas de computación como: Word 2007, Excel 2007, Infostat.- La interpretación de resultados se realizaron en base a un análisis de varianza (ANOVA) y pruebas de Tukey para los datos que sean significativos.

Tabla 2.- Factores en estudio

Factor	Nivel	Detalle
Factor A: Concentración de bacterias lácticas	a ₀	1% de cultivo
	a ₁	2% de cultivo
	a ₂	3% de cultivo
Factor B: Tiempo de fermentación	b ₀	18 horas
	b ₁	24 horas
	b ₂	30 horas

Elaborado por: Eduardo Morales

Tabla 3.- Tratamientos

Código	Tratamiento	Descripción
T1	$a_0 b_0$	1% cultivo lácteo y 18 horas
T2	$a_0 b_1$	1% cultivo lácteo y 24 horas
T3	$a_0 b_2$	1% cultivo lácteo y 30 horas
T4	$a_1 b_0$	2% cultivo lácteo y 18 horas
T5	$a_1 b_1$	2% cultivo lácteo y 24 horas
T6	$a_1 b_2$	2% cultivo lácteo y 30 horas
T7	$a_2 b_0$	3% cultivo lácteo y 18 horas
T8	$a_2 b_1$	3% cultivo lácteo y 24 horas
T9	$a_2 b_2$	3% cultivo lácteo y 30 horas

Elaborado por: Eduardo Morales

Tabla 4.- Esquema del análisis de varianza

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Razón de varianza
Replicaciones	SCR	$(r - 1)$	$CMR = SCR / (r - 1)$	
Factor A	SCA	$(a - 1)$	$CMA = SCA / (a - 1)$	CMA/CME
Factor B	SCB	$(b - 1)$	$CMB = SCB / (b - 1)$	CMB/CME
Interacción	SC(AB)	$(a - 1) (b - 1)$	$CM(AB) = SC(AB) / (a - 1)(b - 1)$	CM(AB)/CME
Residuo	SCE	$(ab - 1) (r - 1)$	$CME = SCE / (ab - 1)(r - 1)$	
Total	SCT	$(a b r) - 1$		

Elaborado por: Eduardo Morales

3.6. Operacionalización de variables.

Tabla 5. Variable Independiente.

Concentración de cultivo microbiano; tiempo de fermentación

Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Ítems Básicos	Técnicas -Instrumentos
Variables de control en el proceso de fermentación láctica	Concentración de cultivo microbiano	1% 2% 3%	¿La concentración de cultivo microbiano afectará la producción de ácido láctico?	Determinación de acidez titulable. (A.O.A.C Official Methods of Analysis (2000) 942.15, 37.1 .37)
	Tiempo de Fermentación	18 horas 24 horas 30 horas	¿Tendrá el mismo efecto el tiempo de fermentación en la elaboración de la bebida fermentada?	

Elaborado por: Morales Eduardo

Tabla 6. Variable Dependiente.

Características sensoriales.

Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Ítems Básicos	Técnicas-Instrumentos
Cualidades organolépticas de una bebida fermentada.	Cualidades organolépticas	Sabor, acidez, color, sabor, aceptabilidad.	¿Las cualidades organolépticas de la bebida serán apreciadas de buena forma en su evaluación sensorial?	Hoja de catación Análisis sensorial

Elaborado por: Morales Eduardo

CAPÍTULO IV

Análisis e interpretación de resultados

4.1 Análisis de los resultados

4.1.1 pH

Los valores de pH de los jugos de zanahoria amarilla obtenidos luego de 18, 24 y 30 horas de fermentación para las concentraciones de cultivo microbiano de 1%, 2% y 3%; así como los promedios respectivos, se presentan en la Tabla A-2 (Anexo A), en la cual se observa que el pH del jugo de zanahoria amarilla registra valores de pH entre 5,95 y 3,95 para los distintos tratamientos, valor de pH más alto corresponde al tratamientos a_0b_0 (1% cultivo microbiano y 18 horas fermentación) y el más bajo al tratamiento a_2b_2 (3% cultivo microbiano y 30 horas fermentación), lo cual indica que a medida que se aumenta el nivel del factor A (concentración de cultivo microbiano) y B (tiempo de fermentación), el pH del jugo tiende a bajar de forma más pronunciada, esto debido a que las bacterias tienden a acidificar el medio mucho más rápido; el pH del jugo fermentado es mejor si es cercano a pH 4 para evitar proliferación de microorganismos.

El análisis de varianza de la Tabla B-1 (Anexo B) mostró diferencias altamente significativas entre los factores A y B y para la interacción AB al final del período de incubación, la separación de medias por la prueba de Tukey al 5% dividió a los tratamientos del factor A (concentración de cultivo) en 3 niveles, Tabla B-2 (Anexo B). Con el nivel a_2 (3% cultivo) se obtiene mejor acidificación con pH 4,5 el nivel a_0 (1% cultivo) produjo menor acidificación bajando el pH a 5,68.

La separación de medias por Tukey para el factor B (tiempo de fermentación), lo divide en 3 niveles, Tabla B-3 (Anexo B), el nivel b_2 (30 horas) se considera el mejor tiempo de fermentación baja a 4,7 el pH del jugo, el nivel b_0 (18 horas) es considerado como deficiente el pH baja hasta 5,52.

Para la interacción AB Tabla B-4 (Anexo B), el Tratamiento 9 que corresponde a 3% de cultivo microbiano incubado por 30 horas presentó mejor acidificación del jugo, bajando el pH hasta 3,95 considerado como mejor ya que se pretende reducir el pH del jugo a un pH inferior a 4,5. Según Arthey & Colin (1981), un pH inferior a 4,5 inhibe el desarrollo y la producción de toxinas de *Clostridium botulinum*, microorganismo sensible a los ambientes ácidos.

En la Gráfica C-1 (Anexo C), se muestra el descenso de pH conforme transcurre el tiempo de fermentación; en la cual se observó claramente la tendencia decreciente que tiene esta variable dentro del proceso, se redujo el pH del jugo de un valor inicial de 6,2 a un pH de 5,40 con 1% de cultivo microbiano; a un pH de 4,35 con 2% de cultivo microbiano y a un pH de 3,95 con 3% de cultivo microbiano a las 30 horas de incubación respectivamente. La disminución de pH más significativa se consigue con un porcentaje de 3% de cultivo microbiano, lo cual indica que se produjo significativamente más ácido con esta concentración durante la fermentación del jugo de zanahoria amarilla.

°Brix (sólidos solubles)

En la Tabla A-3 (Anexo A) se muestra los valores de °Brix de los jugos de zanahoria amarilla obtenidos para cada tiempo de fermentación (18, 24 y 30 horas). El ° Brix disminuye a medida que se incrementa el porcentaje de inóculo de 1% a 3%, debido a que los microorganismos utilizan los sólidos solubles del jugo como sustrato para su desarrollo y producción de ácido.

Si se comparan el °Brix de los productos obtenidos con el mismo porcentaje de cultivo a los distintos tiempos de fermentación, se observa que los azúcares se consumen a medida que aumenta el tiempo de fermentación, el mayor descenso se obtuvo con un inóculo del 3% de un valor medio de 7,25 a 6,95°Brix luego de 18 horas, de 7,25 a 6,70°Brix luego de 24 horas, y de 7,25 a 6,45°Brix después de 30 horas, lo cual indica que los azúcares del jugo de zanahoria amarilla son consumidos por el microorganismo y utilizados en la producción de ácido láctico.

El análisis de varianza de la Tabla B-5 (Anexo B) mostró diferencias altamente significativas entre los factores A y B al final del período de incubación, la separación de medias por la prueba de Tukey al 5% dividió a los tratamientos del factor A (concentración de cultivo) en 3 niveles, Tabla B-6 (Anexo B). Con el nivel a_2 (3% cultivo) se obtiene un mejor consumo de sólidos solubles bajando el °Brix del jugo de 7,25 hasta 6,70°Brix, el nivel a_0 (1% cultivo) produjo menor consumo bajando el °Brix de 7,25 hasta 6,98°Brix.

La separación de medias por Tukey para el factor B (tiempo de fermentación), lo divide en 3 niveles, Tabla B-7 (Anexo B), el nivel b_2 (30 horas) se considera el mejor tiempo de fermentación, se consigue una baja de los °Brix del jugo iniciales de 7,25 a 6,67°Brix, el nivel b_0 (18 horas) es considerado como deficiente el °Brix del jugo baja hasta 7,03°Brix.

En el Anexo C, Gráfica C-2 se muestra la tendencia decreciente de °Brix del jugo de zanahoria conforme el tiempo de fermentación 18, 24 y 30 horas para la concentración de cultivo microbiano de 1%, el °Brix del jugo de 7,25 se reduce hasta 6,90°Brix a las 30 horas; en la Gráfica C-3 se muestra el °Brix del jugo con 2% de cultivo, la tendencia decreciente del °Brix se hace más evidente conforme aumenta la concentración de cultivo y llegando hasta 6,65°Brix a las 30 horas; y finalmente el °Brix del jugo con 3% de cultivo se muestra en la Gráfica C-4, el cual evidencia mayor consumo entre las 24 y 30 horas de incubación ya que en este lapso de tiempo se reduce el °Brix de 6,70 a 6,45°Brix, haciendo mas evidente la baja de °Brix al final del proceso.

4.1.3 Acidez titulable

En la Tabla A-4 (Anexo A), se muestra los datos de acidez titulable expresados en mililitros (ml) de NaOH 0,1N gastados en la titulación; estos valores para efecto de análisis deben ser expresados en porcentaje (%) de ácido láctico presentes en el jugo.

En la Tabla A-5 (Anexo A), se presenta los datos de % de ácido láctico para los jugos de zanahoria amarilla fermentados analizados, obtenidos con las tres concentraciones de cultivo microbiano 1%, 2% y 3% a 18 a 24 y a 30 horas de fermentación. Los valores fluctúan entre 0,09% de ácido láctico para el

Tratamiento 1 (1% cultivo microbiano y 18 horas de fermentación) y 0,59% de ácido láctico para el Tratamiento 9 (3% cultivo microbiano y 30 horas de fermentación) en donde se puede observar que la producción de ácido láctico por las bacterias va aumentando conforme transcurre el tiempo de fermentación lo cual indica que el proceso de fermentación láctica se está dando; la medida de la acidez titulable es un indicador del grado de acidificación en el jugo.

El análisis de varianza de la Tabla B-8 (Anexo B) mostró diferencias altamente significativas entre los factores A y B y para la interacción AB al final del período de incubación, la separación de medias por la prueba de Tukey al 5% dividió a los tratamientos del factor A (concentración de cultivo) en 3 niveles, Tabla B-9 (Anexo B). Con el nivel a_2 (3% cultivo) se obtiene mejor producción de ácido láctico con 0,41%; el nivel a_0 (1% cultivo) produjo menor porcentaje de ácido láctico de 0,13%; la concentración de cultivo esta relacionada con el número de bacterias viables en el jugo por lo cual al aumentar la concentración aumentan el número de bacterias y por ende el proceso de acidificación (producción ácido láctico) va incrementarse.

La separación de medias por Tukey para el factor B (tiempo de fermentación), lo divide en 3 niveles, Tabla B-10 (Anexo B), el nivel b_2 (30 horas) se considera el mejor tiempo de fermentación produce un % de ácido láctico de 0,37% en el jugo, el nivel b_0 (18 horas) es considerado como deficiente con 0,18% de ácido láctico producido, esto indica que el tiempo tiene influencia directa en el desarrollo de las bacterias, su adaptación al sustrato y actividad metabólica.

