

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA

UNAN- LEÓN

FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS

CARRERA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS



**MONOGRAFÍA PARA OPTAR POR EL TITULO DE INGENIERO EN
ALIMENTOS**

TEMA:

**OBTENCIÓN Y EVALUACIÓN FÍSICO-QUÍMICA DE LECHE VEGETAL
APARTIR DE SEMILLA DE JÍCARO SABANERO (*Crescentia Alata*) (H.B.K).**

INTEGRANTES:

BR. RUTH NOHEMÍ SALINAS LÓPEZ

TUTOR:

M.Sc. CARLA VANEZA CORRALES HERNÁNDEZ

M.Sc. INDIANA DAVILA PRADO

ASESORES:

Dr. FABRICE VAILLANT. –CIRAD-UCR

Dra. MARIANELA CORTÉS. –UCR

LEÓN, FEBRERO DEL 2013.

“A LA LIBERTAD POR LA UNIVERSIDAD”

DEDICATORIA

JEHOVÁ DIOS

Por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis metas, además de su infinita bondad y amor.

A MI MAMÁ Y HERMANA

Dominga del Carmen López Blanco y Esther del Carmen Salinas López, por darme la vida y su amor, gracias por apoyarme y acompañarme siempre de forma incondicional en esta aventura que significó para mí el desarrollo de este estudio y el haber llegado con éxito a mi meta.

A LA FAMILIA

Teresa de Jesús Blanco Lechado, Eligio Eloy López Rodríguez, Adriana Mercedes y Justina Rafaela Carvajal, Daniela y Kathlin Aguilar López, por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor.

A MIS TUTORAS Y ASESORES

MSc. Carla Vaneza Corrales Hernández, MSc. Indiana Dávila de Altamirano, Dr. Fabrice Vaillant y Dra. Marianela Cortés, gracias *por su enseñanza, apoyo y motivación y por impulsar el desarrollo profesional.*

AGRADECIMIENTO

La presente Tesis es producto del apoyo científico y financiero de las siguientes entidades:

A la Carrera de Ingeniería de alimentos que pertenece a la Facultad de Ciencias Químicas (C.C.Q.Q) de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (UNAN-LEÓN).

La cooperación interinstitucional entre el Centro Nacional de Ciencias y Tecnología de Alimentos (**CITA**) de la Universidad de Costa Rica y el Centre International de RechercheAgronomiquepour le Developpement de Francia (**CIRAD**).

Entidades que contribuyeron de manera determinante tanto en el desarrollo de esta investigación como en mi formación académica y profesional.

También quiero destacar el apoyo recibido por las siguientes personas:

MSc. Carla Vaneza Corrales Hernández, por ser un ejempló de lucha y éxito en la vida, por creer siempre en mí y apoyarme en esta aventura.

Lic. Sandra Navarrete, por su constante involucramiento en mi desarrollo profesional y su espléndida orientación.

Dra. Ivania Margarita Toruño Fonseca, por su apoyo y guía a lo largo de mi carrera profesional.

| ÍNDICE | | |
|--------|--|--------|
| UNI | CONTENIDO | PÁGINA |
| | DEDICATORIA | ii |
| | AGRADECIMIENTO | iii |
| | RESUMEN | ix |
| | LISTA DE CUADROS | x |
| | LISTA DE FIGURAS | xii |
| | LISTA DE ABREVIATURAS | xiv |
| I. | INTRODUCCIÓN | 15 |
| II. | ANTECEDENTES | 17 |
| III. | JUSTIFICACIÓN | 19 |
| IV. | OBJETIVOS | 20 |
| 4.1 | Objetivo General | 20 |
| 4.2. | Objetivo Específicos | 20 |
| V. | MARCO TEÓRICO | 21 |
| 5.1. | Clasificación botánica del jícaro sabanero | 21 |
| 5.2. | Características generales del árbol de <i>crecidentia alata</i> (H.B.K) | 22 |
| 5.3. | Características propias de las partes que integran al árbol de <i>crecidentia alata</i> (H.B.K). | 23 |
| 5.3.1. | La raíz central pivotante | 23 |
| 5.3.2. | La flor | 24 |
| 5.3.3. | La semilla | 24 |
| 5.3.4. | La pulpa | 25 |
| 5.4. | Ecología | 25 |
| 5.4.1. | Tipos de suelos que favorecen el desarrollo de las sabanas de <i>crecidentia alata</i> (H.B.K) | 25 |
| 5.5. | Clasificación de las sabanas de jícaros | 26 |
| 5.6. | Descripción del árbol de <i>crecidentia alata</i> (H.B.K) de la región Nicaragüense | 26 |
| 5.7. | Uso de la semilla de jícaro | 27 |
| 5.7.1. | Extracción de aceite vegetal (<i>Crescidentia alata</i>) | 27 |

| | | |
|---------|---|----|
| 5.7.2. | Harina proteínica de semilla de jícaro | 29 |
| 5.8. | Uso y propiedades de la pulpa del fruto de la semilla de jícaro | 30 |
| 5.8.1. | Extracción de etanol | 30 |
| 5.8.2. | Elaboración de bebidas alcohólicas exportables | 30 |
| 5.8.3. | Alimento para el ganado | 31 |
| 5.9. | Usos de otras partes del fruto de semilla de jícaro | 32 |
| 5.9.1. | Cáscara | 32 |
| 5.10. | Procesamiento de la semilla de jícaro sabanero | 32 |
| 5.11. | Período de cosecha del fruto del jícaro sabanero | 33 |
| 5.12. | Enzimas | 34 |
| 5.12.1. | Uso industrial de las enzimas | 35 |
| 5.13. | Pectinex Ultra SP-L | 36 |
| 5.13.1. | Efectos de Pectinex Ultra SP-L sobre la pectina | 37 |
| 5.14. | Leche vegetal | 38 |
| 5.14.1. | Tipos de leches vegetal | 38 |
| VI. | MATERIAL Y MÉTODO | 41 |
| 6.1. | Procedencia de la materia prima | 41 |
| 6.2. | Materiales y equipos | 41 |
| 6.3. | Composición centesimal de la semilla de jícaro sabanero <i>Crescentia alata (H.B.K)</i> | 42 |
| 6.4. | Extracción de pasta vegetal de semilla de jícaro | 44 |
| 6.5. | Caracterización sensorial y físico - química de leche de semilla de jícaro | 44 |
| 6.5.1. | Análisis sensorial | 44 |
| 6.5.2. | Caracterización físico - química de las diluciones obtenidas a partir de pasta de semilla de jícaro | 45 |
| 6.5.3. | Determinación de vida útil de las diluciones de semilla de jícaro sabanero | 47 |
| 6.6. | Separación de la cáscara y germen de la semilla de jícaro por vía seca | 47 |
| 6.6.1. | Técnica N°1. Molino de disco Fryma Koruma | 48 |
| 6.6.2. | Técnica N°2. Molino manual de granos Victoria | 48 |
| 6.6.3. | Técnica N°3. Molino de martillo Filz Mill | 48 |

| | | |
|-------------|--|-----------|
| 6.6.4. | Técnica N°4. Molino de cuchillas Filz Mill | 48 |
| 6.6.5. | Técnica N°5. Procesador de alimentos de cuchillas HORBART (Keinth & Ramírez) | 49 |
| 6.7. | Tamizado | 49 |
| 6.8. | Separación de la cáscara y germen de la semilla de jícara por vía húmeda | 50 |
| 6.8.1. | Proceso N°1. Mecánico | 51 |
| 6.8.2. | Proceso N°2. Enzimático | 52 |
| 6.9. | Proceso N°3. Alcalino | 53 |
| 6.9.1. | Pelado de la semilla de jícara con NaOH 10 % | 53 |
| 6.9.2. | Pelado de semilla de jícara con el Ca(OH) ₂ 10 % | 53 |
| 6.9.3. | Pelado de semilla de jícara con NaOH al 10 % con variación del tiempo de calentamiento | 53 |
| 6.10. | Extracción de leche vegetal a partir del germen de semilla de jícara | 54 |
| 6.11. | Costo directo de la leche vegetal a partir del germen de semilla de jícara. | 55 |
| VII. | RESULTADOS Y ANÁLISIS | 56 |
| 7.1. | Composición de la semilla de jícara sabanero <i>crescentia alata (H.B.K)</i> | 56 |
| 7.2. | Caracterización físico - química de la semilla de jícara sabanero | 57 |
| 7.3. | Perfil sensorial de las diluciones de semilla de jícara | 58 |
| 7.4. | Características físicas de las diluciones obtenidas del extracto de semilla de jícara sabanero | 59 |
| 7.4.1. | Características químicas de las diluciones de semilla de jícara sabanero | 60 |
| 7.4.2. | Determinación de la vida útil de las diluciones A , B y C de semillas de jícara sabanero | 62 |
| 7.5. | Optimización de la técnica de extracción para la obtención de leche vegetal a partir de semilla de jícara. | 64 |
| 7.5.1. | Separación de la cáscara y germen de la semilla de jícara por vía seca | 64 |
| 7.5.2. | Separación de la cáscara y germen de la semilla de jícara por vía húmeda | 66 |
| 7.5.2.1. | Proceso mecánico | 66 |
| 7.5.2.2. | Proceso enzimático | 68 |
| 7.5.2.3. | Proceso alcalino | 69 |
| 7.6. | Pelado de semilla de jícara con NaOH al 10 % con variación del tiempo de calentamiento | 70 |

| | | |
|-----------|---|-----|
| 7.7. | Flujo tecnológico de proceso para la extracción de leche vegetal a partir del germen de semilla de jícara sabanero. | 71 |
| 7.8. | Estructura de costo directo para leche vegetal de semilla de jícara | 77 |
| VIII. | CONCLUSIONES | 79 |
| IX. | RECOMENDACIONES | 80 |
| X. | REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 81 |
| XI. | ANEXOS | 86 |
| Anexo 1. | Molinera y Extractor Sunpentown CI-010 | 87 |
| Anexo 2. | Ficha de cata de leche vegetal de semilla de jícara sabanero | 88 |
| Anexo 3. | Determinación de la densidad de la leche vegetal de la semilla de jícara sabanero con el método del picnómetro. | 89 |
| Anexo 4. | Cápsulas de porcelana con las diluciones de pasta desecadas para la determinación de sólidos totales. | 90 |
| Anexo 5. | Molienda de la semilla de jícara sabanero con el molino de disco Fryma Koruma | 91 |
| Anexo 6. | Molienda de la semilla de jícara sabanero con el molino manual de granos Victoria | 92 |
| Anexo 7. | Molienda de la semilla de jícara sabanero en el molino Filz Mill | 93 |
| Anexo 8. | Molienda de semilla de jícara sabanero e el procesador de alimentos de cuchillas HORBART (Keinth& Ramírez) | 94 |
| Anexo 9. | Tamizado de las harinas de semilla de jícara sabanero | 95 |
| Anexo 10. | Pastas prensada de semilla de jícara | 96 |
| Anexo 11. | Enzimación de pasta de semilla de jícara y medidas de viscosidad con el viscosímetro Ranges | 97 |
| Anexo 12. | Pasta enzimada de semilla de jícara sabanero | 98 |
| Anexo 13. | Enzimación directa de la semilla de jícara sabanero con Pectinex Ultra SP-L Novczymes a 200 ppm | 99 |
| Anexo 14. | Enzimado, lavado y pelado de la semilla de jicaro en un Stomacher | 100 |
| Anexo 15. | Pelado de la semilla de jícara con NaOH al 10 % | 101 |
| Anexo 16. | Pelado de semilla de jícara con el Ca (OH) ₂ | 102 |
| Anexo 17. | Germen de semilla de jícara sabanero | 103 |
| Anexo 18. | Torta de semilla de jícara obtenida luego del filtrado | 104 |
| Anexo 19. | Leche vegetal de semilla de jícara sabanero | 105 |

RESUMEN

La fruta *Crescentia alata* de la familia “*Bignoniáceae*”, tiene como parte central de su fruto la pulpa que posee insertadas en ella semillas de alto valor calórico y proteico. En el presente trabajo se establecieron las condiciones para la obtención y caracterización físico - química de leche vegetal a partir de la semilla de jícara sabanero *crecidentia alata (H.B.K)*. La secuencia metodológica inició con la caracterización de la composición centesimal encontrándose valores de 53.96 % de grasa y 38.90 % de contenido proteico en base seca. Se obtuvo una pasta a partir de la trituración de las semillas, de la cual se prepararon tres diluciones en una relación 1:1, 1:2 y 1:3; la pasta presentó un contenido graso de 43.90 % y 39.02 % de proteína, el perfil sensorial obtenido de cada una de las diluciones no presentaron características similares de leche vegetal. Para mejorar las características sensoriales del producto se evaluó la efectividad de dos vías para la obtención de la leche: la vía seca y la húmeda, para la separación de la cáscara y gérmen de la semilla de jícara. La vía seca se evaluó a través de 5 técnicas de moliendas y la húmeda por 3 procesos el mecánico, enzimático y alcalino. La vía húmeda, en la que se combinó el proceso mecánico con el enzimático fue el proceso que permitió la separación de la cáscara y el 84 % del gérmen utilizando NaOH al 10 % a 70°C con agitación de 300 rpm - 2000 rpm y enzima Pectinex Ultra SP-L Novczymes. Este proceso permitió obtener leche vegetal a partir del gérmen de la semilla de jícara de color blanquecina con un contenido de grasa del 2.1 % y 1.5 % de proteínas y con un costo de \$ 3.11 el litro.