Para la interacción AB Tabla B-11 (Anexo B), el Tratamiento 9 que corresponde a 3% de cultivo microbiano incubado por 30 horas presentó mejor producción de ácido láctico en el jugo, alcanzando un 0,59% de ácido láctico en cuanto al Tratamiento 1 es considerado deficiente produce 0,09% de ácido láctico poco recomendado para alcanzar un buen nivel de ácido láctico en poco tiempo de incubación.

Es importante, recalcar que en el proceso de fermentación láctica parte del ácido láctico formado se obtiene por descarboxilación del ácido málico presente en el jugo natural de la zanahoria amarilla por parte de las bacterias ácido lácticas (Radler y Brauhl, 1984).

En la Gráfica C-5 (Anexo C), se muestra la tendencia ascendente en la producción de ácido láctico en el jugo conforme transcurre el tiempo de fermentación para las tres concentraciones de cultivo microbiano 1%, 2% y 3%, donde se observa que el factor concentración de cultivo microbiano ejerce mayor influencia en la producción de ácido láctico, si comparamos las tres concentraciones de cultivo a 18 horas, mejor producción de ácido láctico se evidencia con 3% de cultivo a 30 horas con 0,59% de ácido láctico en relación a 2% de cultivo con 0,34% de ácido láctico y 0,18% de ácido láctico a 1% de cultivo y 30 horas de fermentación.

4.1.4 Análisis microbiológico

En las muestras de producto final (mejor Tratamiento 8) se determinó ausencia de Coliformes totales y de *E. coli*, En la Tabla A-11 (Anexo A), se muestra los resultados y se compara con los requisitos establecidos según Normas Técnicas Ecuatorianas, con la finalidad de garantizar que el proceso de elaboración del jugo fermentado se realice en condiciones adecuadas de higiene.

4.1.5. Análisis sensorial

El análisis sensorial se aplicó al jugo al final del proceso de fermentación, se empleo una hoja de catación utilizando un a escala hedónica adecuada para evaluar las características sensoriales de la bebida Anexo D-1 (Anexo D), para la evaluación sensorial se aplicó un diseño de bloques al azar con la finalidad de determinar si existe diferencia significativa estadística para cada atributo calificado por los catadores.

4.1.5.1. Análisis sensorial del olor en la bebida fermentada de zanahoria amarilla, Tabla A-6 (Anexo A)

Tratamiento 1.- el análisis sensorial del atributo olor evaluado al producto obtenido con el tratamiento 1 indica que el 60% de los catadores percibe un olor que es ligero, el 10% de los catadores percibe un olor que es agradable y el 30% restante de los catadores percibe un olor que es intenso.

Tratamiento 2.- en el análisis sensorial al producto del tratamiento 2 el 60% de los catadores percibe un olor ligero, el 20% percibe un olor que es agradable y el 20% percibe un olor que es intenso.

En el análisis sensorial del atributo olor, los catadores coinciden en calificar de la misma manera a los productos de los tratamientos 3 y 4; así el 30% de los catadores percibe un olor que es ligero, el 60% de los catadores percibe un olor que es agradable y el 10% de los catadores percibe un olor que es intenso.

Tratamiento 5.- el 40% de los catadores que evaluó el producto percibe un olor que es ligero, el 50% percibe un olor que es agradable, el 10% percibe un olor que es intenso.

Tratamiento 6.- el análisis sensorial del atributo olor evaluado al producto del tratamiento 6, indica que el 20% de los catadores percibe un olor que es ligero, el 70% percibe un olor que es agradable, el 10% perciben un olor que es intenso.

Tratamiento 7.- en el análisis sensorial evaluado al producto del tratamiento 7, el 10% de los catadores percibe un olor que es ligero, el 70% percibe un olor que es agradable y el 20% indica que percibe un olor que es intenso.

Tratamiento 8.- de los catadores que evaluaron el producto del tratamiento 8, el 10% percibe un olor que es ligero, el 60% percibe un olor que es agradable, el 20% percibe un olor que es intenso y el 10% restante percibe un olor que es muy intenso.

Tratamiento 9.- el análisis sensorial evaluado al producto del tratamiento 9 indica que el 40% de los catadores perciben un olor que es agradable, el 20% indica que percibe un olor intenso y el 40% percibe un olor que es muy intenso.

Según los porcentajes obtenidos de cada tratamiento para el atributo olor en la bebida fermentada de zanahoria amarilla este se hace más perceptible conforme aumentan los niveles de los factores A y B, puede ser debido a la presencia de ácido láctico en la bebida.

El análisis de varianza de la Tabla B-12 (Anexo B) mostró diferencias altamente significativas para el factor Tratamientos al final de la evaluación sensorial del atributo olor, la separación de medias por la prueba de Tukey al 5% dividió a los tratamientos en 9 niveles, Tabla B-13 (Anexo B). Los tratamientos 9 y 8 obtuvieron mejores calificaciones al final del análisis estadístico con

calificaciones de “4” y “3,2” que en la escala hedónica corresponde a intenso (olor perceptible) y agradable respectivamente, el tratamiento 1 y 2 son considerados menos apreciados con calificaciones de “2,7” y “2,6” respectivamente, que están entre ligero (poco perceptible) y agradable. Lo cual indica que en cuanto a este atributo los catadores manifiestan su aceptación a la bebida ya que las mejores calificaciones están entre 3-4, en una escala de 1-5.

4.1.5.2. Análisis sensorial del color en la bebida fermentada de zanahoria amarilla, Tabla A-7 (Anexo A)

En el análisis sensorial del atributo color, los catadores coinciden en calificar de la misma manera a los productos de los tratamientos 1 y 2; así el 20% de los catadores califican al color de naranja pálido y el 80% de los catadores califican al color de naranja.

Tratamiento 3.- en el análisis sensorial del producto proveniente del tratamiento 3 el 10% de los catadores califican al color de amarillento, el 50% califican al color de naranja pálido y el 40% de los catadores califican al color de naranja.

Tratamiento 4.- al color del producto del tratamiento el 60% de los catadores califica de naranja pálido y el 40% restante califica al color de naranja.

Tratamiento 5.- el 50% de los catadores califica al color del jugo fermentado de naranja como pálido, y el 50% restante califica al color de naranja.

Tratamiento 6.- el análisis sensorial del atributo color evaluado al producto del tratamiento 6, indica que el 10% de los catadores califica al color de amarillento, el 80% califica al color de naranja pálido, y el 10% califica al color de naranja.

Tratamiento 7.- el color del producto obtenido con el tratamiento 7 recibió la calificación de amarillento por el 10% de los catadores, el 60% califica al color naranja pálido y el 30% califica al color de naranja.

Tratamiento 8.- de los catadores que evaluaron el producto del tratamiento 8, el 30% califica al color de amarillento, el 60% califica al color de naranja pálido y el 10% califica al color de naranja.

Tratamiento 9.- el análisis sensorial evaluado al producto obtenido con el tratamiento 9 indica que el 30% de los catadores califica al color de amarillento, el 60% califica al color de naranja pálido y el 10% califica al color de naranja.

Según los catadores el color del jugo de zanahoria amarilla es considerado mejor (naranja), en los productos de los tratamientos que presentan menor concentración de cultivo microbiano y menor tiempo de fermentación; probablemente el color de la bebida fermentada se ve alterado debido a la formación de ácido láctico.

El análisis de varianza de la Tabla B-14 (Anexo B) mostró diferencias altamente significativas para el factor Tratamientos al final de la evaluación sensorial al atributo color, la separación de medias por la prueba de Tukey al 5% dividió a los tratamientos en 9 niveles, Tabla B-15 (Anexo B). Los tratamientos 2 y 1 obtuvieron mejores calificaciones al final del análisis estadístico con calificaciones de “3,8”; que en la escala hedónica corresponde a un color naranja, el tratamiento 8 y 9 presentaron menor aceptación en cuanto al color con calificaciones de “2,8” correspondiente a naranja pálido, lo cual indica que la apreciación del atributo color varía entre tratamientos, siendo más evidente su aceptación hacia los tratamientos con menor acidificación.

4.1.5.3. Análisis sensorial del sabor en la bebida fermentada de zanahoria amarilla, Tabla A-8 (Anexo A)

Tratamiento 1.- el análisis sensorial del atributo sabor evaluado al producto del tratamiento 1 señaló que el 30% de los catadores percibe un sabor que es desagradable, el 40% de los catadores consideró que el sabor es insípido, el 20% percibe que el sabor es débil y el 10% consideró que el sabor es bueno.

Tratamiento 2.- el análisis sensorial del producto del tratamiento 2 indica que el 20% de los catadores percibe un sabor que es desagradable, el 30% de los catadores percibe un sabor que es insípido, el 30% perciben un sabor que es débil, el 10% percibe un sabor que es bueno.

Tratamiento 3.- en el análisis sensorial del producto del tratamiento 3, el 30% de los catadores percibe un sabor que es desagradable, el 30% de los catadores percibe un sabor que es insípido, el 30% percibe un sabor que es débil y el 10% percibe un sabor que es bueno.

Tratamiento 4.- el análisis sensorial del sabor evaluado al producto del tratamiento 4 indica que el 30% de los catadores percibe un sabor que es desagradable, el 10%

de los catadores percibe un sabor que es insípido, el 50% percibe un sabor que es débil y el 10% percibe un sabor que es bueno.

Tratamiento 5.- el 30% de los catadores percibe un sabor que es desagradable, el 20% de los catadores considera que el sabor es insípido, el 30% percibe un sabor que es débil y el 20% considera que el sabor es bueno.

Tratamiento 6.- el análisis sensorial del atributo sabor evaluado al producto del tratamiento 6, indica que el 20% de los catadores percibe un sabor que es desagradable, el 30% de los catadores percibe un sabor que es insípido, el 40% considera que el sabor es débil y el 10% percibe que el producto tiene un buen sabor

Tratamiento 7.- el análisis sensorial evaluado al producto del tratamiento 7 indica que el 20% de los catadores percibe un sabor que es desagradable, el 20% de los catadores percibe un sabor que es insípido, el 20% considera que tiene un sabor débil y el 40% considera que el sabor es bueno.

Tratamiento 8.- de los catadores que evaluaron el producto del tratamiento 8 el 20% percibe un sabor que es insípido, el 30% percibe un sabor que es débil, el 40% considera que el sabor es bueno y el 10% califica al sabor como muy bueno.

Tratamiento 9.- el análisis sensorial evaluado al producto del tratamiento 9 indica que el 10% de los catadores percibe un sabor que es desagradable, el 10% de los catadores percibe un sabor que es insípido, el 50% considera que tiene un sabor débil, el 20% perciben un sabor que es bueno y el 10% considera que el sabor es muy bueno.

Un gran porcentaje de los catadores manifiestan su agrado entorno a este atributo, lo cual indica que durante el proceso fermentativo el sabor es afectado de forma positiva dentro de este proceso.

El análisis de varianza de la Tabla B-16 (Anexo B) mostró diferencias altamente significativas para el factor Tratamientos al final de la evaluación sensorial al atributo sabor, la separación de medias por la prueba de Tukey al 5% dividió a los tratamientos en 9 niveles, Tabla B-17 (Anexo B). El tratamiento 8 obtuvo mejor calificación al final del análisis estadístico con calificación de “3,4”; que en la escala hedónica corresponde a débil (poco apreciado), el tratamiento 3 y 1 presentaron menor aceptación con calificaciones de “2,2” y “2,1” correspondiente

insípido, lo cual indica que la apreciación del atributo sabor no es bien apreciado entre los tratamientos, ya que las calificaciones no superan el 3,4 de una escala que evalúa el sabor entre 1-5.

4.1.5.4. Análisis sensorial del atributo acidez en la bebida fermentada de zanahoria amarilla, Tabla A-9 (Anexo A)

Tratamiento 1.- el análisis sensorial del atributo acidez evaluado al producto del tratamiento 1 indica que para el 50% de los catadores el producto es poco ácido el 40% lo considera ácido y el 10% lo califica como muy ácido

Tratamiento 2.- el análisis sensorial del producto del tratamiento 2 indica que el 30% de los catadores califica a la acidez del jugo como poco ácida, el 60% califica como ácida, el 10% califica a la acidez del producto como muy ácida.

Tratamiento 3.- el análisis sensorial al producto del tratamiento 3 indica que el 60% de los catadores califica a la acidez del jugo como ácida y el 40% califica como muy ácida.

Tratamiento 4.- el análisis sensorial del atributo acidez evaluado al producto del tratamiento 4 indica que el 60% de los catadores califican a la acidez del jugo como ácida, el 40% califican como muy ácida.

Tratamiento 5.- el 10% de los catadores califica a la acidez del producto como ácida y el 90% califica como muy ácida.

Tratamiento 6.- el análisis sensorial del atributo acidez evaluado al producto del tratamiento 6, indica que el 10% de los catadores considera a la acidez del jugo como ácida y el 90% califica como muy ácida.

Tratamiento 7.- el análisis sensorial evaluado al producto del tratamiento 7 indica que el 90% de los catadores califica a la acidez del jugo como ácida y el 10% la considera extremadamente ácida.

Tratamiento 8.- de los catadores que evaluaron el producto del tratamiento 8, el 80% califica a la acidez del jugo como muy ácida y el 20% la considera como extremadamente ácida.

Tratamiento 9.- el análisis sensorial evaluado al producto del tratamiento 9 indica que el 40% de los catadores califica a la acidez del jugo como muy ácida y el 60% la considera como extremadamente ácida.

La presencia de acidez en el jugo es un indicativo de que existe producción de ácido láctico por parte de las bacterias, por lo cual los catadores consideran que el producto es bastante ácido pero hay que tener muy en cuenta que un sabor ácido es característico de los productos fermentados.

El análisis de varianza de la Tabla B-18 (Anexo B) mostró diferencias altamente significativas para el factor Tratamientos al final de la evaluación sensorial al atributo acidez, la separación de medias por la prueba de Tukey al 5% dividió a los tratamientos en 9 niveles, Tabla B-19 (Anexo B). El tratamiento 9 obtuvo mejor calificación al final del análisis estadístico con calificación de “4,6”; que en la escala hedónica corresponde a muy ácida, el tratamiento 2 y 1 presentaron una menor calificación de “2,8” y “2,6” respectivamente, correspondiente a ácida, lo cual indica que la apreciación por la acidez por parte de los catadores es aceptable con un valor de 4,6 en una escala del 1-5, además que la principal característica de los producto fermentados es su acidez.

4.1.5.5. Análisis sensorial para la aceptabilidad en la bebida fermentada de zanahoria amarilla, Tabla A-10 (Anexo A)

Tratamiento 1.- el análisis sensorial del atributo aceptabilidad del jugo fermentado de zanahoria amarilla señala que el 10% de los catadores califica a la bebida como un producto que desagrada, el 40% califica como no gusta, el 50% califica como un producto que no gusta ni disgusta.

Tratamiento 2.- el análisis sensorial del producto del tratamiento 2 indica que el 10% de los catadores califica a la bebida como un producto que desagrada, el 20% califica como no gusta, el 70% califica como un producto que no gusta ni disgusta.

Tratamiento 3.- en el análisis sensorial al producto del tratamiento 3, el 20% de los catadores califica a la bebida como un producto que no gusta, el 60% califica como un producto que no gusta ni disgusta y el 20% califica que gusta poco.

Tratamiento 4.- en el análisis sensorial del atributo aceptabilidad evaluado al producto del tratamiento 4, el 10% de los catadores califica a la bebida como un

producto que desagrada, el 20% califica como no gusta, el 50% considera como un producto que no gusta ni disgusta y el 20% califica que gusta poco.

Tratamiento 5.- el 10% de los catadores califica a la bebida como un producto que no gusta, el 30% califica como no gusta ni disgusta, el 60% califica que el producto gusta poco.

Tratamiento 6.- el análisis sensorial del atributo aceptabilidad evaluado al producto del tratamiento 6, indica que el 40% de los catadores califica a la bebida como un producto que no gusta, el 50% califica como un producto que gusta poco y el 10% califica que gusta mucho.

Tratamiento 7.- el análisis sensorial evaluado al producto del tratamiento 7 indica que el 10% de los catadores califica a la bebida como un producto que gusta, el 40% califica como no gusta ni disgusta, el 30% califica como un producto que gusta poco y el 20% califica que gusta mucho.

Tratamiento 8.- de los catadores que evaluaron el producto del tratamiento 8, el 30% califica a la bebida como un producto que no gusta ni disgusta, el 40% califica que gusta poco y el 30% califica que gusta mucho

Tratamiento 9.- el análisis sensorial evaluado al producto del tratamiento 9 indica que el 10% de los catadores califica a la bebida como un producto que no gusta, el 60% califica que el producto no gusta ni disgusta y el 30% califica que gusta poco.

Según los porcentajes analizados el producto del tratamiento 8 es de mayor aceptabilidad, ya que reúne las mejores características evaluadas según la apreciación de los catadores, siendo la acidez un factor determinante para llegar a esta conclusión.

El análisis de varianza de la Tabla B-20 (Anexo B) mostró diferencias altamente significativas para el factor Tratamientos al final de la evaluación sensorial al atributo aceptabilidad, la separación de medias por la prueba de Tukey al 5% dividió a los tratamientos en 9 niveles, Tabla B-21 (Anexo B). El tratamiento 8 obtuvo mejor calificación al final del análisis estadístico con calificación de “4”; que en la escala hedónica corresponde a gusta poco, el tratamiento 2 y 1 presentaron menor aceptación con calificación de “2,6” y “2,4” correspondiente a no gusta ni disgusta, la apreciación de los catadores en cuanto a la aceptabilidad

de la bebida es buena alcanzando un nivel de 4, considerando que la aceptabilidad se evaluó considerando una escala de 1-5. Al evaluar los datos analizados estadísticamente se llega a la conclusión de que el atributo que mayor influencia tiene para aceptar o rechazar la bebida es el grado de acidez que presenta la bebida.

En base al análisis de los resultados obtenidos en la prueba de aceptabilidad se seleccionó como mejor tratamiento a la combinación (a_2b_1) que corresponde a 3% de cultivo microbiano y 24 horas de fermentación (Tratamiento 8).

4.1.6. Análisis de estabilidad

A las muestras del día 1 al 24 se les realizó análisis organolépticos y se determinó que los productos de los tratamientos con mayor % de ácido láctico presentan mayor estabilidad, puesto que los tratamientos 1, 2, 3, 4 y 5 con 0,09%; 0,11%; 0,18%; 0,18% y 0,20% de ácido láctico, respectivamente muestran deterioro a partir de los 11 días, mientras que los demás productos de los tratamientos se mantienen estables en sus parámetros sensoriales hasta los 23 días como es el caso del tratamiento 6, 7, 8, 9 con 0,34%; 0,27%; 0,36%; y 0,59% de ácido láctico respectivamente; presentando variación en sus características sensoriales a partir del día 24.

4.1.7. Análisis Económico

El análisis económico se realizó en base al mejor tratamiento según el análisis sensorial se obtuvo como resultado el Tratamiento 8 (3% cultivo lácteo y 24 horas de fermentación). El costo de los materiales Directos (zanahoria y cultivo lácteo) así como de los Indirectos (botellas) es de \$ 3.11 dólares; el costo de equipos y utensilios corresponde a \$ 0,52 dólares (Anexo E-1); servicios básicos como agua, luz, gas y agua destilada un costo de \$ 2,72 dólares (Anexo E-2); así como también se considera la mano de obra con un costo de \$ 5,13 dólares.(Anexo E-3).

El costo total de producción fue de \$ 11,48 dólares, más una utilidad del 20%, el costo fue de \$ 13,78 dólares; teniendo en cuenta que se obtuvo 3 litros de producto, cada botella de 500 ml tiene un precio comercial de \$ 2,30 dólares;

costo elevado debido a que gran parte de la hortaliza son productos residuales (fibra) y no genera un buen rendimiento. (Anexo E-4).

El análisis del punto de equilibrio (Anexo E-5), muestra que es necesario vender 685 unidades de 500ml en el año para cubrir costos y gastos y así poder generar utilidad.

4.1.8. Verificación de la hipótesis

Ho: La concentración de cultivo microbiano y el tiempo de fermentación no inciden en la obtención de una bebida fermentada de zanahoria amarilla.

Hi: La concentración de cultivo microbiano y el tiempo de fermentación inciden en la obtención de una bebida fermentada de zanahoria amarilla.

Mediante los resultados de % de ácido láctico se verifica la hipótesis planteada. Se rechaza la hipótesis nula ya que los factores en estudio como son la concentración de cultivo microbiano y el tiempo de fermentación si inciden en la producción de ácido láctico, puesto que a medida que se aumenta la concentración de bacterias viables en el jugo éstas producen un mayor % de ácido láctico en función del tiempo de fermentación. Por lo tanto, la aceptabilidad del producto obtenido no es igual para todos los tratamientos.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- En el presente trabajo de investigación se obtuvo una bebida fermentada a partir del jugo natural (sin suplementar) de zanahoria amarilla (*Daucus carota*) por acción de bacterias ácido lácticas del género (*Lactobacillus plantarum*), a una T de 37°C, valor que está dentro de los límites considerados adecuados para este tipo de bacterias (30-40°C).
- Se diseñó como alternativa de utilización para la zanahoria amarilla la elaboración de una bebida fermentada, con el fin de incrementar el consumo a través de una nueva alternativa de consumo con características propias de los productos fermentados (incremento de la acidez entre otras) y que sean agradables para el consumidor.
- Se empleó bacterias lácticas para que el desarrollo de ácido láctico en la bebida sea aceptable, para una concentración de cultivo microbiano de 3% y un tiempo de fermentación de 30 horas. A estas condiciones se alcanza una producción de ácido láctico de 0,59% y un valor de pH 3,95, cercano a pH 4.0 considerado óptimo para este tipo de bebida fermentada para evitar contaminación.
- El análisis sensorial de la bebida fermentada (evaluada mediante una escala hedónica con calificaciones de 1 para la puntuación más baja y 5 para la más alta con catadores no entrenados) demostró que el contenido de ácido láctico es un factor determinante en la modificación del sabor, incremento de la acidez, mejora del olor y en la aceptabilidad del producto hasta valores que no superen el 4,20%, fuera de los cuales la bebida se vuelve muy ácida; la bebida de las mejores características se obtuvo con el

tratamiento a₂b₁ que corresponde al 3% de cultivo y un tiempo de fermentación de 24 horas.