LISTA DE CUADROS

| | | Página |
|------------|--|--------|
| Cuadro 1. | Ácidos grasos del aceite de la semilla de jícaro | 27 |
| Cuadro 2. | Constantes físicos del aceite de jícaro (<i>crescentia alata</i>) | 28 |
| Cuadro 3. | Comparación de los aminoácidos esenciales de la harina de la semilla jícaro con los del huevo y soya | 29 |
| Cuadro 4. | Composición nutricional de la harina de semilla de jícaro | 29 |
| Cuadro 5. | Contenido nutricional de la pulpa seca de semilla de jícaro procesada para alimento del ganado | 31 |
| Cuadro 6. | Uso industrial de las enzimas | 36 |
| Cuadro 7. | Características físicas y químicas de la leche de soya pasteurizada | 40 |
| Cuadro 8. | Contenido nutricional de la leche de soya | 40 |
| Cuadro 9. | Composición centesimal de la semilla de jícaro sabanero | 56 |
| Cuadro 10. | Contenido de polifenoles en la semilla de jícaro con y sin calentamiento | 57 |
| Cuadro 11. | Análisis de perfil sensorial para la dilución A | 58 |
| Cuadro 12. | Análisis de perfil sensorial para la dilución B | 59 |
| Cuadro 13. | Análisis de perfil sensorial para la dilución C | 59 |
| Cuadro 14. | Caracterización física del extracto vegetal de semilla de jícaro | 60 |
| Cuadro 15. | Sólidos totales y acidez titulable de los extractos de semilla de jícaro | 61 |
| Cuadro 16. | Contenido de polifenoles en pasta de semilla de jícaro con y sin calentamiento | 61 |
| Cuadro 17. | Valores de acidez y pH de las diluciones A, B y C de semilla de jícaro | 62 |
| Cuadro 18. | Cambios sensoriales de las diluciones A, B y C de semilla de jícaro | 63 |
| Cuadro 19. | Análisis químicos de pasta de semilla de jícaro sabanero sin tratamiento térmico | 67 |
| Cuadro 20. | Comportamiento de NaOH vs Ca (OH) ₂ en el pelado químico de semilla de jícaro sabanero | 69 |
| Cuadro 21. | Evaluación de tres tratamientos de pelado químico con soluciones | 70 |

| | | |
|-------------------|---|-----------|
| | NaOH al 10 % en semilla de jícara sabanero | |
| Cuadro 22. | Carta tecnológica para el proceso de extracción de leche vegetal a partir del germen de semilla de jícara | 72 |
| Cuadro 23. | Densidad y contenido proteico y graso de la leche a partir del germen de la semilla de jícara sabanero | 76 |
| Cuadro 24. | Análisis del color en leche vegetal a partir del germen de semilla de jícara sabanero por 12 días | 77 |
| Cuadro 25. | Costo directo de producción de 110 litros de leche vegetal a partir del germen de semilla de jícara. | 78 |

LISTAS DE FIGURAS

| | | Página |
|-------------------|---|--------|
| Figura 1. | Porción de molécula de pectina | 37 |
| Figura 2. | HunterLab color solid L*, a*, b* | 55 |
| Figura 3. | Comportamiento de los compuestos fenólicos en semilla de jícaro sabanero, en función de la absorbancia (AU) y longitud de onda 740 nm. | 58 |
| Figura 4. | Evolución de los compuestos fenólicos en las diluciones de semilla de jícaro sabanero, en función de la absorbancia (AU) y de longitud de onda (nm). | 62 |
| Figura 5. | Harina de semilla de jícaro luego de 5 ciclos consecutivos de molienda en el molino Victoria. | 64 |
| Figura 6. | Harina de semilla de jícaro luego de 6 ciclos de molienda en el molino Victoria. | 64 |
| Figura 7. | Trasformación de la harina de semilla de jícaro obtenida del procesador de alimentos HORBART (Keinth & Ramírez) y molino de cuchillas Filz Mill luego del tamizado. | 65 |
| Figura 8. | Harina extraída del molino de martillo Filz Mill | 65 |
| Figura 9. | Harina extraída del molino de martillo Filz Mill y tamizada | 65 |
| Figura 10. | Harina de semilla de jícaro sabanero tamizada | 66 |
| Figura 11. | Pasta de semilla de jícaro obtenida del molino de martillo Filz Mill | 67 |
| Figura 12. | Prensado de la pasta de semilla de jícaro | 67 |
| Figura 13. | Producto del prensado de la pasta de semilla de jícaro | 67 |
| Figura 14. | Pasta de semilla de jícaro antes de la enzimación con enzima Pectinex Ultra SP-L Novozymes | 68 |
| Figura 15. | Enzimación de la pasta de semilla de jícaro con enzima Pectinex Ultra SP-L Novozymes en baño maría. | 68 |
| Figura 16. | Pasta de semilla de jícaro luego de la enzimación con enzima Pectinex Ultra SP-L Novozymes | 68 |
| Figura 17. | Semilla de jícaro pelada con solución de Ca(OH) ₂ al 10 % | 69 |

| | | |
|-------------------|--|-----------|
| Figura 18. | Semilla de jícara pelada con solución de NaOH al 10% | 69 |
| Figura 19. | Tres tratamientos de pelado de semilla de jícara con soluciones de NaOH al 10 % | 71 |
| Figura 20. | Proceso de elaboración de leche vegetal a partir de germen de semilla de jícara sabanero | 75 |

LISTA DE ABREVIATURAS

| | |
|----------------|--------------------------------|
| AU | Absorbancia |
| AOAC | Métodos oficiales de análisis |
| a* | colores del verde al rojo |
| b* | azul al amarillo |
| cm | Centímetros |
| cp | Centipoise |
| Kcal/kg | Kilo calorías sobre kilogramos |
| Kg | Kilogramos |
| Kj/kg | Kilo joule sobre kilogramos |
| L* | Claridad u oscuridad |
| m | Metro |
| mm | Milímetros |
| m ² | Metros cuadrados |
| m ³ | Metros cúbicos |
| nD | Índice de refracción |
| nm | Nanómetro |
| ppm | Parte por millón |
| rpm | Revoluciones por minuto |
| µg/ml | Microgramos sobre mililitros |
| µl | Microlitros |



I. INTRODUCCIÓN

Nicaragua, es uno de los países de Centroamérica, que presenta problemas de seguridad alimentaria debido a la falta de alimentos que proporcionen los requerimientos nutricionales diarios, principalmente proteínas y minerales. Según cifras de la FAO, 19% de los nicaragüenses, casi 1,08 millones de habitantes, padecen desnutrición, uno de los niveles más altos de América Latina (El Nuevo diario., 2012).

La zona del trópico seco del país, es una de las más vulnerables en lo que a pobreza e inseguridad alimentaria se refiere, sin embargo, es considerada una zona de reactivación productiva agroindustrial, por poseer los mejores suelos. En el municipio de Villanueva existen unos 3 mil productores involucrados en la recolección de semilla de jícara en grandes extensiones de más de 7 mil manzanas (Cuenta Reto Del Milenio., 2007).

El fruto de morro o jícara sabanero (*Crescentia alata*)(H.B.K), pertenece a la familia de las *Bignoniáceae*, es una oleaginosa por su alto contenido graso del 39.70%, se considera un recurso natural originario de México y Centroamérica (INTA., 2011) y de múltiple aprovechamiento en Nicaragua, tanto su semilla como la pulpa y cáscara, por su alto valor nutritivo, 52.6% son ácidos grasos monoinsaturados, entre los que se destaca la presencia de los ácidos grasos linoléico y linolénico, un valor proteico 30.20%, un buen aporte de carbohidratos 22.90% y minerales como el hierro y calcio en un 23.8%.

El árbol de jícara crece de forma silvestre en la región del pacífico y centro de Nicaragua y de su fruto se pueden obtener una variedad de productos tales como: horchata bebida muy nutritiva y bastante aromática, galletas, bebidas alcohólicas y aceite de mesa, además la pulpa seca de jícara es utilizada como concentrado para alimentación del ganado, entre otros.

Según el Programa Mundial de Alimentos de las Naciones Unidas, Nicaragua se ubica en el decimocuarto lugar entre los países más vulnerables. Se conoce que la mayoría de las personas que padecen hambre viven en las zonas rurales y tanto sus ingresos como su alimentación dependen del consumo y la venta de muchos productos naturales, por tanto en



la temporada seca el abastecimiento e ingesta de alimentos se agrava. Por otro lado, en las zonas urbanas existe una concentración importante de población mal nutrida por hábitos alimenticios no saludables lo que requiere de intervenciones que permitan amortiguar el flagelo del hambre y la inseguridad alimentaria mediante el aprovechamiento de los recursos naturales disponibles y que forman parte del acervo alimentario cultural de los nicaragüenses.

La semilla de jícara es un recurso natural tecnológicamente no aprovechado y que representa una fuente inmediata para mitigar el flagelo del hambre y mal nutrición con la diversificación de productos. Desde época precolombina los indígenas utilizaron la semilla para la alimentación y a partir de la época colonial se utiliza la pulpa y semilla para la alimentación bovina.

Tradicionalmente de las semillas de jícara se elabora una bebida llamada horchata que se mezclan con arroz y canela, sin embargo el valor nutricional de esta semilla la hacen una excelente materia prima para la obtención de leche vegetal.

Por lo que el presente estudio tiene como finalidad proporcionar valor agregado a la semilla de jícara sabanero (*Crescentia alata*)(*H.B.K*) mediante la transformación tecnológica a través de la obtención y evaluación físico-química de leche vegetal representando una buena alternativa alimenticia para la población carente de alimentos.



II. ANTECEDENTES

En Nicaragua se reportan estudios sobre el árbol de jícarosabanero (*Crescentia alata*(H.B.K)) y sus múltiples aprovechamientos tanto de su fruto, como pulpa y cáscara en búsqueda de soluciones a problemas de alimentación humana como bovina. De igual manera se realizó la caracterización de la semilla para conocer el valor nutricional (Jochims et al., 2008).

Mediante el estudio para la elaboración de leche vegetal a partir de la semilla del fruto de morro (*Crescentia alata*) se logró establecer la caracterización química y sensorial de los productos obtenidos, en la que se encontró que dicha semilla posee 38 % de grasa, 16.8 % de fibra y 26% de proteínas (Figuroa et al., 2000).