5.2. Recomendaciones

- Se recomienda buscar una aplicación para los desechos (fibra) que se producen en la etapa de extracción (ya que aproximadamente el 40% de la hortaliza es fibra).
- Se recomienda utilizar envases seguros para evitar contaminación y garantizar una fermentación anaeróbica.
- Se recomienda emplear un edulcorante para mejorar las cualidades sensoriales del producto.

CAPÍTULO VI

PROPUESTA

6. Datos Informativos

Título: “Uso del producto residual (fibra) de la zanahoria amarilla (*Daucus carota*) para elaborar un cereal integral”

Institución ejecutora: Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos, Laboratorio de Biotecnología de los Alimentos.

Beneficiarios: Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos, población involucrada.

Ubicación: Ambato – Ecuador

Tiempo estimado para la ejecución: 6 meses

Autor: Egdo. Eduardo Morales

Costos: \$ 600.00

6.1. Antecedentes de la propuesta

Tradicionalmente las fibras más utilizadas en tecnología de alimentos proceden de cereales. Sin embargo, aunque menos estudiadas, las fibras procedentes de vegetales (verduras y hortalizas) y frutas son consideradas en general de mayor calidad nutricional y tecnológica. Así recientemente se han realizado estudios de obtención y composición de los materiales vegetales son fuente de gran variedad de compuestos activos, que pueden mejorar las propiedades y calidad de alimentos reformulados. La obtención y determinación de las propiedades funcionales como: capacidad de retención de agua (CRA), la capacidad de

absorción de agua (CAA), capacidad de adsorción de agua (CDA); constituyen una importante línea de investigación en ciencia y tecnología de alimentos. (Ashwell, 2002)

Del proceso de elaboración de jugo de zanahoria amarilla aproximadamente el 40% de los residuos del proceso de extracción son fibra. Residuos que con un pre-tratamiento pueden ser utilizados en formulaciones dentro de líneas de producción de alimentos ricos en fibra dietética saludable como son cereales, pan integral entre otros.

6.2. Justificación

La investigación es de gran interés porque promueve la utilización de toda la parte comestible de la zanahoria amarilla, Según la investigación realizada cerca del 40% de la zanahoria amarilla es fibra, y constituye un costo directo para la producción de jugo fermentado de esta hortaliza, por lo tanto es necesario su empleo en un producto secundario para reducir costos de producción.

Es importante porque el consumo de fibra de zanahoria amarilla en un sub-producto (cereal) brinda la oportunidad a las personas de consumir las bondades de esta importante hortaliza; además posibilitará el aprovechamiento de recursos tecnológicos, materiales y económicos y contribuirá a mejorar el nivel de vida de quienes se encuentran vinculados con la agroindustria ecuatoriana.

6.3. Objetivos

Objetivo general

- Producir un cereal integral a base de fibra de zanahoria amarilla

Objetivos específicos

- Desarrollar un proceso tecnológico para elaboración de un cereal a base de fibra de zanahoria.
- Realizar análisis microbiológicos al producto elaborado
- Evaluar las características sensoriales del producto elaborado.
- Realizar un estudio económico del mejor tratamiento.

6.4. Análisis de factibilidad

La propuesta expresada es factible de realizar porque se cuenta con la materia prima disponible del proceso de elaboración de la bebida fermentada de zanahoria amarilla que de no utilizarse se convierte en desechos o residuos procedentes de la obtención del jugo, los cuales están incrementando el costo de producción de la bebida fermentada que llega a un valor de \$2,30 dólares por botella de 500 ml; y al utilizar los desechos en un sub-producto como cereal integral a base de zanahoria amarilla se estará reduciendo la inversión para producir otro alimento beneficioso para el consumidor.

Además es de sumo interés por cuanto la fibra de zanahoria amarilla es empleada en un cereal integral y se convierte en un alimento funcional que contribuye a una dieta equilibrada y saludable para las personas.

6.5. Fundamentación

La fibra dietética, denominada también fibra alimentaria, es una mezcla compleja de componentes de variadas propiedades físico-químicas, función de la fuente natural de origen. Desde un punto de vista fisiológico/nutricional, fibra dietética se considera a los polisacáridos y/u otros compuestos asociados que no pueden ser descompuestos por enzimas digestivas humanas en componentes absorbibles y que así alcanzan el colon. Suelen incluirse diferentes familias de compuestos, tales como polisacáridos tipo celulosa, hemicelulosa, sustancias pécticas y almidón resistente; polisacáridos no estructurales como gomas, mucílagos; compuestos no carbohidratos como lignina, cutina, taninos, suberina, ácido fítico, algunas proteínas y sustancias inorgánicas como Ca, K y Mg asociados.

La fibra es uno de los ingredientes más utilizados en formulación, por sus múltiples capacidades tecnológicas, tales como: soporte de sustancias aromáticas, agente texturizante (gelificante y/o espesante), estabilizante de emulsiones, mejora de la vida útil de alimentos, aporte de olor, color y/o sabor similar al aportado tras la adición de otros aditivos, limitante de la absorción de grasas y así muy útil en prácticas culinarias de fritura, entre otros. (Gartzia *et al.*, 2008)

Proceso de producción del cereal a base de zanahoria amarilla.

Una vez obtenido el jugo de zanahoria amarilla a la fibra resultante del proceso de extracción se da las siguientes etapas de proceso señaladas por CHÁVEZ, Yanet. & Col. (2005).

Recepción y Pesado

Se procede a pesar la materia prima usando balanzas limpias y calibradas con el fin de registrar pesos para evaluar el rendimiento.

Secado

Una vez pesado se procede a secar la fibra, se realiza a 60° C en un horno de charolas de circulación forzada.

Análisis

Se procede a realizar análisis como: composición proximal y contenido de fibra dietaria soluble e insoluble. Las propiedades funcionales como capacidad de retención de agua (CRA, la capacidad de absorción de agua (CAA), capacidad de adsorción de agua (CDA).

Formulación

Se procede a realizar formulaciones considerando los ingredientes como fibra de zanahoria, miel de maíz, miel de cabuyo negro, harina de maíz.

Mezclado

Una vez conocidas sus propiedades funcionales de la fibra se procede al mezclado de los ingredientes.

Reposo

Después del mezclado la mezcla se deja en reposo por 24 horas en refrigeración a 4° C.

Extrusión

Luego del reposo la mezcla debe ser pasada por un extrusor. Se debe controlar las siguientes condiciones en el extrusor para la elaboración del cereal: tornillo con una relación de compresión 1: 1, velocidad rotacional 60 rpm, dado de salida

con 2 cm. de diámetro, temperatura de alimentación 90° C, temperatura de proceso 125° C, temperatura de salida 85° C.

Secado

Una vez extruido el cereal debe ser secado en un horno a 230° C por 5 min

Enfriado y empacado

Se debe enfriar el producto a temperatura ambiente y luego empacar en bolsas con cierre hermético para evitar contaminación

Almacenamiento

Se debe mantener almacenado a temperatura ambiente (20°C) y humedad relativa baja.

6.6. Metodología

Modelo Operativo (Plan de acción)

Fases	Metas	Actividades	Responsables	Recursos	Presupuesto	Tiempo
1. Formular la propuesta	Usar los desechos (fibra) del jugo de zanahoria amarilla para producir un cereal.	Revisión Bibliográfica.	Investigador	Humanos Técnicos Económicos	\$100,00	45 días
2. Desarrollo preliminar de la propuesta	Analizar la factibilidad de la propuesta.	Análisis Económico.	Investigador	Humanos Económicos	\$110	30 días
3. Implementación de la propuesta	Ejecución de la propuesta.	Elaboración de un cereal a base de fibra de zanahoria amarilla.	Investigador	Humanos Técnicos Económicos	\$300,00	30 días
4. Evaluación de la propuesta	Verificar los efectos de las diferentes mezclas.	Estudio de parámetros sensoriales.	Investigador	Humanos Técnicos Económicos	\$90,00	30 días

Elaborado por: Eduardo Morales

6.7. Administración

Administración de la Propuesta

Indicadores a mejorar	Situación actual	Resultados esperados	Actividades	Responsables
Características sensoriales del cereal a base de zanahoria amarilla.	Utilizar diferentes mezclas (miel de maíz, miel de abeja, fibra de zanahoria, harina integral) para producir un cereal.	<p>Producir un producto con características sensoriales agradables</p> <p>Producir cereal apto para el consumo humano.</p>	<p>Establecer puntos de control en cada etapa.</p> <p>Realizar pruebas microbiológicas en el producto final.</p>	El investigador

Elaborado por: Eduardo Morales

6.8. Previsión de la Evaluación

Preguntas básicas	Explicación
¿Quiénes solicitan evaluar?	Los docentes de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos
¿Por qué evaluar?	Porque se está garantizando la veracidad del proceso de producción y de todos sus parámetros de control.
¿Para qué evaluar?	Para corregir los errores, si existieran en algún lugar del proceso o dentro de las formulaciones respectivas.
¿Qué evaluar?	La tecnología utilizada Materias primas Parámetros sensoriales Producto terminado (control microbiológico)
¿Quién evalúa?	El investigador El director de investigación
¿Cuándo evaluar?	Todo el tiempo desde las pruebas preliminares hasta la obtención del producto.
¿Cómo evaluar?	Mediante instrumentos de evaluación
¿Con qué evaluar?	Experimentación Normas establecidas.

Elaborado por: Eduardo Morales

BIBLIOGRAFÍA

1. ALMEIDA Paola; & ZAMBRANO María, 2007, Elaboración de Jugo, Pasta y Polvo de Zanahoria, Tesis de Grado de la Carrera de Tecnología e Ingeniería Agroindustrial, Escuela Politécnica Nacional, Quito – Ecuador, 1-7; 48-50.
2. Andrade, R., 2005, Boletín Técnico del cultivo de zanahoria, Segunda Edición, Bolivia: (hojas fotocopiadas).
3. ARTHEY, D. & COLIN D.; 1981, *Procesado de Hortalizas*, Traducción al Español por Pedro Ducar Maluenda, Diplomado en Bromatología, Editorial Acribia S.A; Zaragoza- España, 6,78-79, 111-112, 184-185.
4. ARRIBAS, M.; & POLO, C., 2008, Occurrence of Lactic Acid Bacteria and Biogenic Amines in Biologically Aged Wines, *Food Microbiology*, **25**: 875-881.
5. ASHWELL M., 2002. *Concepts for functional foods. ILSI Europe Concise Monograph Series*.
6. BARRAZUETA, Sandra, 2009, Caracterización de la Zanahoria Amarilla (*Daucus Carota*), Tesis de Grado de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos, Universidad Técnica de Ambato, Ambato-Ecuador, 13-60
7. CABRERA, J.; 2007, Efecto de la Densidad Poblacional en la Calidad y Rendimiento Comercial de Zanahoria Amarilla (*Daucus carota L.*) Cultivar Chantenay. Tesis Ingeniero Agrónomo. Riobamba. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Recursos Naturales. Escuela de ingeniería Agronómica. 5-25.

8. CHÁVEZ, Y.; FLORES, L.; GALLARDO, Y.; 2005, *Elaboración de Alimentos a Base de Fibra de Zanahoria por el Proceso de Extrusión*, Departamento de Graduados e Investigación de Alimentos. Instituto Politécnico Nacional. VII Congreso Nacional de Ciencia de los Alimentos y III Foro de Ciencia y tecnología de Alimentos, Guanajuato, Gto, 43-48.
9. DE CASTRO, A.; ARELLANO, L.; SÁNCHEZ. A.; & MONTAÑO, A., 1993, Fermentation of Lye-Treated Carrots by *Lactobacillus plantarum*, *Journal of Food Science*, Sevilla – España. **60(2)**: 316-319.
10. DEVLIEGHERE, F.; VERMEIREN, L.; & DEBEVERE, J.; 2004, New Preservation Technologies: Possibilities and limitations, *Review International Dairy Journal*. **14**: 273-285
11. DÍAZ , V.; HEDRÉN, E.; RUALES, J.; & SVANBERG, U.; 2004, Effect of Cell Wall Degrading Enzymes on In Vitro Carotene Accessibility in Lactic Acid Fermented Carrot Beverage, *Journal Food Science*, **69(2)**: 79-84.
12. FOO, E. L.; GRIFFIN, H. G.; MOLLBY, R.; & HEDÉN, C. G.; (Editors). 1993. *The Lactic Acid Bacteria*. Horizon Scientific Press. United Kingdom, 89-91.
13. GARTZIA, Irene.; SÁNCHEZ, Isabel.; RICONDO, Ziortza.; AYO, Josune., 2008, *AGROFIBRA: Desarrollo de Ingredientes Alimentarios a Base de Fibra Dietética Procedentes de Residuos Agroalimentarios* (on line), AZTI Tecnalia, Sukarrieta – España.
Disponible en:
http://www.nasdap.ejgv.euskadi.net/r503813/es/contenidos/informacion/resultado_07/es_dapa/adjuntos/AGROFIBRA.pdf
14. GHASEMI, M.; *et al.* 2009, Effect of different media on production of lactic acid from whey by *Lactobacillus bulgaricus*. *African Journal of*

biotechnology, **8**: 081-084.

15. GUTIERREZ, Julio, *Manual de Tecnología de Lácteos*, Universidad Técnica de Ambato, Ambato – Ecuador, 45-48.
16. HERRERA, Luis; MEDINA, Arnaldo; & NARANJO, Galo, 2004, *Tutoría de la Investigación Científica*, Editorial DIEMERINO, Quito-Ecuador.15-25.
17. HERRERO, M.; B. Mayo; B. Gonzáles & J. E. Suárez. 1996. Evaluation of technologically important traits in lactic acid bacteria isolated from spontaneous fermentations. *Journal of Applied Bacteriology*, 81: 565 – 570.
18. JORGENSEN, Alfred, 1959, *Microbiología de las Fermentaciones*, Séptima Edición, Editorial Acribia, Zaragoza –España. 79-80; 426-431.
19. MORENO, Alex, 2010, *Desarrollo de Canales de Mercadeo Mediante la Identificación de las Ocasiones de Compra\Consumo de Bebidas No Alcohólicas de los Quiteños*, Fecha de publicación: 2010. Disponible en: <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/11103>
20. PANGBORN, R.; PEDRO, D.; 1989, “*Evaluación Sensorial de los Alimentos: Métodos Estadísticos Analíticos*”, México, DF, Alambra Mexicana, 25
21. RAMOS, Adita, 1986, *Fermentación Láctica de Vegetales*, Primera Edición, Tesis de Grado de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos, Universidad Técnica de Ambato, Ambato – Ecuador, 20-35.
22. Reichenbach, H.; 1954. *The Rise of Scientific Philosophy*, (on line), Disponible en: <http://filosofia-cientifica.blogspot.com>.
23. RODRÍGUEZ, Fidel, 2010, *Manual de Investigación Experimental*,

Ambato-Ecuador.

24. RODRIGUEZ, J.; *et al.* 2003, Review Heterologous Production of Bacteriocins by Lactic Acid Bacteria. *International Journal Microbiology*, **80**: 101-116
25. SAKAMOTO, HIDEKI; KOGUCHI, Masaru; ISHIGURO, Yukio; & MIYAKAWA, Tokichi, 1996, Changes in Carrot Juice Components Due to Fermentation by Selected Lactic Acid Bacteria, *Food Science Technology*, **2(4)**: 246-252
26. SALTOS, H.A. 1993, *Diseño Experimental, Aplicación de procesos Tecnológicos*, Editorial Pío XII, Ambato-Ecuador, 36-49.
27. SHENE, C.; & BRAVO, S.; 2006, Whey Fermentation by *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* for Exopolisaccharide Production in Continuous Culture, *Enzime and Microbial Technology*, **10**: 1006-1015
28. SERNA, L.; RODRIGUEZ, S.; 2005, Producción Biotecnológica de Ácido Láctico. Estado del Arte, *Ciencia y Tecnología Alimentaria*, **1**: 55-65
29. TOBAR, Edwin, 2000, El Empleo del *Lactobacillus plantarum* en la Tecnología de Fufu, Tesis de Grado de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos, Universidad Técnica de Ambato, Ambato – Ecuador, 20-23; 48-60.
30. TOLEDO, Romeo, 2003, “Carrot Juice Processing: Effects on Various Quality Aspects”, Edición 13, Editorial Grahns Tryckeri, *Food Engineering*, Athens- Georgia, USA. Pp: 1 – 47.
31. Vasco, Verónica, 2008, Determinación de Parámetros Físico-Químicos

de Zanahoria Amarilla (*Daucus carota*) Como Base Para el Establecimiento de la Norma de Requisitos, Tesis de Grado de la Facultad de Ciencias de la Escuela de Bioquímica y Farmacia; Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba- Ecuador. 1-8

32. WALDIR Estela; MOJMÍR Rychtera; MELZUCH Karel; QUILLAMA Elena y EGOAVIL Erida, 2007, Producción de ácido láctico por *Lactobacillus plantarum* L10 en Cultivos Batch y Continuo; Rev. Peru. Biol. **14(2)**: 271-275
Disponible en: <http://www.scielo.org.pe/pdf/rpb/v14n2/a14v14n02.pdf>
33. ZEÑANO, F., 1970, *Como se Cultivan las Hortalizas de Bulbo, Raíz y Tubérculos*, Barcelona-España, Editorial Vecchi, 77-91

Webgrafía:

34. INFOAGRO. El cultivo de la zanahoria, 2011, Disponible en:
<http://www.infoagro.com/hortalizas/zanahoria.htm>
35. SICA. Hortalizas en el Ecuador, 2011, Disponible en:
http://www.sica.gov.ec/cadenas/hortaliza//docs/situacion_ecuador.html
36. CUIDADODELASALUD,2010, beta caroteno, Disponible en:
<http://www.cuidadodelasalud.com/dietas/para-que-sirve-elbetacaroteno-dosis-de-betacaroteno/> (2010)
37. AGROECUADOR, Cultivos de Zanahoria, 2011, Disponible en:
<http://www.agroecuador.com/html/angendaInter/estcebollazanahoria/Cebolla%20y%20Zanahoria.pdf>
38. http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/agronomia/2001819/lecciones/cap06/cap06_03.html (2011)
39. UC, 2011, Zanahoria, Diversidad en la Especie, Disponible en:
http://uc.cl/sw_educ/hort0498/HTML/p102.html

ANEXO A

DATOS

OBTENIDOS

Tabla A-1. Valores iniciales de pH, °Brix y Acidez titulable del jugo de zanahoria amarilla (*Daucus carota*)

Jugo zanahoria amarilla (<i>Daucus carota</i>)				
Muestras	pH	°Brix	Acidez titulable (ml)	% Ácido málico
R1	6,2	7,20	0,1	0.09
R2	6,2	7,30	0,1	0.09
Promedio	6,2	7,25	0,1	0.09

Elaborado por: Morales Eduardo

Tabla A-2. Valores de pH del jugo de zanahoria amarilla (*Daucus carota*) a 18 horas, 24 horas y 30 horas de fermentación con 1%, 2% y 3% de cultivo microbiano.

muestras	18 horas			24 horas			30 horas		
	1% cultivo	2% cultivo	3% cultivo	1% cultivo	2% cultivo	3% cultivo	1% cultivo	2% cultivo	3% cultivo
R1	5,90	5,50	5,10	5,70	4,80	4,50	5,40	4,40	3,90
R2	6,00	5,50	5,10	5,70	4,70	4,40	5,40	4,30	4,00
Promedio	5,95	5,50	5,10	5,70	4,75	4,45	5,40	4,35	3,95

Elaborado por: Morales Eduardo

Tabla A-3. Valores de °Brix del jugo de zanahoria amarilla (*Daucus carota*) a 18 horas, 24 horas y 30 horas de fermentación con 1%, 2% y 3% de cultivo microbiano.

muestras	18 horas			24 horas			30 horas		
	1% cultivo	2% cultivo	3% cultivo	1% cultivo	2% cultivo	3% cultivo	1% cultivo	2% cultivo	3% cultivo
R1	7,10	7,10	6,90	7,00	6,80	6,70	6,90	6,70	6,50
R2	7,10	7,00	7,00	6,90	6,80	6,70	6,90	6,60	6,40
Promedio	7,10	7,05	6,95	6,95	6,80	6,70	6,90	6,65	6,45

Elaborado por: Morales Eduardo

Tabla A-4. Valores de acidez titulable (ml de NaOH 0,1N) del jugo de zanahoria amarilla (*Daucus carota*) a 18 horas, 24 horas y 30 horas de fermentación con 1%, 2% y 3% de cultivo microbiano.

muestras	18 horas			24 horas			30 horas		
	1% cultivo	2% cultivo	3% cultivo	1% cultivo	2% cultivo	3% cultivo	1% cultivo	2% cultivo	3% cultivo
R1	0,10	0,20	0,30	0,10	0,20	0,40	0,20	0,35	0,70
R2	0,10	0,20	0,30	0,15	0,25	0,40	0,20	0,40	0,60
Promedio	0,10	0,20	0,30	0,13	0,23	0,40	0,20	0,38	0,65

Elaborado por: Morales Eduardo

Tabla A-5. Resultados de acidez (% de ácido láctico) del jugo de zanahoria amarilla (*Daucus carota*) a 18 horas, 24 horas y 30 horas de fermentación con 1%, 2% y 3% de cultivo microbiano.

muestras	18 horas			24 horas			30 horas		
	1% cultivo	2% cultivo	3% cultivo	1% cultivo	2% cultivo	3% cultivo	1% cultivo	2% cultivo	3% cultivo
R1	0,09	0,18	0,27	0,09	0,18	0,36	0,18	0,32	0,63
R2	0,09	0,18	0,27	0,13	0,22	0,36	0,18	0,36	0,54
Promedio	0,09	0,18	0,27	0,11	0,20	0,36	0,18	0,34	0,59

Elaborado por: Morales Eduardo

Tabla A-6. Datos de la evaluación sensorial para el atributo olor

	Catadores									
Tratamientos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
T1	4	4	2	4	3	2	2	2	2	2
T2	3	4	2	4	3	2	2	2	2	2
T3	3	3	2	4	3	2	2	3	3	3
T4	3	3	2	4	3	3	3	3	2	2
T5	2	4	2	3	3	3	3	3	2	2
T6	2	3	3	3	3	3	3	3	4	2
T7	2	3	3	3	3	4	3	4	3	3
T8	3	2	5	3	3	4	4	3	3	3
T9	5	4	5	3	3	5	3	5	3	4