Desde hace 25 años, en Nicaragua existe la empresa conocida como Industrias Reichel S, A. que elaboran y comercializan el jícara con una producción de 420 toneladas de jícara al año. La empresa tiene una plantación de 370 hectáreas y 120,000 árboles de jícara. Entre la diversidad de los productos que elabora se encuentran: semilla semi -desgrasada y molida, bebidas alcohólicas (Brandy, vinos, y licor) aceite comestible, pulpa seca de jícara como concentrado para alimentación de bovinos, aceite de jícara como barniz y combustible sólido de la cáscara frutal (Jochims et al., 2008).

La empresa Parmalat ha industrializado la bebida a partir de semilla de jícara mezclada con leche, bajo la marca *La Perfecta* desde el 2008 con el fin de crear nuevas oportunidades para el agro en la producción y la comercialización de alimentos (Escudero., 2009).

Delgado, 1973 y Contreras, 1975, realizaron la caracterización de la semilla de jícara, proceso de separación de semillas y evaluación química -nutricional del fruto de morro, realizado en Guatemala.

Desde hace 20 años la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua UNAN-LEÓN, mediante la investigación desarrolló una mezcla en polvo a base de semilla de jícara, denominada como Horchata que actualmente se comercializa.



Otros usos de este fruto es la pulpa que se utiliza para alimento para ganado, con el que se obtiene un incremento en la producción de leche. También su cáscara es ampliamente utilizada como combustible sólido o para la elaboración de artesanías y utensilios de cocina.

Cabe destacar que a pesar de la diversidad de esta especie silvestre (*Crescentia alata*) que se extiende en México y Centro América no se encontró ningún estudio o investigación con propósitos de extracción y purificación de proteínas de la misma, sin embargo existen diversos estudios sobre otras semillas tales como: avena, cacahuate, canola, cebada, chícharo, frijol, girasol, lenteja, nuez, sésamo, soya, etc (Porrás., 2010).



III. JUSTIFICACIÓN

En la actualidad debido a la tradición y a la situación económica en que se encuentran los países Centroamericanos (El Salvador, Guatemala y Nicaragua), un gran número de habitantes, sobre todo en las áreas rurales, utilizan la mezcla de cereales o el uso exclusivo de un tipo de semilla de plantas para alimentarse, nutrirse y saciar el hambre, basados únicamente en conocimientos empíricos, que han sido transmitidos de generación en generación y que se han diseminados en las distintas, culturas, regiones y comunidades de los distintos países de Centroamérica, por lo que es importante el estudio y caracterización de estas fuentes alternativas de proteínas para su uso como alimento.

La semilla de jícara sabanero, por su alto contenido de grasa es considerada una oleaginosa. Su aporte calórico y proteico representa una alternativa nutricional rentable por ser un cultivo de fácil adaptación en clima tropical seco y que crece de manera silvestre, además de no exigir el uso exclusivo del suelo, sino que crece en asociación con cualquier cultivo.

En la búsqueda de soluciones que ayuden a mitigar el flajelo del hambre ofreciendo fuentes de alimentos con calidad proteica, de fácil acceso y disponibilidad, es por lo antes mencionado, esta investigación, propone la obtención de leche vegetal a partir de la semilla de jícara sabanero (*Crescentia alata*) (*H.B.K*) para su posterior utilización como fuente potencial de nutrientes.



IV. OBJETIVOS

4.1. Objetivo General:

Obtener y evaluar mediante análisis físico-químico leche vegetal a partir de semilla de jícara sabanero (*Crescentia alata*) (H.B.K).

4.2. Objetivos Específicos:

- Determinar la composición centesimal de la semilla de jícara sabanero (*Crescentia alata*) (H.B.K).
- Obtener leche vegetal a partir de semilla de jícara sabanero (*Crescentia alata*) (H.B.K).
- Caracterizar mediante prueba de perfil sensorial y análisis físico-químico las diluciones de pasta de semilla de jícara sabanero (*Crescentia alata*) (H.B.K).
- Optimizar la técnica de extracción de leche vegetal a partir de semilla de jícara sabanero (*Crescentia alata*) (H.B.K).
- Determinar el contenido proteico y graso de la leche vegetal a partir del germen de semilla jícara.
- Establecer la estructura de costo directo de la leche vegetal de jícara (*Crescentia alata*) (H.B.K).



V. MARCO TEÓRICO

5.1. Clasificación botánica del jícara sabanero

Nombre científico: *crescentina alata* (H.B.K), trifolia (blanco).

Nombres comunes: jícara, morro, morrito, mirián, cuautecomate (español); Calabash Tree, morro tree (inglés).

Familia: *Bignoniáceae* que se caracteriza por

- Planta leñosa muy raramente herbáceas.
- Hojas ordinariamente opuestas, con o sin estípulas.
- Flores hermafroditas encima.
- Cáliz bilabiado, algunas veces espataceo.
- Corola monopétala, irregular, ordinariamente con 5 divisiones.
- Estambres 5, ordinarios de los cuales 4 son fértiles, didínamos y algunas veces solo dos son fértiles.
- Anteras introrsas de dos celdillas, discos ciñendo la base del ovario.
- Semillas ordinariamente aladas.

Orden: tubifloras

Subfamilias: *Crescenciaceae* II: fruto carnosos, leñosos, indehiscentes. Semillas sin alas, cotiledones carnosos.

Tribu *Crescenciaceae* II: fruto carnosos, leñosos, aovado-globosos, hojas alternas, más o menos fasciculadas, simples o trilobadas.

Tribu *crescentia*, L:

- Cáliz bipartido, igual caedizo.
- Corola subcampanulada, tubo brevísimo abierto, garganta grande, ventricosa, un poco bilabiada.
- Estambres 4, didínamos, con un quinto rudimentario superior.
- Anteras biloculares, celdillas divaricadas reflejas, discos glandulosos cerca de la base del ovario. Estigma lilamelado.
- Baya de corteza dura, curcubitiada, 1-ocular: pulposo por dentro, en donde están anidadas las semillas pequeñas, numerosísimas, comprimidas, achatadas, más o menos redondeadas de testa coriácea y lisa, sin endospermo y cuyo



embrión recto tiene cotiledones espesos redondeados y acorazonados, raicillas espesas y situadas cerca del hilo.

- Árboles lampiños con hoyos alternos, solitarios o fasciculados, hojas y foliolos enterísimos: pedúnculos unifloros, generalmente solitarios y saliendo del tronco y de las ramas.

Trifolia, Bárbol de hojas fasciculadas, 3foliadas, foliolos laterales sésiles, el central mayor y peciolado, lineares o acunados; flores solitarias insertas en el tronco y ramas, pedicelos brevísimos, baya globosa, pequeña y olorosa.

Vulgo: jícara sabanero con hojas como cruces (Delgado., 1973).

5.2. Características generales del árbol de *crecidentia alata*(H.B.K)

El árbol frutal *Crescentia alata* de la familia “*Bignoniáceae*” crece en países tropicales en todos los suelos marginales, inclinados, rocosos, arcillosos hasta una altitud de 1,000 metros sobre el nivel del mar (Jochims et al., 2008).

Es longevo por tener una vida útil entre 100 a 200 años, es muy resistente contra plagas, enfermedades, huracanes, inundaciones, sequías prolongadas, abandono, negligencia, fuegos abiertos y se adapta con facilidad a cambios climáticos durante su vida útil (Jochims et al., 2008).

Por ser muy resistente contra plagas, enfermedades y sequías prolongadas *Crescentia alata* no necesita ni agroquímicos, ni riego. La influencia negativa de la exposición a fuegos abiertos reduce su vida útil (Jochims et al., 2008).

El árbol *de crescentia alata* no es un monocultivo, crece en combinación con otros cultivos y pastizales. No compite con la producción de alimentos, por lo que su combinación con la ganadería es óptima y necesita para su primera cosecha de 5 a 7 años, reduciéndose este



lapso de 3 a 4 años si durante el primer año el árbol recibe suficiente riego (Jochims et al., 2008).

Es el único árbol tropical que no exige el uso exclusivo del suelo, sino que crece en asociación con cualquier cultivo para mejorarlo mediante su sombra ligera (Jochims et al., 2008).

Cuando su raíz central pivotante llega al nivel freático la producción de frutas es casi ininterrumpida durante su vida útil sin necesidad de fertilizantes, agroquímicos ni riego. Si la raíz central pivotante no llega al nivel freático la producción de frutas depende de las lluvias (Jochims et al., 2008).

Crescentia alata tiene vida productiva que alcanza un mínimo de 100 años sin la influencia negativa de los fuegos abiertos. La fruta de *Crescentia alata* tiene un peso promedio de 370 gramos, consiste de tres partes: la cáscara, la semilla y la pulpa (Jochims et al., 2008).

La parte central del fruto es la pulpa generalmente es de color blanco antes de madurar y toma un color negro cuando han alcanzado la madurez completa. La pulpa tiene insertadas las semillas que poseen un color blanco cuando el fruto está tierno, en las que la semilla sufre transformaciones pasando de un color gris a café cuando el fruto está maduro. Están poseen una forma de corazón y miden de 6-8 mm por 1-2mm, cuyo espesor es de 18mm (Delgado., 1973). Se desarrolla bien en diversas localidades de alta temperatura, baja humedad relativa y baja disponibilidad de agua (Jochims et al., 2012)

5.3. Características propias de las partes que integran al árbol de *crescentia alata* (H.B.K)

5.3.1. La raíz central pivotante

Es 5 veces más larga y profunda, que el árbol visible. Un árbol promedio de *Crescentia alata* crece a una altura promedio de 7 m en un área de 36 m². Una raíz central pivotante de 35 m de profundidad hace accesible 1.240 m³ de suelos fértiles para producir una tonelada de frutas por año (Jochims et al., 2012).



5.3.2. La flor

Un árbol produce más de 50,000 flores por año, pero solamente unas 2,700 flores polinizadas producirían una tonelada de frutas.

La producción de frutas depende de la presencia permanente de suficientes polinizadores cerca de los árboles, los murciélagos de la familia *Glossophaga*, cuyo alimento favorito es el néctar de las flores nocturnas.

Suficientes casitas para estos murciélagos aumentan el número de flores polinizadas. Cuánto más murciélagos viven cerca de los frutales, tanto más frutas serán producidas, que necesitan 4 meses entre flor y fruta madura. Las frutas crecen directamente a lo largo del tronco y las ramas fuertes. Este árbol soporta bien el peso de las frutas. Tres cosechas por año a 900 frutas son posibles (Jochims et al., 2008).

5.3.3. La semilla

La semilla representa unos 5 % del peso bruto de una fruta madura. La semilla es un excelente alimento humano de un alto valor calórico de 5,600 a 6,300 Kcal/kg, lleno de proteínas y grasas digeribles, comparable con soya. Tiene un sabor hacia chocolate. Se puede comer la semilla en forma cruda. Entre 33 - 37 % del peso de la semilla es un aceite combustible de primera calidad. Una prensa de aceite puede extraer 60 % a 70 % de este aceite vegetal, que se puede consumir como aceite de ensalada o como aceite diesel. La torta semidesgrasada es un alimento humano de primera calidad con más de 50 % proteína vegetal, el alimento más escaso del mundo. Su digestibilidad es de 97.4 %. Contiene todos los aminoácidos esenciales, que el cuerpo humano necesita (Jochims et al., 2008). La semilla de jícara es un alimento de primera calidad, lleno de aceite comestible y de proteína vegetal, además de poseer un alto valor calórico y un 16.8% de fibra cruda. Es digerible por lactantes durante toda la lactancia, a partir del día 7 de edad (Jochims et al., 2008). Al contrario de la soya, la semilla de jícara no contiene residuos de insecticidas y nunca tendrá residuos químicos, porque la semilla está protegida por la cáscara del fruto.



Es uno de los pocos productos con alto valor nutritivo que nunca tendrá residuos químicos. Se puede hacer muchos productos ricos de la torta semidesgrasada: Galletas, pasteles, pan, mermelada, pastas, manteca, sorbetes, horchata, etc (Jochims et al., 2008).

5.3.4. La pulpa

La pulpa seca representa 4 % del peso bruto del fruto. Una hectárea podría producir 11 toneladas por año de pulpa seca, lo que equivale al peso de la materia seca de los pastos de una hectárea por año.

La pulpa seca contiene 59 % carbohidratos fermentables para producir el alcohol. Después de la fermentación, la pulpa seca contiene cerca de 20 % proteína, 12 % grasa, 14 % fibra cruda, 7 % cenizas, y calcio, fósforo, hierro, niacina, tiamina, así como riboflavina.

La pulpa seca tiene un olor fuerte y agradable. Por su olor, los especialistas de alimentos balanceados para animales mezclan pequeñas cantidades de la pulpa con sus diferentes alimentos para animales (Jochims et al., 2008).

5.4. Ecología

5.4.1. Tipos de suelos que favorecen el desarrollo de las sabanas *de crescentia alata* (H.B.K)

Sabanas de *Crescentia alata*(H.B.K): se desarrolla bien en suelos de color oscuro, negro a gris oscuros, tienen un elevado contenido de arcilla que regularmente es del 30%, son suelos plásticos y pegajosos en estado húmedo, muy duros cuando están secos se agrietan bajo esta misma condición. Son suelos con poca materia orgánica, generalmente neutros o ligeramente alcalinos (Delgado., 1973).En Nicaragua estos suelos se encuentran extensamente distribuidos principalmente dentro de la región del pacífico y región central. El clima donde se presentan se caracteriza por sus temperaturas elevadas y la distribución estacionaria de las lluvias (Delgado., 1973).



5.5. Clasificación de las sabanas de jícaros

Existen muchos tipos de sabanas que se lograron clasificar en 3 grupos principales:

- Sabanas de *Crescentia alata* (H.B.K); jícaro sabanero.
- Sabanas de *Tabebuía pentaphylla*, L.
- Sabanas de *Curatella americana*, L.

Las Sabanas de *Crescentia alata* (H.B.K) jícaro sabanero en Nicaragua es la especie que predomina; donde las temperaturas andan entre 25 a 30°C y precipitaciones anuales de hasta 2,000 milímetros (INTA., 2011).

Estás sabanas son frecuentes en todas las zonas con una precipitación pluvial superior a 2,032 mm y muy comunes en los llanos dedicados a pastizales con suelos profundos de arcilla negra de los trópicos (Delgado., 1973).

5.6. Descripción del árbol de *Crescentia alata* (H.B.K) de la región Nicaragüense

En todas las zonas visitadas de Nicaragua, estos árboles tiene un tamaño de 4-8 m, de diámetro de 0.1-0.25m, corteza color gris, hojas color verde trifoliadas en forma de cruz, distribuidas en ramas y tallos; está forma trifoliada le ha valido para obtener uno de los nombres más vulgares jícaro sabanero de hojas en cruz (Delgado., 1973).

Sus ramas son muy numerosas y alargadas, de las que brotan flores en forma de campana que se abren durante la noche, debido a lo cual se estima son polinizadas con la ayuda de los murciélagos e insectos nocturnos(INTA., 2011).

El tamaño y forma del fruto varia, en ramas y el tallo principal. Es importante recalcar que la cifra por cosecha es de entre 300 a 100 dependiendo del tamaño de las plantas. La forma más común es ovalada o redonda, obteniendo un diámetro de 8 a 15 cm (Delgado., 1973).

El *crescentina alata* (H.B.K) en Nicaragua la existencia de este árbol es de origen sexual, pero su reproducción también puede ser asexual. Las de origen sexual pueden producir frutas a los 4 o 5 años, alcanzando su máximo rendimiento a los 8-10 años. La producción se reduce



cuando el árbol pasa de los doce años, muchas veces antes de los ochos cuando hay ataque persistente de parásitos y quemas (Delgado., 1973).

El árbol de jícara se presenta en Nicaragua en 2 tipos de población:

- **Grupos densos:** De aproximadamente 200-300 árboles por manzanas.
- **Distribuciones muy dispersas:** 1-20 árboles por manzanas.

5.7. Usos de la semilla de jícara

5.7.1. Extracción de aceite vegetal (*Crescentia alata*)

La semilla del jícara pertenece a las oleaginosas y representa un aproximado del 6 % del peso bruto del fruto fresco. Durante el proceso manual o industrial se pierde 1 % de la semilla y se obtiene solamente 5 %.

La semilla de jícara tiene un contenido de aceite de aproximado de 35 %. El 97.4 % de este aceite es digestible por el ser humano y no es tóxico (Fuente: INCAP, Guatemala, 2006, citado por Jochims et al., 2008).

Cuadro 1: Ácidos grasos del aceite de la semilla de jícara

| Ácidos Grasos | Porcentaje |
|------------------------------|------------|
| Oleicos (monoinsaturados) | 52.6 % |
| Linoléicos (diinsaturados) | 21.5 % |
| Linolénicos (triinsaturados) | 2.3 % |
| Ácidos grasos insaturados | 76.4 % |
| Palmíticos | 15.0 % |
| Esteáricos | 7.0 % |
| Láuricos | 0.9 % |
| Mirísticos | 0.3 % |
| Ácidos grasos saturados | 23.2 % |

(Fuente: INCAP, 2006, citado por Jochims et al., 2008)



Cuadro2: Constantes físicas del aceite de jícara (*crescentia alata*)

| Constantes | Valores |
|--|---------------|
| Valor calórico (Fuente: EXXON, New Jersey) | 9,660 kcal/kg |
| Índice de cetano | 55.5 |
| Densidad | 0.916 g/cc |
| Acidez libre | 0.65 |
| Índice de Saponificación | 183 - 190 |
| Índice de Yodo | 88.5 |
| Índice de Peroxidación | 4.8 |
| Índice de Refracción | 14.693 |

(Fuente: INCAP, 2006, citado por Jochims et al., 2008)

Este aceite se puede obtener por presión o por solvente. Después de ser filtrado tiene un color amarillo brillante. Se recomienda desodorizar el aceite para venderlo sin olor y sin sabor. Se trata de un aceite vegetal de alto valor nutritivo para seres humanos a causa de su alto porcentaje de ácidos grasos insaturados de 76.4 %, 23.8 % ácidos grasos saturados, 52.6 % ácidos grasos mono-insaturados y 23.8 % ácidos grasos linoléicos y linolénicos. Que sirve para evitar colesterol en la sangre. Además de que el 97.4 % de este aceite vegetal es digestible por el cuerpo humano. Este aceite tiene un valor calórico de 9.660 Kcal/kg y un índice de cetano de 55.5; serviría bien para mover motores diesel, porque el índice de cetano mínimo es de 47; el contenido alto de *crescentia alata* podría producir cerca de 2,8 ton/ha/año de aceite vegetal (Jochims et al., 2008).

5.7.2. Harina proteínica de semilla de jícara

La harina de la semilla después de extraer el aceite, contiene aproximado de 52.2 % de proteína. Se puede valorizar la proteína de jícara mediante una comparación con la harina de soya desgrasada y con el patrón de aminoácidos esenciales del huevo.



Cuadro 3: Comparación de los aminoácidos esenciales de la harina de semilla de jícara con los del huevo y soya

| Aminoácidos | Huevo | Soya | Jícara |
|---|-------|------|--------|
| Triptófano | 103 | 86 | 147 |
| Treonina | 311 | 246 | 150 |
| Isoleucina | 415 | 336 | 270 |
| Leucina | 550 | 482 | 340 |
| Lisina | 400 | 395 | 134 |
| Metionina | 196 | 84 | 80 |
| Valina | 464 | 328 | 333 |
| Arginina | 230 | 452 | 410 |
| Histidina | 150 | 149 | 146 |
| Aminoácidos esenciales en mg de aminoácidos por g de nitrógeno | | | |

(Fuente: INCAP, 2006, citado por Jochims et al., 2008)

El alto contenido de triptófano es muy deseable, porque es un aminoácido limitante en el maíz y en otros cereales consumidos en Centroamérica por humanos y animales. En el mercado mundial, el precio del triptófano es bastante alto.

Cuadro 4: Composición nutricional de la harina de semilla de jícara

| Contenido | Porcentaje | G/Kg |
|---|------------|-------|
| Proteína vegetal | 52.2 % | 522 |
| Grasa después de la extracción del aceite | 7.9 % | 79 |
| Almidón | 2% | 20 |
| Fructosa | 0.1 % | 1 |
| Glucosa | 0.1 % | 1 |
| Sacarosa | 1.7 % | 17 |
| Humedad | 5% | 50 |
| Fósforo | 1.5 % | 15.6 |
| Hierro | - | 0.39 |
| Sodio | - | 0.056 |
| Calcio | - | 2.55 |
| Magnesio | - | 12.8 |



| | | |
|---------|---|-------|
| Zinc | - | 80.7 |
| Selenio | - | 0.569 |

(Fuente: INCAP, 2006, citado por Jochims et al., 2008)

La harina de jícara tiene un valor calórico de 2,960 kcal/kg = 12,460 kj/kg, carece de toxicidad y tiene buena palatabilidad para todos los animales y seres humanos. Es panificable y puede reemplazar parcialmente el trigo importado. La harina de jícara es comparable con la de soya. Hay miles de recetas para preparar harina de jícara. Se pueden hacer galletas, pan, queques, tallarines y sorbetes(Jochims et al., 2008).

5.8. Usos y propiedades de la pulpa del fruto de la semilla de jícara

Algunas propiedades medicinales. La pulpa de los frutos por madurar se tiene por astringente vulnerario y resolutivo, además de otras funciones.

5.8.1. Extracción de etanol

La pulpa del fruto de jícara contiene acidez y cerca del 70% de los azúcares fermentables en su materia seca para producir alcohol etílico (etanol), para el consumo humano o para el consumo energético o como combustible (Delgado., 1973).

5.8.2. Elaboración de bebidas alcohólicas exportables

De una tonelada de frutas maduras se puede producir 30 litros de etanol de 99.6 % concentración. El prototipo está produciendo bebidas alcohólicas en vez de combustibles a causa de las cantidades relativamente pequeñas y el precio de venta relativamente alto. Los vinos, licores y brandy de jícara son exportables. Tienen olor y sabor dominantes a frutas frescas (Delgado., 1973).

5.8.3. Alimento para el ganado

Después de la producción de alcohol quedan 4 % del peso bruto del fruto como pulpa seca, consumiéndose por el ganado como pulpa seca, por los grandes volúmenes que representa y



por el alto valor nutritivo de la misma como es: carbohidratos, proteína, grasa, fibra cruda, cenizas, calcio, fósforo, hierro, niacina, tiamina, así como riboflavina. Como se puede apreciar en el cuadro 5, el contenido nutricional de la pulpa seca de semilla de jícara procesada para alimento del ganado, produce un aumento en la producción de leche (Jochims et al., 2008).

Cuadro5: Contenido nutricional de la pulpa seca de semilla de jícara procesada para alimento del ganado

| Contenido nutricional de la pulpa seca de jícara, procesada por máquina | % |
|---|---------|
| Carbohidratos | 41.25 |
| Proteína | 18.77 |
| Grasa | 13.6 |
| Fibra cruda | 14.18 |
| Cenizas | 7.46 |
| Humedad | 4.5 |
| Calcio | 0.05 |
| Fósforo | 0.18 |
| Hierro | 0.0023 |
| Niacina | 0.00428 |
| Tiamina | 0.00045 |
| Riboflavina | 0.00017 |
| En total | 999.972 |

(Fuentes: Laboratorio LABAL, Managua, y Massachusetts Institute of Technology, citado por Jochims et al., 2008)

La pulpa seca de jícara tiene un olor fuerte y agradable. Por su olor, los especialistas de alimentos balanceados para animales mezclan pequeñas cantidades de la pulpa con sus diferentes alimentos para animales. Por eso, se puede vender fácilmente la pulpa seca.

5.9. Usos de otras partes del fruto de la semilla de jícara

5.9.1. Cáscara

La cáscara de los frutos es aprovechada para fabricar huacales, jícaras, piezas de marimbas, es decir un sinnúmero de artesanías (Delgado., 1973).