Elaborado por: Morales Eduardo

Tabla A-7. Datos de la evaluación sensorial para el atributo color

	Catadores									
Tratamientos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
T1	4	3	4	4	4	4	4	3	4	4
T2	4	4	4	3	4	4	4	3	4	4
T3	4	4	3	3	3	2	4	3	3	4
T4	4	3	3	4	3	3	4	4	3	3
T5	3	4	3	4	3	4	3	3	4	4
T6	3	3	2	3	3	3	3	3	4	3
T7	2	3	3	3	4	4	3	3	4	3
T8	3	2	2	3	3	4	2	3	3	3
T9	3	2	3	3	4	2	3	3	3	2

Elaborado por: Morales Eduardo

Tabla A-8. Datos de la evaluación sensorial para el atributo sabor

	Catadores									
Tratamientos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
T1	3	3	1	2	2	1	4	1	2	2
T2	3	3	1	2	2	3	4	1	2	2
T3	1	3	1	1	2	3	4	2	2	3
T4	1	3	1	3	2	3	4	3	1	3
T5	2	4	1	3	1	3	4	2	1	3
T6	2	4	2	3	1	3	3	3	1	2
T7	4	4	2	4	1	4	3	3	1	2
T8	4	4	2	4	3	5	3	4	2	3
T9	4	4	2	3	3	5	3	3	1	3

Elaborado por: Morales Eduardo

Tabla A-9. Datos de la evaluación sensorial para el atributo acidez

	Catadores									
Tratamientos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
T1	3	4	2	3	2	2	3	3	2	2
T2	4	3	3	3	2	2	3	3	3	2
T3	4	4	3	4	3	3	4	3	3	3
T4	3	4	3	4	4	3	4	3	3	3
T5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3
T6	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4
T7	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4
T8	5	4	5	4	4	4	4	4	4	4
T9	5	5	5	5	4	5	4	4	5	4

Elaborado por: Morales Eduardo

Tabla A-10. Datos de la evaluación sensorial para el atributo aceptabilidad

Tratamientos	Catadores									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
T1	3	2	1	2	3	3	3	3	2	2
T2	3	3	2	2	3	3	3	3	1	3
T3	3	3	2	3	3	4	4	3	2	3
T4	3	3	2	3	2	4	4	3	1	3
T5	3	4	2	4	3	4	4	4	3	4
T6	4	5	3	4	4	3	3	4	3	4
T7	3	4	3	3	2	4	4	5	3	5
T8	4	3	4	3	4	4	5	5	3	5
T9	3	3	3	3	4	3	4	3	2	4

Elaborado por: Morales Eduardo

Tabla A-11. Análisis microbiológicos del jugo fermentado de zanahoria amarilla (*Daucus carota*).

Tratamientos	Analito	Unidad	Jugo	Norma Ecuatoriana ¹
T8	Coliformes totales	NPM/g	Ausencia	<3
	<i>E. coli</i>	UFC/g	Ausencia	Ausencia

¹ Numero permisible para identificar el nivel de buena calidad

Elaborado por: Morales Eduardo

ANEXO B

ANÁLISIS

ESTADÍSTICOS

Tabla B-1. Análisis de varianza para la variable pH del jugo de zanahoria amarilla (*Daucus carota*)

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
Fuente Variación	SC	gl	C. M	F	p-valor
Modelo	7,40	9	0,82	269,11	<0,0001
Réplicas	0,00056	1	0,00056	0,18	0,6811
Concentración de cultivo (%)	4,40	2	2,20	720,55	<0,0001 ^x
Tiempo fermentación (horas)	2,73	2	1,37	446,73	<0,0001 ^x
Concentración cultivo (%) * Tiempo fermentación (horas)	0,27	4	0,07	21,82	0,0002 ^x
Error	0,02	8	0,0031		
Total	7,43	17			

^x Diferencia significativa

Elaborado por: Morales Eduardo

Tabla B-2. Separación de medias del Factor A

Factor A: Concentración de cultivo (%)	Medias	Muestras
a ₂	4,50	A
a ₁	4,87	B
a ₀	5,68	C

Elaborado por: Morales Eduardo

Tabla B-3. Separación de medias del Factor B

Factor B: Tiempo fermentación (horas)	Medias	Muestras
b ₂	4,57	A
b ₁	4,97	B
b ₀	5,52	C

Elaborado por: Morales Eduardo

Tabla B-4. Separación de medias de la interacción A x B

Factor: Concentración de cultivo (%) *Tiempo fermentación (horas)	Medias	Muestras
T9	3,95	A
T6	4,35	B
T8	4,45	B
T5	4,75	C
T7	5,10	D
T3	5,40	E
T4	5,50	E F
T2	5,70	F
T1	5,95	G

Elaborado por: Morales Eduardo

Tabla B-5. Análisis de varianza para la variable °Brix (sólidos solubles) del jugo de zanahoria amarilla (*Daucus carota*)

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
Fuente Variación	SC	gl	C. M	F	p-valor
Modelo	0,70	9	0,08	31,23	<0,0001
Réplicas	0,0050	1	0,0050	2,00	0,1950
Concentración de cultivo (%)	0,24	2	0,12	48,22	<0,0001 ^x
Tiempo fermentación (horas)	0,41	2	0,20	81,56	<0,0001 ^x
Concentración cultivo (%) * Tiempo fermentación (horas)	0,05	4	0,01	4,89	0,0273
Error	0,02	8	0,0025		
Total	0,72	17			

^x Diferencia significativa

Elaborado por: Morales Eduardo

Tabla B-6. Separación de medias del Factor A

Factor A: Concentración de cultivo (%)	Medias	Muestras
a ₂	6,70	A
a ₁	6,83	B
a ₀	6,98	C

Elaborado por: Morales Eduardo

Tabla B-7. Separación de medias del Factor B

Factor B: Tiempo fermentación (horas)	Medias	Muestras
b ₂	6,67	A
b ₁	6,82	B
b ₀	7,03	C

Elaborado por: Morales Eduardo

Tabla B-8. Análisis de varianza para la variable acidez (% de ácido láctico) del jugo de zanahoria amarilla (*Daucus carota*)

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
Fuente Variación	SC	gl	C. M	F	p-valor
Modelo	0,38	9	0,04	48,04	<0,0001
Réplicas	0,00011	1	0,00011	0,13	0,7287
Concentración de cultivo (%)	0,23	2	0,12	134,06	<0,0001 ^x
Tiempo fermentación (horas)	0,11	2	0,06	65,94	<0,0001 ^x
Concentración cultivo (%) * Tiempo fermentación (horas)	0,03	4	0,01	8,06	0,0066 ^x
Error	0,01	8	0,000 87		
Total	0,38	17			

^x Diferencia significativa

Elaborado por: Morales Eduardo

Tabla B-9. Separación de medias del Factor A

Factor A: Concentración de cultivo (%)	Medias	Muestras
a ₂	0,41	A
a ₁	0,24	B
a ₀	0,13	C

Elaborado por: Morales Eduardo

Tabla B-10. Separación de medias del Factor B

Factor B: Tiempo fermentación (horas)	Medias	Muestras
b ₂	0,37	A
b ₁	0,23	B
b ₀	0,18	C

Elaborado por: Morales Eduardo

Tabla B-11. Separación de medias de la interacción A x B

Factor: Concentración de cultivo (%) *Tiempo fermentación (horas)	Medias	Muestras
T9	0,59	A
T8	0,36	B
T6	0,34	B
T7	0,27	B C
T5	0,20	C D
T4	0,18	C D
T3	0,18	C D
T2	0,11	D
T1	0,09	D

Elaborado por: Morales Eduardo

Tabla B-12. Análisis de varianza para el atributo olor

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
Fuente Variación	SC	Gl	C. M	F	p-valor
Modelo	21,38	17	1,26	2,48	
Catadores	6,62	9	0,74	1,45	
Tratamientos	14,76	8	1,84	3,63	0,0013 ^x
Error	36,58	72	0,51		
Total	57,96	89			

^x Diferencia significativa

Elaborado por: Morales Eduardo

Tabla B-13. Separación de medias del Factor Tratamientos

Tratamientos	Medias	Muestras
T9	4,00	A
T8	3,20	A B
T7	3,10	A B
T6	2,90	B
T4	2,80	B
T3	2,80	B
T5	2,70	B
T1	2,70	B
T2	2,60	B

Elaborado por: Morales Eduardo

Tabla B-14. Análisis de varianza para el atributo color

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
Fuente Variación	SC	Gl	C. M	F	p-valor
Modelo	13,76	17	0,81	2,56	
Catadores	2,27	9	0,25	0,80	
Tratamientos	11,49	8	1,44	4,55	0,0002 ^x
Error	22,73	72	0,32		
Total	36,49	89			

^x Diferencia significativa

Tabla B-15. Separación de medias del Factor Tratamientos

Tratamientos	Medias	Muestras
T2	3,80	A
T1	3,80	A
T5	3,50	A B
T4	3,40	A B
T3	3,30	A B
T7	3,20	A B
T6	3,00	A B
T9	2,80	B
T8	2,80	B

Elaborado por: Morales Eduardo

Tabla B-16. Análisis de varianza para el atributo sabor

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
Fuente Variación	SC	Gl	C. M	F	p-valor
Modelo	65,72	17	3,87	6,89	
Catadores	50,32	9	5,59	9,97	
Tratamientos	15,40	8	1,93	3,43	0,0021 ^x
Error	40,38	72	0,56		
Total	106,10	89			

^x Diferencia significativa

Elaborado por: Morales Eduardo

Tabla B-17. Separación de medias del Factor Tratamientos

Tratamientos	Medias	Muestras
T8	3,40	A
T9	3,10	A B
T7	2,80	A B
T6	2,40	A B
T5	2,40	A B
T4	2,40	A B
T2	2,30	B
T3	2,20	B
T1	2,10	B

Elaborado por: Morales Eduardo

Tabla B-18. Análisis de varianza para el atributo acidez

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
Fuente Variación	SC	gl	C. M	F	p-valor
Modelo	40,03	17	2,35	11,87	
Catadores	5,21	9	0,58	2,92	
Tratamientos	34,82	8	4,35	21,93	<0,0001 ^x
Error	14,29	72	0,20		
Total	54,32	89			

^x Diferencia significativa

Elaborado por: Morales Eduardo

Tabla B-19. Separación de medias del Factor Tratamientos

Tratamientos	Medias	Muestras
T9	4,60	A
T8	4,20	A B
T7	4,10	A B
T6	3,90	B C
T5	3,90	B C
T3	3,40	C D
T4	3,40	C D
T2	2,80	D E
T1	2,60	E

Elaborado por: Morales Eduardo

Tabla B-20. Análisis de varianza para el atributo aceptabilidad

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
Fuente Variación	SC	gl	C. M	F	p-valor
Modelo	45,80	17	2,69	7,89	
Catadores	22,40	9	2,69	7,28	
Tratamientos	23,40	8	2,93	8,56	<0,0001 ^x
Error	24,60	72	0,34		
Total	70,40	89			