Es importante recalcar que el 20 % del peso de una fruta fresca es cáscara seca, que sirve como leña por el valor calórico que genera que es de 4.250 Kcal/kg. Será la fuente energética para fábricas procesadoras. Generando su propia electricidad, las fábricas procesadoras de frutas de jícara (Jochims et al., 2008).

5.10. Procesamiento de la semilla de jícara sabanero

Para el enfoque de este punto de vista se conversó con personas experimentadas en el procesamiento de semilla de jícara, coincidiendo en una misma forma de llevar a cabo dando como resultado el siguiente:

1. **Corte:** se corta el jícara cuando esta pinto (verde -amarillo) considerando esta etapa como la madurez fisiológica intermedia del fruto.
2. **Maduración:** llevada a cabo mediante un almacenamiento de 15 días. El fruto está maduro cuando la superficie (cáscara) esta melosa y de color café.
3. **Ruptura del fruto:** consiste en un golpe del fruto contra una roca para facilitar la extracción de la pulpa y semillas del interior del mismo.
4. **Separación de la pulpa y semilla:** todo el contenido del fruto (pulpa y semilla) se coloca en un recipiente grande (canoas, recipientes plásticos, barriles, etc.) y se maja varias veces con majadores especiales o con los pies; esto se hace con el objetivo de ayudar a la separación de la pulpa y semilla.
5. **Lavado de la semilla:** en esta etapa se coloca en otro recipiente la pulpa y semilla, a la que se le agrega agua y se remueve con fuerza con las manos. Poco a poco se nota que la pulpa sale a flote.
6. **Sedimentación:** se elimina el agua con la pulpa y de nuevo se añade más agua. Esta operación se repite las veces que sea necesario hasta que se observe que solo ha quedado la semilla la cual se deposita en el fondo del recipiente y el agua esta cristalina.
7. **Ecurrido:** se extrae toda el agua de la semilla con la utilización de mallas, coladores, o zarandas que faciliten la eliminación del agua.



8. **Secado solar:** la semilla se pone a secar al sol hasta que no pegue unas con las otras, así queda lista para su venta (Contreras., 1975).

5.11. Período de cosecha del fruto del jícara sabanero

La producción de frutos en Nicaragua se distribuye a lo largo de todo el año, aunque la cosecha se concentra en dos períodos: primera (Agosto–Octubre) y postrera (Diciembre–Abril).

Las hojas permanecen en el árbol bien entrada la estación seca y brotan nuevas hojas tan pronto como comienzan las lluvias. Aunque las flores las hay casi todo al año, a menudo se concentra en los primeros y últimos dos meses de las lluvias. El lapso entre flor y fruto maduro es de unos 4 meses.

Actualmente en la industria alimentaria es muy común el empleo de enzimas como auxiliares tecnológicos en la eliminación del pericarpio de muchas semillas, por ser un tratamiento que mantiene la calidad e integridad de las semillas, por las condiciones suaves del proceso de enzimación.

5.12. Enzimas

Salvador Badui (1994), señala que “una enzima es un catalizador biológico que lleva a cabo reacciones bioquímicas a muy altas velocidades y con un grado elevado de especificidad: en su ausencia, la mayoría de las transformaciones químicas requeridas para mantener activas las células tardarían mucho tiempo en efectuarse o simplemente no procederían”. Actualmente se conoce la existencia de más de 2000 enzimas, de las cuales muchas ya han sido aisladas, purificadas y cristalizadas; su estructura química es de carácter proteínico globular.

La gran mayoría de las enzimas tiene la capacidad de catalizar reacciones mas o menos específicas, es decir, su intervalo de acción se limita a un determinado tipo de compuesto que debe reunir ciertas características para que pueda ser utilizado como sustrato, además su especificidad de catálisis es única, pues es mucho mayor que la de otros compuestos



orgánicos e inorgánicos que se emplean en los distintos procesos industriales (León & Rosero., 2009).

Según su especificidad se las ha dividido en cuatro grandes grupos; especificidad estereoquímica, baja especificidad, especificidad de grupo y especificidad absoluta. En relación a su velocidad de acción, algunas de ellas tienen la capacidad de transformar más de un millón de moléculas de sustrato, por segundo, por molécula de enzima; cabe indicar que al igual que otros catalizadores solo aceleran la velocidad de aquellas reacciones que termodinámicamente son posibles (León & Rosero., 2009).

La potencia o actividad de una enzima no puede medirse en términos de su concentración, ya que puede estar presente pero en forma desnaturalizada y sin funcionalidad; por esta razón se emplea la Unidad Internacional de Actividad Enzimática, definida como la cantidad de enzima que se requiere para transformar en producto un micromol de sustrato por minuto (León & Rosero., 2009).

5.12.1. Uso industrial de las enzimas

De las miles de enzimas conocidas, solo algunas se producen en escala industrial para emplearse en la manufactura tanto de alimentos como de las materias primas para su elaboración.

Cada día aumenta el número de reacciones que se efectúan por rutas enzimáticas y esta tendencia seguramente aumentará a medida que existan más catalizadores de este tipo en el comercio, a precios accesibles.

El empleo de enzimas tiene muchas ventajas:

- Son de origen natural y por lo tanto no deben ser tóxicas.
- Son muy específicas en su manera de actuar, por lo que no propician reacciones secundarias indeseables.



- Funcionan en condiciones moderadas de temperatura, pH y no requieren de condiciones de procesamiento drásticas que puedan alterar la naturaleza del alimento, ni del equipo muy costoso.
- Actúan a bajas concentraciones.
- Su velocidad puede ser controlada al ajustar el pH, la temperatura y la concentración de enzimas.
- Son fácilmente inactivadas una vez alcanzado el grado de transformación deseado.

Por otra parte la limitante es que algunas de ellas son muy caras y difíciles de conseguir, sin embargo es conveniente hacer un balance de las ventajas y las desventajas que trae consigo llevar a cabo una determinada reacción con enzimas, o con otros métodos físicos o químicos. Flanzky, C. (2000) señala que, “determinadas preparaciones enzimáticas generan rendimientos mayores del 5 al 15% en la producción que en aquellos en los que nos se aplican enzimas” (León & Rosero., 2009).

Las enzimas son aplicadas en su gran mayoría a nivel industrial, esto gracias a que son mas las ventajas que las desventajas que tienen los métodos que utilizan enzimas, como se puede apreciar en la cuadro 6.

Cuadro 6: Uso industrial de las enzimas

| Industria | Enzimas | Usos |
|-------------------------------|-------------------|--|
| Bebidas no alcohólicas | Pectinasas | Mejoran la clarificación de jugos. |
| | Glucosa-isomerasa | Conversión de la glucosa en fructosa. |
| | Tannasa | Aumenta la solubilidad y disminuye la turbidez del té. |
| | Glucosa-oxidasa | Evita el oscurecimiento y los sabores desagradables. |
| Cárnicas | Papaína, | Ablandamiento de carnes. |
| | Fiscina | Producción de hidrolizados. |
| | Bromelina | |
| Panificación | Amilasa | Mejora la calidad del pan. |
| | Proteasa | Disminuye la viscosidad de la pasta. |
| | Lipoxidasa | Produce una miga muy blanca |



| | | |
|---------------------|---------------------------------|---|
| | Lactasa | Mejora la coloración de la superficie. |
| Cervecería | Amilasas Papaína, Pepsina | Usadas para licuar la pasta de malta. Evitan la turbidez durante la conservación de ciertos productos. |
| Vinificación | Pectinasas Glucosa-oxidasa | Mejoran la clarificación y extracción de jugos. Evitan el oscurecimiento y los sabores desagradables. |
| Láctea | Tripsina. Lactasa | Enmascara el gusto a óxido. Fabricación de leche de lactosada, evita la cristalización de leche concentrada. |

(Fuente: León & Rosero., 2009)

5.13. Pectinex Ultra SP-L

Novozymes (2008) señala, “Pectinex Ultra SP-L es una Pectinasas, producida por una cepa de *Aspergillus aculeatus*, mediante fermentación sumergida de este microorganismos. Esta enzima contiene principalmente poligalacturonasa, pectintranseliminasa, pectinestearasa y hemicelulasas, siendo capaz de romper sustancias pécticas vegetales” (León & Rosero., 2009).

La textura de las frutas y las verduras se debe a la presencia de pectinas que actúan como parte de la pared celular, por lo que la acción de las pectinasas altera las características de estos alimentos, digiriendo la pectina, la cual químicamente, es un polisacárido compuesto de una cadena linear de moléculas de ácido Dgalacturónico, las que unidas constituyen el ácido poligalacturónico (León & Rosero., 2009).

La cadena principal que conforma la pectina puede contener regiones con muchas ramificaciones o cadenas laterales, denominadas “regiones densas”, y regiones con pocas cadenas laterales llamadas “regiones lisas” (León & Rosero., 2009).



5.13.1. Efectos de Pectinex Ultra SP-L sobre la pectina

La industria de los jugos de frutas, deben sus problemas de viscosidad y turbiedad en la clarificación de los jugos a las pectinas en suspensión que se liberan de sus tejidos en el proceso de extracción del jugo, aquí la acción de Pectinex Ultra SPL, causa hidrólisis, desesterificación y desestabilización de los coloides, provocando su precipitación y eliminación de estos problemas. Pectinex Ultra SP-L rompe el enlace glucosídico a (1,4) de las pectinas por una acción que se puede llevar a cabo tanto en el interior del polímero (endo) como a partir de los extremos (exo) (León & Rosero., 2009).

La figura 1, se muestra el punto de unión química que se rompe.

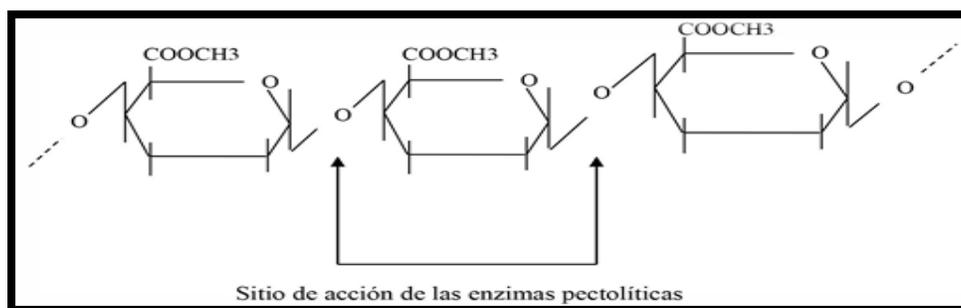


Figura 1: Porción de molécula de pectina.

Las constantes innovaciones de la industria agroalimentaria ha abierto las posibilidades de difusión y generalización de una gran variedad de alimentos de origen vegetal, que supone una importante fortaleza para este rubro, permitiendo que hoy día se cuente con productos agroalimentarios que requieren menores tiempos de preparación y que se pueden conservar durante períodos de tiempo prolongados, manteniendo además sus cualidades nutritivas. Respecto la variable producción de alimento de origen vegetal de mayor demanda mundial están a la cabeza los cereales y sus derivados (leches vegetales), tubérculos, legumbres, hortalizas, frutas, nueces, aceites, azúcar, cacao, café y té (Cartay. Rafael., 2008).



5.14. Leche vegetal

Se les denomina a las bebidas vegetales que reemplazan a la leche de vaca. Es un alimento natural elaborado a partir de frutos secos, de un cereal y una legumbre. Sustituyen perfectamente a la leche de vaca y sus ventajas son que las leches vegetales no contienen lactosa, ni grasa (colesterol), ni proteína animal. Además son muy digestivas, las personas con estreñimiento, diarrea, colon irritable y alergias se benefician tomándolas. Su uso son los mismos que la leche de vaca, se pueden tomar solas o endulzadas, con café, cereales y otros. Se pueden calentar y hacer recetas de todo tipo.

5.14.1. Tipos de leche vegetal

▪ Leche de Avena

Leche vegetal que se obtiene a partir de la avena, es una leche muy digestiva, rica en fibra y favorece a las personas con estreñimiento, problemas de colesterol y enfermedades cardiovasculares. Contiene vitamina B, proteína y es un excelente calmante.

▪ Leche de Arroz

Los granos de arroz se fermentan en varias etapas y se obtiene una bebida o leche. No hay que confundir leche de arroz con agua de arroz (que se utiliza para cortar la diarrea gracias a su exceso de almidón). La leche de arroz es ideal para problemas estomacales, gastroenteritis, indigestión y postoperatorios.

▪ Leche de Almendras

Se obtiene de las almendras molidas con agua. Beneficia enormemente cuando se tiene el colesterol alto y mejora la salud cardiovascular. Ideal para los postoperatorios por su alto contenido en potasio y excelente para mejorar problemas intestinales. Recomendada en especial para las etapas de crecimiento y adolescencia por su buena relación calcio/fósforo, también contiene fibra.



- **Leche de Avellanas**

La mezcla de avellanas molidas y agua da como resultado una bebida o leche. Ayuda a bajar el colesterol, ideal para la etapa de embarazo ya que las avellanas son ricas en ácido fólico y calcio. También es recomendable en etapas de crecimiento, adolescencia y tercera edad ya que previene el desarrollo de osteoporosis.

- **La leche de Soya**

La soya, es una importante semilla perteneciente a la familia de las leguminosas. El grano de la soya cuenta con un alto porcentaje de grasa (20%), además contiene también proteína (40%), hidratos de carbono (25%), agua (10%)y cenizas(5%) (Chavarría, 2010).

Desde el punto de vista alimenticio y comercial sus principales componentes son la proteína y la grasa. La proteína de soya es particularmente valiosa, debido a que su composición de aminoácidos es completa comparada con otros cereales.La proteína de soya contiene todos los aminoácidos esenciales requeridos en la nutrición humana: isoleucina, leucina, lisina, metionina, triptófano, valina e histidina. La soya es una leguminosa aprovechada ampliamente para elaborar productos como carne, queso, yogurt y en especial la leche de soya (Chavarría., 2010).

La leche de soya, es el alimento líquido blanquecino que se obtiene de la emulsión acuosa resultante de la hidratación de granos de soya entero (*Glycine max*), seleccionado y limpio, seguido de un procesamiento tecnológico adecuado. Su formula puede contener azúcar, colorantes, saborizantes y conservantes (Chavarría., 2010).La leche de soya es muy buena fuente de aminoácidos esenciales, muy necesario para el crecimiento y desarrollo por lo tanto contiene una buena cantidad de proteína superior en calidad a la proteína animal. La diferencia es que la proteína de soya no contiene colesterol e inhibe el proceso de descalcificación que provoca el azufre que tiene la proteína animal. También protege contra los cánceres en especial el de mamas.La leche de soya debe cumplir con las características físicas y químicas que se establecen en el cuadro 7.



Cuadro 7: Características físicas y químicas de la leche desoya pasteurizada

| Características | Limites | Método de ensayo |
|-----------------|-----------|------------------|
| pH | 6.8 - 7.4 | — |
| Proteína Min | 3.0 % | NB 33020 |
| Grasa Min | 1.6 % | NB 228 |

(Fuente: Ibonorca, 2009, citado por Chavarría., 2010).

Cuadro 8: Contenido nutricional de la leche de soya

| Nutrimento | Contenido (%) |
|---------------|---------------|
| Proteína | 3.6 |
| Lípidos | 2.0 |
| Carbohidratos | 2.9 |
| Calorías | 44 |

(Fuente: www.1.2010 citado por Chavarría., 2010).



VI. MATERIAL Y MÉTODO

El estudio para obtención y evaluación físico-química de leche vegetal a partir del germen de semilla de jícara sabanero *Crescentia alata (H.B.K)* es de tipodescriptivo y analítico. Se realizó en dos etapas, la primera involucró la caracterización mediante análisis físico-químicos de la semilla de jícara y los primeros ensayos experimentales de extracción de leche vegetal de semilla de jícara que se efectuaron en el Laboratorio de química del departamento de Control de Calidad de la Carrera de Ingeniería del Alimentos de la Facultad de Ciencias Químicas (C.C.Q.Q.) de la UNAN-LÉON en Nicaragua. La segunda etapa que consistió en la optimización del proceso de extracción de leche vegetal de semilla de jícara sabanero y la caracterización a través de análisis-físicoquímico de los productos obtenidos durante los ensayos, se llevó a cabo en la Planta Piloto del Centro Nacional de Ciencias y Tecnología de Alimentos (CITA) y el Laboratorio de Química y Microbiología de la escuela de Tecnología de Alimentos (ETA) en la Universidad de Costa Rica.

6.1. Procedencia de la materia prima

La semilla de jícara sabanero que se utilizó para los primeros ensayos se obtuvo en un inicio de un expendio de la terminal de buses del departamento de León - Nicaragua y para la continuidad del estudio se seleccionó como proveedor la empresa Jícara, S.A. ubicada en el Km.152 en Los Zarzales, León-Nicaragua.

6.2. Materiales y equipos

- Molinera y Extractor Sunpentown CI-010
- Horno de bandejas DICTEL
- Viscosímetro RANGES
- Molino de martillo y cuchillas FILZ MILL
- Molino para granos de manivela VICTORIA
- Procesador de alimentos Horbart (Keinth & Ramírez)
- Tamizador W.S. Tyler Rotap RX-29



- Prensas paraquesos
- Baño María LAB.WATER BATH
- Agitadores Kika- Werke/Eurostar power-B
- Cocina Eléctricas
- Licuadoras OSTER
- Stomacher IUL
- Horno LINDBERG/BLUE
- Muflas PRECISION
- Desecadores de vidrios
- Cuartos fríos (2°C)
- Refrigeradoras
- Plantillas CORNING (Stirre /Hot plate) y DAIGGER
- Balanzas de precisión OHAUS (CS2000, Explore y Pioneer) y EN3 ADAM
- Termómetros B & G GERMANY
- Viscosímetros
- pH-metro de sobremesa pH 213 + mv/°c, HANNA®

6.3. Composición centesimal de la semilla de jícara *sabanero crescentia alata (H.B.K)*

Se determinó el contenido de ceniza, humedad, fibra, grasa y proteína de la semilla de jícara, a través de la aplicación de los métodos oficiales de análisis de la AOAC (AOAC, 1990).

El análisis proximal de humedad mediante el método de secado al horno en donde se calentó la muestra bajo condiciones específicas de temperatura (130°C) y tiempo de 4 horas y la pérdida de peso de la muestra se utilizó para calcular el contenido de humedad de la misma. Para la determinación de cenizas se efectuó con el análisis de residuos inorgánicos que quedaron después de la ignición u oxidación completa de la materia orgánica de un alimento.

Para la determinación de proteínas por el método **Kjeldahl** determinación del nitrógeno orgánico. Esta determinación se hizo por la digestión de las proteínas y otros componentes



orgánicos de la semilla de jícara en una mezcla con ácido sulfúrico en presencia de catalizadores. El nitrógeno orgánico total se convierte mediante esta digestión en sulfato de amonio. La mezcla digerida se neutralizó con una base y se destiló posteriormente. El destilado se recoge en una solución de ácido sulfúrico a 0.1N posteriormente se tituló con **NaOH a 0.1N** estandarizado para determinar el nitrógeno contenido en la muestra. La extracción de la grasa se realizó por el método de Soxhlet con un exceso de éter de petróleo como disolvente reciente condensado que entra en contacto con las muestras a través de constantes reflujos.

La fibra cruda se determinó por método gravimétrico donde se produce la pérdida de masa que corresponde a la incineración del residuo orgánico que queda después de la digestión con soluciones de ácido sulfúrico 1.25% e hidróxido de sodio 1.25%.

También se determinó el contenido de compuestos fenólicos totales presentes en la semilla de jícara aplicando el método de Folin-Ciocalteu que se basa en una reacción entre el reactivo Folin-Ciocalteu activado con una base, como carbonato de sodio, este método cuantificó los polifenoles más activos de la semilla de jícara como antioxidantes. Se trabajó con dos muestras por duplicado de semilla de jícara codificada como A1, A2 y B1, B2 donde A1 solo se agitó en una plantía, A2 se agitó y se reflujo a 50°C, B1 se sometió a agitación y se calentó a 50°C y B2 solo se reflujo a 50°C, todas las muestras estuvieron en las condiciones descritas por 1 hora con 20ml alcohol al 96%. Luego del tratamiento de la muestra se centrifugaron cada muestra a 2000rpm por 10 minutos y del sobrenadante se extrajo 2ml en un tubo de ensayo al que se le adicionó 1ml del reactivo de Folin-Ciocalteu más 2ml de Na_2CO_3 , agitando la muestra y dejándola reposar en la oscuridad por 2 minutos.

Antes de la cuantificación en un espectrofotómetro Ultravioleta Visible se hizo una calibración del equipo con ácido tánico como patrón a un máximo de absorbancia a 740 nm.



6.4. Extracción de pasta vegetal de semilla de jícara

Para la limpieza de la semilla se utilizó un colador plástico de agujeros de 4 mm con agitación por 15 minutos para eliminar las impurezas de menor tamaño, luego las impurezas de mayor tamaño se retiraron a mano (cáscara, hojas, piedras, semillas malas, palos, polvo, etc). El lavado de la semilla se efectuó inmediatamente luego de la etapa de limpieza adicionando bastante agua del grifo, con una constante frotación de la misma, luego se filtró la semilla con un colador de plástico de agujeros de 4mm y repitió el mismo proceso hasta que el agua del último lavado saliera clara.

Una vez lavada la semilla se sometió a un período de remojo de 12-14 horas a una temperatura de 21°C-22°C con una relación de semilla-agua de 1:2. Ya transcurrido el tiempo de remojo se filtró la semilla con coladores de plásticos de agujeros 4mm y se pesó para conocer la cantidad de agua absorbida por la semilla y también para adicionar agua limpia para el proceso de cocción de 20 minutos a 100°C. Luego de la cocción de la semilla de jícara se procedió a la filtrar el agua de cocción y a pesarla para sustituirla por agua purificada para proceder a la extracción de pasta de la misma con el uso de un extractor eléctrico de leche vegetal de semilla de soya. Anexo1.

La pasta de la semilla de jícara obtenida del extractor SunpentownCI-010de leche vegetal de soya se filtró con tela de colar y se diluyó utilizando diferentes relaciones 1:1, 1:2 y 1:3 de pasta - agua, las tres relaciones por separado se pasteurizaron a 65°C por 30 minutos, el producto pasteurizado se envasó en caliente en botellas plásticas transparente de 260ml, se enfriaron inmediatamente con agua fría a 25°C y luego se refrigeraron.

6.5. Caracterización sensorial y físico - química de las diluciones de pasta vegetal de semilla de jícara

6.5.1. Análisis sensorial

Se prepararon 3 concentraciones diferentes de pasta de semilla de jícara- agua, 1:1, 1:2 y 1:3 respectivamente a las que se les realizó un análisis sensorial con 25 panelistas no entrenados, utilizando una escala hedónica de 1 a 5, para la evaluación del color se asignó un valor de 1



para el color blanco, menos blanco para el 2, gris para el 3, oscuro para el 4 y para el 5 el negro. Para el sabor, el valor 1 es dulce, el 2 poco dulce, 3 simple, 4 poco amargo y el 5 amargo. Para la apariencia, el valor 1 es muy diluida, el 2 diluida, el 3 homogénea, el 4 espesa y el 5 muy espesa. Para el olor, el valor 1 es intenso a semilla de jícara, el 2 menos intenso, el 3 ligeramente a semilla de jícara, el 4 poco olor a semilla y el 5 sin olor. Anexo 2.

Las tres muestras evaluadas se codificaron con las letras A, B y C, se realizó una sumatoria de puntajes obtenidos, se calculó la media aritmética por atributo para la determinación del perfil de las muestras.

6.5.2. Caracterización físico-química de las diluciones obtenidas a partir de pasta de semilla de jícara

A las muestras A, B y C se les determinó densidad, viscosidad, °Brix, pH, acidez titulable, sólidos totales y polifenoles totales.