^x Diferencia significativa

Elaborado por: Morales Eduardo

Tabla B-21. Separación de medias del Factor Tratamientos

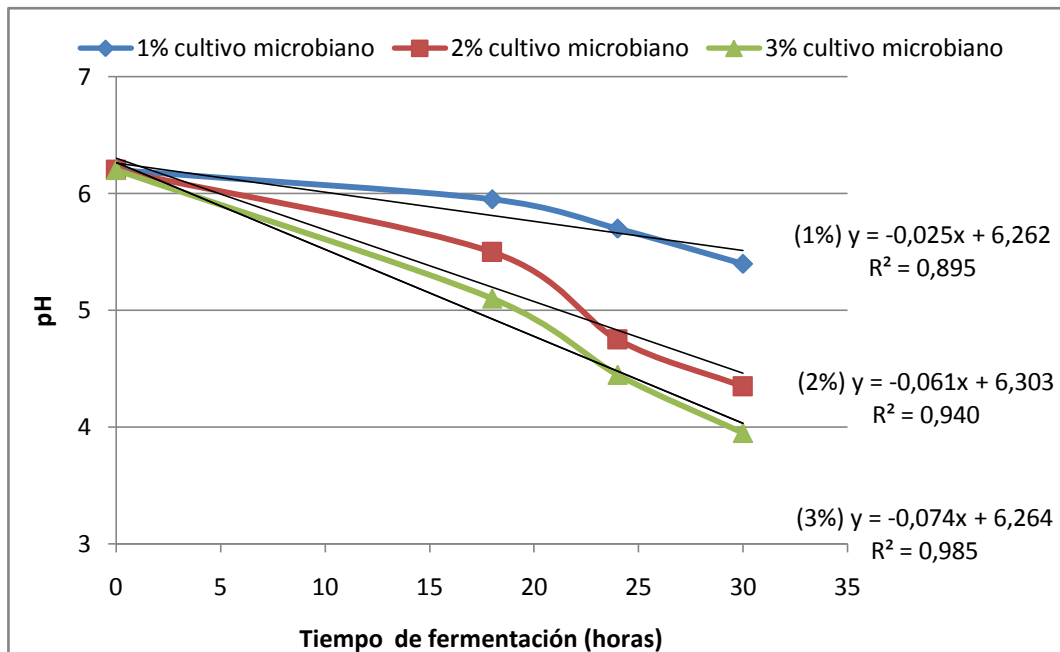
Tratamientos	Medias	Muestras
T8	4,00	A
T6	3,70	A B
T7	3,60	A B C
T5	3,50	A B C
T9	3,20	A B C
T3	3,00	B C D
T4	2,80	B C D
T2	2,60	D
T1	2,40	D

Elaborado por: Morales Eduardo

ANEXO C

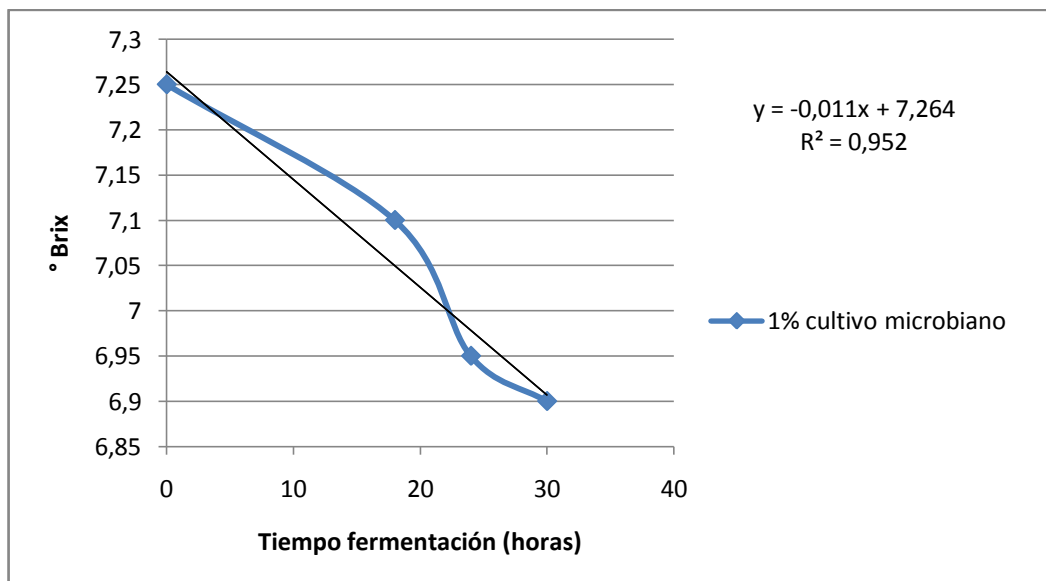
GRÁFICOS

Gráfico C-1. Descenso de pH del jugo de zanahoria amarilla (*Daucus carota*) durante la fermentación



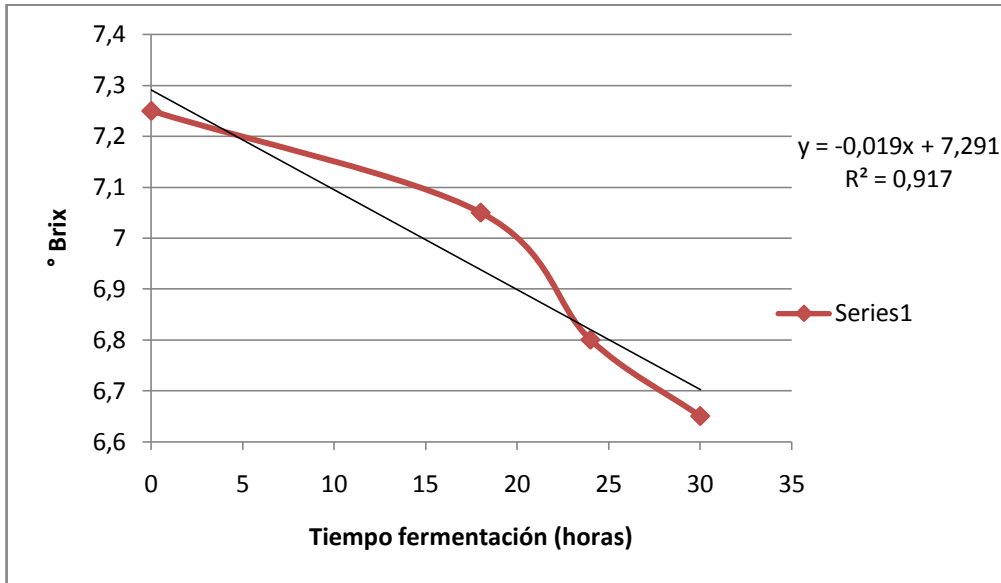
Elaborado por: Morales Eduardo

Gráfico C-2. Consumo de °Brix del jugo de zanahoria amarilla (*Daucus carota*) con 1 % de cultivo microbiano durante la fermentación.



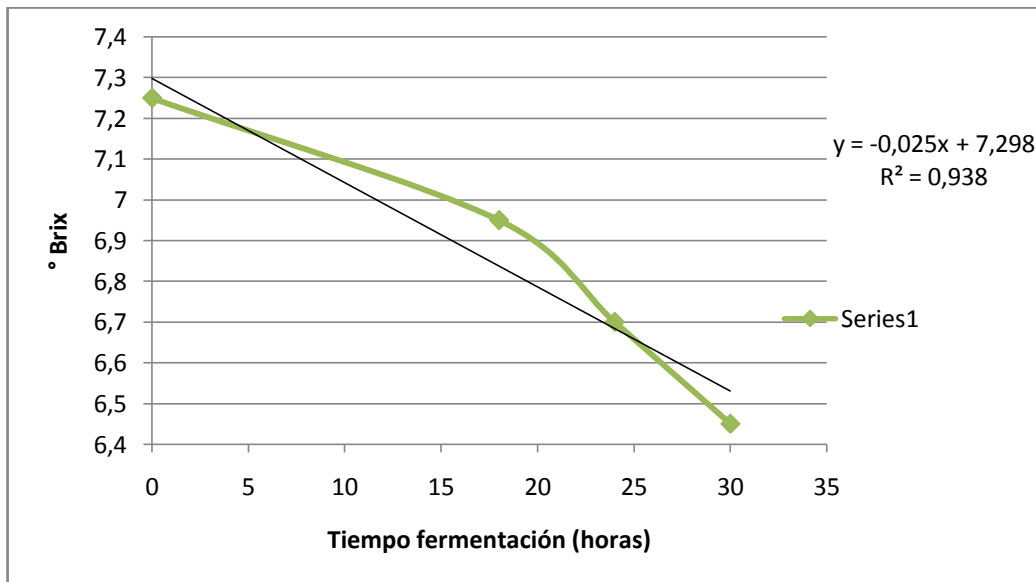
Elaborado por: Morales Eduardo

Gráfico C-3. Consumo de °Brix del jugo de zanahoria amarilla (*Daucus carota*) con 2 % de cultivo microbiano durante la fermentación.



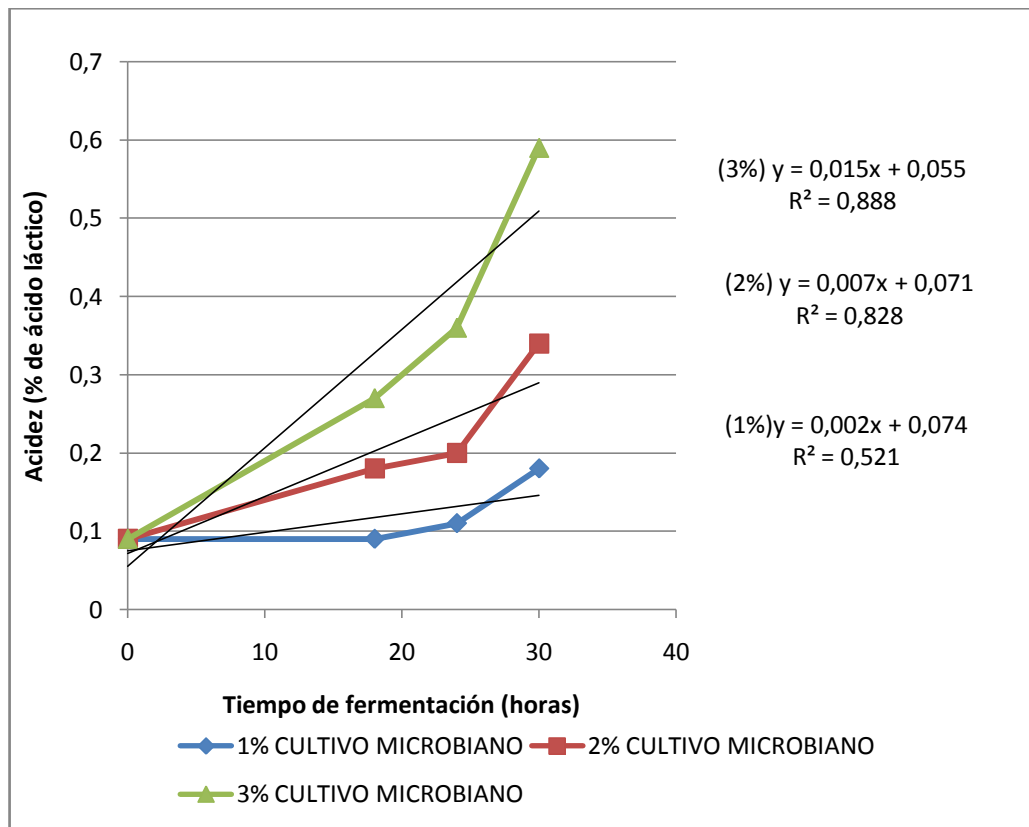
Elaborado por: Morales Eduardo

Gráfico C-4. Consumo de °Brix del jugo de zanahoria amarilla (*Daucus carota*) con 3 % de cultivo microbiano durante la fermentación.