Densidad de las diluciones de semilla de jícara: se determinó a través del método del picnómetro que consiste en la relación masa (g)/ volumen (ml). Que involucra tres pasos básicos como son el peso del picnómetro vacío, el peso del picnómetro con agua destilada y el peso del picnómetro con el la muestra. Anexo 3.

Viscosidad: para la medición de la viscosidad se utilizó el viscosímetro digital rotacional ST2020R. El procedimiento inicio con conexión del viscosímetro ST2020R a un enchufe eléctrico de 120v que es la fuente de energía del equipo, se presionó en botón (**On**) para encender el equipo, luego se presionó la tecla (**Reset**) y se seleccionó el huesillo para hacer la medición de la viscosidad, este se atornilló al eje central del equipo, se presionó la tecla (**Spindle**) y se colocó el número del huesillo seleccionado, se presionó la tecla (**Speed**) y las teclas direccionales para seleccionar la velocidad del rotor 20 rpm, 50 rpm y 70 rpm. Antes de la medición de la temperatura en el equipo tiene que estar entre 20°C-25°C. Una vez hecho todo esto se presionó la tecla (**Reset**), se seleccionó el huesillo N°8 observándose en la pantalla este número, la temperatura 20°C a 20 rpm. Una vez calibrado el equipo los valores reportados en la pantalla de torsión centesimal en % y el número del rotor o huesillo;



porcentaje deben aparecer en cero. El tiempo de medición está en dependencia del % de torsión, este tiene que estar lo más cercano a 100%.

Para la lectura de la viscosidad se tomó una muestra de 600ml de las diluciones vegetales de semilla de jícara a 20°C, que se adicionó en un beacker de 600ml y se introdujo el huesillo en el interior de la muestra hasta cubrir una pequeña ranura en el huesillo y una vez estando la muestra en contacto con el huesillo se presiona la tecla **(Run)**, observándose en la pantalla del equipo la viscosidad expresada en (mpa.s). El tiempo de medición de la viscosidad fue entre 5 y 10 minutos.

Grados °Brix: se hizo uso de un refractómetro manual de marca Fisher Scientific de escala 0-95°brix y un refractómetro de mesa ABBE con una escala de índice de refracción: 1,3000 - 1,7000 nD, previamente calibrado con agua destilada.

pH: para la determinación del pH se utilizó un pH-metro con electrodo de vidrio de marca (pH-metro de sobremesa pH 213 + mv/°C, HANNA), el que se calibró con soluciones buffer de pH 6.8 y 4.0. El electrodo se calibra con las soluciones a 25°C antes de hacer las mediciones. También se hizo uso de cinta de pH la cual introdujo un trozo de cinta dentro de la muestra y luego se compara los colores con la escala de pH impresa en la caja y que va desde 0-14.

Sólidos totales en diluciones de pasta de semilla de jícara: se realizó por desecación de las muestras se tomaron 5ml de extracto vegetal en baño maría a 100°C por 30 minutos aproximadamente o hasta la sequedad total de la muestra, se introdujeron en un horno a 100°C por 3 horas, se enfriaron en un desecador por 20 minutos y luego se procedió a pesarlas. Todas las muestras se analizaron por duplicado siendo el método de la AOAC, 1990. Anexo 4.

Determinación de polifenoles: la muestra del extracto A1 se sometió a reflujo a 50 °C por una hora, A2 la muestra se agitó con barra magnética por 1 hora y se reflujo a 50 °C, B1 el extracto se reflujo por una hora a 50 °C y se agitó a temperatura ambiente por una hora y B2 el extracto se calentó a 50°C y agitó por una hora, luego se centrifugaron a 2000rpm por 10



minutos; para obtener sólo el sobrenadante, de este se midió 2ml y se colocó en un tubo de ensayo de 10ml al cual se le adicionó 1 ml del reactivo del Folin-Ciocalteu y 2ml de la solución al 20% de Na_2CO_3 , la aparición del color azul es inmediata. Se ubicó en la oscuridad por 2 minutos antes de proceder a la lectura en un espectrofotómetro Ultravioleta-Visible a 740 nm. Se preparó una curva patrón de ácido tánico con concentraciones entre 0 a 90 $\mu\text{g/ml}$.

Acidez titulable: para la determinación de la acidez titulable se utilizó el método (AOAC, 1990). Para lo cual se tomó una alícuota de 25ml del extracto vegetal, al cual se le adicionó 100ml de agua destilada, que se agitó y se extrajo una alícuota de 10ml, se adicionó 25ml de agua destilada más 3 gotas de fenolftaleína y se valoró con una solución de NaOH aproximadamente a 0.1N; durante la titulación se mantuvo una agitación moderada hasta el viraje de color rosado pastel. El gasto de NaOH, se utilizó para calcular la acidez del extracto vegetal, expresado en porcentaje de ácido oleico. Las muestras se analizaron por duplicado.

6.5.3. Determinación de vida útil de las diluciones de semilla de jícara sabanero

Para estimar la vida útil de las diluciones A, B y C se analizaron por un período de 5 semanas a temperatura de refrigeración de 4°C - 6°C , en la que se le determinó acidez titulable, pH y caracterización organoléptica del sabor, color, aroma y apariencia.

6.6. Separación de la cáscara y germen de la semilla de jícara por vía seca

En esta etapa se utilizó semilla de jícara tostada y sin tostar utilizando 5 técnicas de moliendas diferenciadas mediante molino de disco Fryma Koruma, molino de granos Victoria, molino de martillo y cuchillas Filz Mill y el procesador HORBART Keinth & Ramírez.

6.6.1. Técnica N°1. Molino de disco Fryma Koruma

Se pesaron 2000g de semilla de jícara, de las cuales 1000g se lavaron y se tostaron en horno de bandejas DICTE con aire caliente a 80°C por 1 hora y los otros 1000g se lavaron y se



pusieron a remojo con agua purificada a 22°C por 12-14 horas; luego de este período de remojo se filtró la semilla para eliminar el agua de remojo. Ambas muestras se sometieron a molienda por separado en el molino de disco Fryma Koruma. Anexo 5.

6.6.2. Técnica N°2. Molino manual de granos Victoria

Se pesó 454g de semilla de jícara sabanero, la cual se lavó con agua del grifo, se filtró coladores plásticos de 4mm de diámetro y se tostó en un horno de bandejas DICTE con aire caliente a 80°C por 1 hora y se enfrió a temperatura ambiente de 30°C a 32°C, luego se sometió a molienda, repitiendo el proceso de molienda por 5 veces consecutivas para la obtención de harina. Anexo 6.

6.6.3. Técnica N°3. Molino de martillo Filz Mill

Se utilizó 1000g de semilla tostada en horno de bandejas DICTE con aire caliente a 80°C por una hora y 1000g sin tostar. La semilla tostada se pesó antes y después del tostado para conocer la cantidad de humedad pérdida durante este proceso. Proceso que se realizó por duplicado, se utilizó una malla de acero inoxidable de diámetro de partícula de 00.60mm, para las semillas sin tostar y una malla de diámetro de partícula de 00.30mm para la semilla tostada. Luego del proceso de molienda se pesaron las muestras para conocer las pérdidas en el proceso. Anexo 7.

6.6.4. Técnica N°4. Molino de cuchillas Filz Mill

Se utilizó 1000g de semilla tostada (horno de bandejas DICTE con aire caliente a 80°C por una hora) y 1000g sin tostar. La semilla tostada se pesó antes y después del tostado para conocer la cantidad de humedad pérdida durante este proceso. Proceso que se realizó por duplicado.

Para la estos molinos se utilizó una malla de acero inoxidable de diámetro de partícula de 00.60mm, para las semillas sin tostar y una malla de diámetro de partícula de 00.30mm para



la semilla tostada. Luego del proceso de molienda se pesaron las muestras para conocer las pérdidas en el proceso.

6.6.5. Técnica N°5. Procesador de alimentos de cuchillas HORBART (Keinth & Ramírez)

Se utilizaron 500g de semilla de jícara tostada en un horno de bandejas DICTE con aire caliente a 80°C por una hora y 500g sin tostar. La semilla tostada se pesó antes y después del tostado para conocer la cantidad de humedad pérdida durante el tostado. Ambas muestras por separado se trituraron en el procesador de cuchillas HORBART por un período de 15 minutos, luego el producto obtenido de ambas moliendas se pesó para conocer las pérdidas en este proceso. Anexo 8.

6.7. Tamizado

Las harinas obtenida del molino de disco, martillo marca Filz Mill y procesador HORBART, tanto de semilla de jícara tostada y sin tostar se tamizaron utilizando 250g de harina por separado.

Se seleccionaron 6 tamices N°16 (1.18mm), N°20 (850µm), N°30 (600 µm), N°40 (425 µm), N°50 (300 µm) y N° 70 (212 µm) de la marca W.S. Tyler. Se pesó por separado el plato ciego y cada tamiz seleccionado, luego se ensamblaron cada uno de los tamices ordenados de mayor a menor apertura, posteriormente los 250g de harina de semilla de jícara se adicionaron en el tamiz superior, se colocó con la tapa en el vibrador por 10 minutos, transcurrido este tiempo, se pesó cada tamiz y el plato ciego, este proceso se repitió 3 veces hasta valor constante. Para la harina obtenida del procesador se utilizó los tamices comprendidos entre el N° 60(1.18mm) y el ultimo en N°12(1.70 mm). Anexo 9.



6.8. Separación de la cáscara y germen de la semilla de jícara por vía húmeda

6.8.1. Proceso N°1. Mecánico

Este proceso involucra dos equipos un despulpador Jersa y molino de martillo Filz Mill. para el proceso con el despulpador Jersase utilizaron 1000g de semilla de jícara, lavadas con agua del grifo, filtradas con coladores de metal de 4mm de diámetro, se remojó durante 12 horas a 22°C, con una relación de una parte de semilla por 3 partes de agua (1:3) y se introdujo en el despulpador Jersa. Este proceso se repitió con la diferencia que luego del remojo se sometió a cocción a 100°C por 20 minutos con un posterior enfriamiento con agua helada-hielo y luego se pasó al despulpador.

En el proceso mecánico utilizando el molino de martillo Filz Mill se pesaron 1.4Kg de semilla de jícara, de las cuales se dividieron en dos muestras de 0.7Kg, que se lavaron con agua del grifo y frotación manual, se filtraron con coladores plásticos de 4mm de diámetro y se sometieron a remojo por 14 horas a 22°C.

Una de las muestras sólo se filtró y se sometió a la molienda de la misma en el molino de martillo Filz Mill utilizando la malla de diámetro de partícula de 0.30mm.

La segunda muestra se filtró con un colador metálico de 4mm de diámetro, el agua filtrada se pesó y se adicionó la misma cantidad de agua filtrada para realizar el tratamiento térmico a 100°C por 20 minutos. Una vez terminado el calentamiento se enfrió con agua helada, para luego ser triturada en el molino de martillo.

Ambas pastas de semilla de jícara extraídas de este molino (con y sin calentamiento) se introdujeron dentro un forro de tela, para luego ser prensadas con prensas para quesos, para ver si se puede extraer la leche. Anexo 10.



6.8.2. Proceso N°2. Enzimático

El proceso enzimático a su vez se llevó a cabo aplicando tres técnicas diferentes.

Técnica 1. Uso de enzima sobre pasta de semilla de jícara

En este proceso se utilizó 1600g de semilla de jícara, que se lavaron con agua del grifo, se filtró con coladores de 4mm de diámetro de partícula y se sometió a remojo con 3,201 g de agua a 22°C por 12 horas, se filtró la semilla luego de las 12 horas de remojo y se pesó para conocer la cantidad de agua absorbida y la cantidad de agua eliminada para sustituirla por agua purificada, se realizó cocción a 100°C por 20 minutos, se enfrió la muestra con agua helada.