Elaborado por: Morales Eduardo

Gráfico C-5. Incremento de acidez (% ácido láctico) del jugo de zanahoria amarilla (*Daucus carota*) durante la fermentación.



Elaborado por: Morales Eduardo

ANEXO D

**HOJA DE
CATACIÓN
Y
DIAGRAMA**

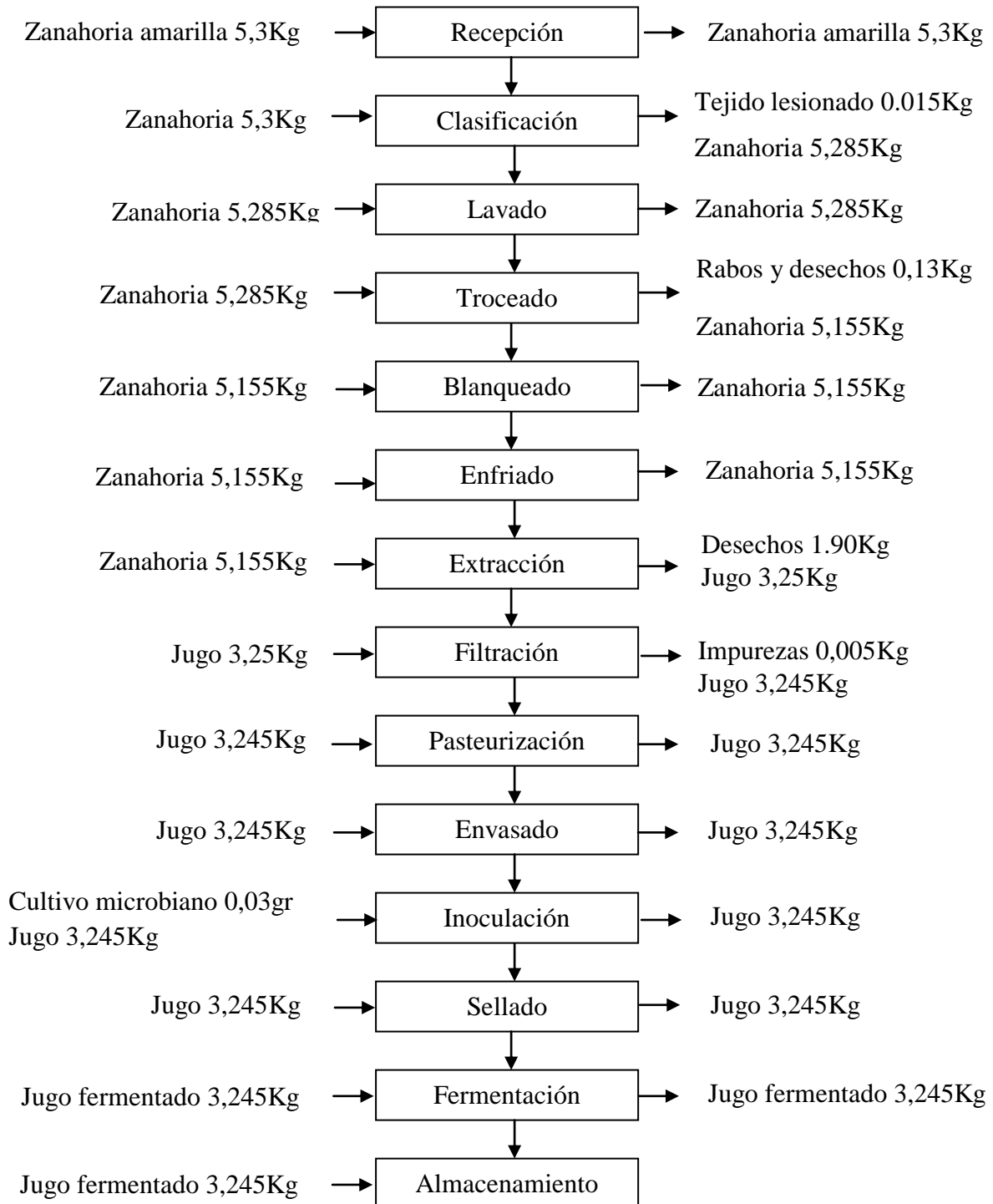
**Tabla D-1. Hoja de catación para el análisis sensorial del jugo fermentado de
zanahoria amarilla**

Instrucciones: Degustar las muestras y marcar en una de las cinco alternativas según crea conveniente.

Atributos	Alternativas	Muestras									
Olor	1. No tiene										
	2. Ligero										
	3. Agradable										
	4. Intenso										
	5. Muy intenso										
Color	1. No tiene										
	2. Amarillento										
	3. Naranja pálido										
	4. Naranja										
	5. Naranja intenso										
Sabor	1. Desagradable										
	2. Insípido										
	3. Débil										
	4. Bueno										
	5. Muy bueno										
Acidez	1. Nada ácida										
	2. Poco ácida										
	3. Ácida										
	4. Muy ácida										
	5. Extremadamente ácida										
Aceptabilidad	1. Desagrada										
	2. No gusta										
	3. No gusta ni disgusta										
	4. Gusta poco										
	5. Gusta mucho										

Elaborado por: Morales Eduardo

Anexo D-2. Flujograma para la obtención de la bebida fermentada de zanahoria amarilla (*Daucus carota*)



ANEXO E

ANÁLISIS
ECONÓMICO

Anexo E-1. Recursos Materiales

Materiales D e I	materiales	cantidad	unidad	P. Unitario (dólares)	Valor total (dólares)			
Directos	zanahoria	5,3	Kg	0,38	2,00			
	cultivo	0,03	g	15,00/g	0,45			
Indirectos	botellas	6	unidad (500ml)	0,11	0,66			
					Total \$	3,11		
Equipos y Utensilios								
Equipo	Costo (dólares)	Vida Útil (años)	Costo Anual (dólares)	Costo Día (dólares)	Costo Hora (dólares)	Horas de uso	Costo uso (dólares)	
Balanza	266,00	10	26,60	0,106	0,013	1	0,0133	
incubadora	1100,00	10	110,00	0,440	0,018	24	0,4400	
Cocina	120,00	10	12,00	0,048	0,006	3	0,0180	
Congelador	470,00	10	47,00	0,188	0,024	1	0,0235	
Extractor	75,00	10	7,50	0,030	0,004	1	0,0038	
1 termómetro	10,00	5	2,00	0,008	0,001	3	0,0030	
1 Brixómetro	400,00	10	40,00	0,160	0,020	0,2	0,0040	
pH-metro	600,00	10	60,00	0,240	0,030	0,2	0,0060	
2 ollas	15,00	5	3,00	0,012	0,002	4	0,0060	
1 balde	10,00	2	5,00	0,020	0,003	2	0,0050	
1 Cuchillo	5,00	5	1,00	0,004	0,001	0,3	0,0002	
1 Litrero	3,00	2	1,50	0,006	0,001	0,2	0,0002	
tela lienzo	2,00	0,3	6,67	0,027	0,003	0,3	0,0010	
						Total \$	0,52	

Elaborado por: Morales Eduardo

Anexo E-2. Servicios Básicos

Servicio	Consumo	Valor Unitario (dólares)	Valor Total (dólares)
Agua	2m ³	0,20	0,40
Luz	4KW/h	0,08	0,32
Gas	1/2 tanque	2,00	1,00
agua destilada	2 lt	0,50	1,00
		TOTAL (\$)	2,72

Elaborado por: Morales Eduardo

Anexo E-3. Recursos Humanos

Personal	Sueldo	Costo Día (dólares)	Costo Hora (dólares)	Horas utilizadas	Total (dólares)
1	274,00	13,70	1,71	3	5,13

Elaborado por: Morales Eduardo

Anexo E-4. Presupuesto y precio de venta

Descripción	Costo (dólares)
Materiales Directos e Indirectos	3,11
Equipos y Utensillos	0,52
Servicios Básicos	2,72
Recursos Humanos	5,13
Sub-total	11,48
Utilidad (20%)	2,30
Costo total	13,79
Costo por botella de 500 ml	\$ 2,30 dólares

Elaborado por: Morales Eduardo

Anexo E-5. Punto de Equilibrio para unidades

Descripción	Costo (dólares)
Costos fijos (anuales)	322,27
Costos variables (por unidad de 500 ml)	1,83
Precio de venta (por unidad de 500 ml)	2,30

Elaborado por: Morales Eduardo

$$PE_{unidades} = \frac{CF}{PVq - CVq}$$

donde:

CF = costos fijos anuales

PVq = precio de venta unitario

CVq = costo variable unitario

$$PE_{unidades} = \frac{322,27}{2,30 - 1,83}$$

$$PE_{unidades} = 685 \text{ unidades}$$

ANEXO F

FOTOGRAFÍAS



Fotografía F-1. Zanahoria amarilla (*Daucus carota*)



Fotografía F-2. Proceso de Pasteurización del jugo



Fotografía F-3. Envasado del jugo en botellas PET.



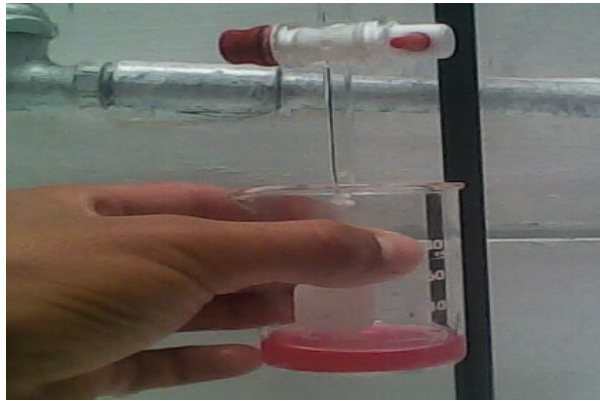
Fotografía F-4. Señalamiento de tratamientos.



Fotografía F-5. Determinación de pH en jugo.



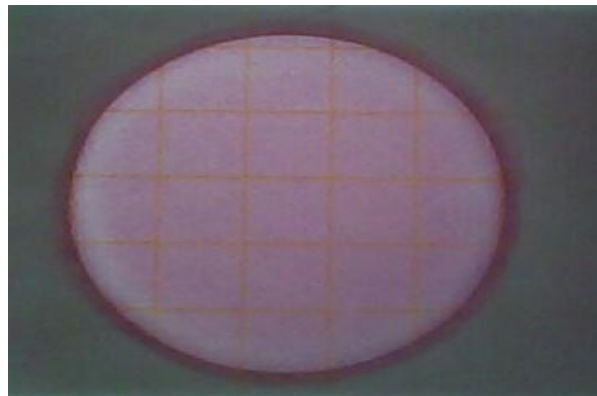
Fotografía F-6. Determinación de Sólidos solubles (°Brix) en jugo.



Fotografía F-7. Determinación de Acidez titulable en jugo.



Fotografía F- 8. Tratamientos al final del período de fermentación.



Fotografía F- 9. Prueba microbiológica para determinación de Coliformes totales y *E. coli*.