En esta etapa se hizo uso del molino de martillo Filz Mill, con la malla de diámetro de partícula de 0.30 mm, para triturar la semilla. De esta molienda se obtuvo 1200ml, de pasta de semilla de jícara, que se dividió en dos muestras de 600ml colocados en beaker plásticos de 2000ml.

Se hizo uso de la enzima Pectinex Ultra SP-L Novozymes líquida en presentación de un litro, de la cual se extrajo 120µl que se adicionó a ambas muestras de pasta de semilla de jícara precocida, para esta adición de la enzima se tomó en cuenta la relación 1Kg producto/200ppm.

Ambas muestras se introdujeron en un baño maría a 100°C, agitando a 300 rpm hasta que la pasta mantuviera una temperatura constante de 55°C. Una vez alcanzada la temperatura a cada hora se procedió a tomar la viscosidad de la pasta en un viscosímetro estándar RANGES, utilizando el huesillo R6 y R7, a un intervalo de rpm de 5, 10, 20, 30, 50 y 100. Anexo 11 y 12.

Técnica 2. Uso de enzima sobre semilla de jícara, molido y centrifugado

Se partió de 1Kg de semilla de jícara, que se lavó, filtró y dejó en remojo por 12 horas a 22°C aproximadamente en una relación 1:2 semilla - agua, posteriormente del tiempo de



remojo se filtró la semilla y se adicionó la misma cantidad de agua eliminada en un beaker de 2000ml y se añadió 200 ppm de enzima.

Luego se colocó la muestra en un baño maría a 100°C agitando por 4 horas seguidas con Kika- Werke/Eurostarpower-B a 300rpm, hasta alcanzar una temperatura constante de 70°C. La semilla enzimada, se filtró con coladores de metal de 4mm de diámetro de partícula, se pesó y se extrajo 260g de muestra que se secaron en un horno Lindberg/Bluea 70°C por 4 horas y los 783g restantes se trituraron en el molino de martillo Fill Mill, con la malla 00.30mm de diámetro de partícula, obteniéndose una pasta blanquecina, espesa y en la malla quedó retenida la cáscara sin germen.

Una porción de 500 g de pasta se diluyó con 1000 g de agua que se filtraron con coladores de acero inoxidable de tres tipos de diámetro 4,3 y 2 mm. La solución se agitó manualmente y se tomaron 240 ml, que se centrifugaron LABNET a 6000rpm por 10 minutos. Anexo 13.

Técnica 3. Uso de enzima sobre semilla de jícara y aplicación de fricción

Se trabajó con 200g de semilla de jícara adicionando 40µl de enzima líquida Pectinex Ultra SP-L Novozymes, dejando actuar la enzima por 6 horas continuas. Posteriormente la semilla se lavó 5 veces con abundante agua y rotación, se filtró la muestra se introdujo en una bolsa transparente de 1Kg, con agua y se realizó fricción utilizando un Stomacher Lab-Blender 400, por 10 minutos. Anexo 14.

6.9. Proceso N°3. Alcalino

Para el proceso de alcalinización se variaron las técnicas que a continuación se describen.

6.9.1. Pelado de la semilla de jícara con NaOH 10%

Se pesó 100gr de semilla de jícara, que se lavaron con agua del grifo y se sumergieron en una solución de 300ml NaOH al 10%. Esta mezcla se sometió a 70°C por 20 minutos más agitación a 300rpm, para ello se hizo uso de una plantilla magnética DAIGGER, se filtró con



un colador metálico de 4mm de diámetro de partícula, con abundante agua y frotación manual por unos 10 minutos aproximadamente, posteriormente la semilla lavada se le adicionó 50ml de agua, dentro de una bolsa de 1Kg y se colocó dentro de un Stomacher por 10 minutos. Anexo 15.

6.9.2. Pelado de semilla de jícara con el $\text{Ca}(\text{OH})_2$

Se utilizaron de 100 g de semilla de jícara, que se lavaron con agua del grifo y se sumergieron en una solución de 500 ml $\text{Ca}(\text{OH})_2$ al 10% y se sometió a 70°C por 20 minutos con agitación a 300rpm en una plantilla magnética DAIGGER. Transcurrido este tiempo se filtraron con coladores metálicos de 4mm de diámetro de partícula, con abundante agua y frotación manual por 10 minutos, posteriormente se colocó en el interior de una bolsa de 1Kg para ser friccionadas por un Stomacher por 10 minutos. Anexo 16.

6.9.3. Pelado de semilla de jícara con NaOH al 10% con variación del tiempo de calentamiento

Se sometieron 3 muestras de 50 g de semillas de jícara con 200ml de NaOH al 10% a 70°C con agitación de 300rpm, con un tiempo de 10, 15 y 20 minutos respectivamente, luego se filtraron con coladores metálicos de 4mm de diámetro de partícula, con abundante agua y frotación manual por 10 minutos, se colocó en el interior de una bolsa estéril de 1 Kg para ser friccionadas en un Stomacher por 10 minutos.

6.10. Extracción de leche vegetal a partir del germen de semilla de jícara

Se pesaron 100g de semilla de jícara sabanero y se sometieron a un tratamiento con una solución de NaOH al 10% a 70°C con agitación de 300rpm, por 15 minutos, luego se filtró la semilla con coladores metálicos de 4mm de diámetro de partícula y se lavó con abundante agua y frotación manual por unos 10 minutos, luego se colocó en el interior de una bolsa estéril de 1Kg para ser friccionadas por un Stomacher por 10 minutos. La semilla una vez despojada de la cáscara se enzimó con 20µl de Pectinex Ultra SP-L Novozymes, por 3 horas con agitación constante a 55°C, posteriormente se sometió a un segundo proceso de fricción

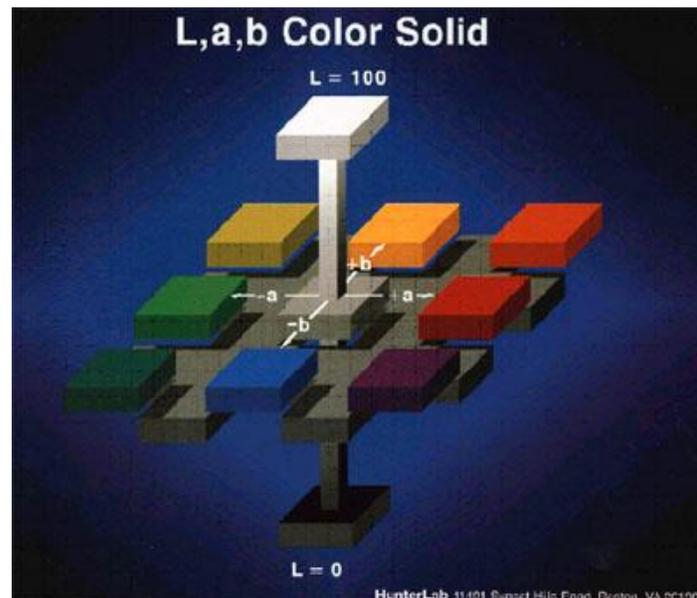


en un Stomacher por 10 minutos consecutivos para despegar el endospermo de la semilla y así obtener el germen.

Para la obtención de la leche vegetal de jícara, se trituro el germen en una licuadora Oster con una relación de una parte de germen por dos partes de agua por un período de 20 minutos luego se filtró al vacío. Posteriormente se pasteurizó la leche a 65°C por 30 minutos. A la leche de semilla de jícara se le determino grasa, proteínas, densidad y color. Anexo 19.

Para la determinación del color en leche vegetal a partir del germen semilla de jícara, se utilizó el ColorFlex de HunterLab, donde se analizó los valores L^* a^* b^* , estos valores describen los colores en tres ejes de coordenadas. El valor L^* mide claridad u oscuridad, en una escala de 0 - 100, siendo el color negro cero y el blanco 100. El valor a^* mide los colores del verde al rojo en una escala de -60 a 60, siendo $a^*(-)$ verde y $a^*(+)$ rojo. El valor de b^* mide del azul al amarillo en una escala de -60 a 60, siendo $b^*(-)$ azul y $b^*(+)$ amarillo, como se aprecia en la figura 2.

Figura 2: HunterLab color solid L^* , a^* , b^*



(Fuentes: Coursewith permission HunterLab, 1995)



6.11. Costo directo de leche vegetal a partir del germen de semilla de jícara.

Se estableció el costo directo de la leche vegetal a partir del germen de semilla de jícara, considerando el costo de la materia prima, el costo energético, consumo de agua y costo de envases.



VII. RESULTADOS Y ANÁLISIS

7.1. Composición de la semilla de jícara sabanero *crecidentia alata (H.B.K)*

En el cuadro 9 se evidencia la composición centesimal de la semilla de jícara sabanero procedente de un expendio de la terminal de buses del departamento de León-Nicaragua, en los que se puede comprobar que tiene un alto valor proteico 38.90% y graso 53.96 % base seca, estos datos al ser comparados con los valores de referencia de semilla de jícara reportados en la tabla de composición de alimentos para uso en América Latina (Instituto Nutricional de C. A y Panamá) se encuentra más elevados que los valores para este tipo de semilla, los porcentajes difieren en dependencia del tipo de suelo.

Cuadro 9: Composición centesimal de la semilla de jícara sabanero

| Análisis proximal | Valor de referencia % | (%)Base húmeda | (%)Base seca | Desviación estándar |
|-------------------|-----------------------|----------------|--------------|---------------------|
| Humedad | 3.4 | 18.5 | 0 | 3.428±0.012 |
| Ceniza | 3.8 | 3.42 | 4.19 | 18.502±0.163 |
| Fibra | 2.4 | 2.39 | 2.93 | 2.391±0.337 |
| Grasa | 39.7 | 43.98 | 53.96 | 44.520±0.115 |
| Proteínas | 30.2 | 31.71 | 38.90 | 31.717±0.985 |
| Total | | 100 | 100 | |

El contenido de humedad encontrado difiere del valor de referencia, la semilla de jícara en estudio fue de 18.5 %, este valor es 5 veces más alto que el de referencia 3.4%, debido a que el proceso de secado de ésta semilla no fue el óptimo, este alto contenido de humedad representó un problema serio para el almacenamiento de la semilla por las condiciones ambientales como las altas temperaturas, alta humedad relativa, que produjo un deterioro total de la misma por la presencia de mohos (esporas) e insectos (escarabajos, polías) y gusanos.



7.2. Caracterización físico - química de la semilla de jícara sabanero

El contenido de polifenoles totales en las muestras de semilla de jícara sabanero A1, A2, B1 y B2 se refleja en el cuadro 10 y la figura 2, expresados como equivalentes en microgramo (μcg) de ácido tánico por ml de muestras, lo que nos revela una buena fuente de polifenoles en la semilla de jícara. En este cuadro 10 se observó que los mayores contenidos de polifenoles están presente en las muestras con los tratamientos B1 con $94.52 \mu\text{cg/ml}$ que es la muestra agitada - calentada y A2 con $85.28 \mu\text{cg/ml}$ que es la muestra en agitada - refluja. El calor en la determinación de los polifenoles permitió una mayor liberación de estos.

Cuadro10: Contenido de polifenoles en la semilla de jícara con y sin calentamiento

| Muestras | Polifenoles $\mu\text{cg/ml}$ | Abs | |
|-------------------------|----------------------------------|---------|---------|
| A1 (agitación) | 64.42600 | 2.72640 | |
| A2 (agitación +reflujo) | 85.28800 | 3.60920 | <740nm> |
| B1 (agitación + calor) | 94.52400 | 4.00000 | |
| B2 (reflujo) | 76.76500 | 3.24850 | |

Sin embargo, no se logró definir claramente los picos de los compuestos fenólicos debido a la alta concentración de las muestras como se refleja en la figura 3 del comportamiento de los compuestos fenólico. En los 4 tratamientos el ruido se mantuvo. Los estándares 1, 2 y 3 utilizados fueron en concentraciones de 89.43, 19.74 y 7.35 μcg de ácido tánico, respectivamente, obteniéndose una mejor curva con el estándar de 89.43 en el que se ve reflejado el comportamiento de las muestras.

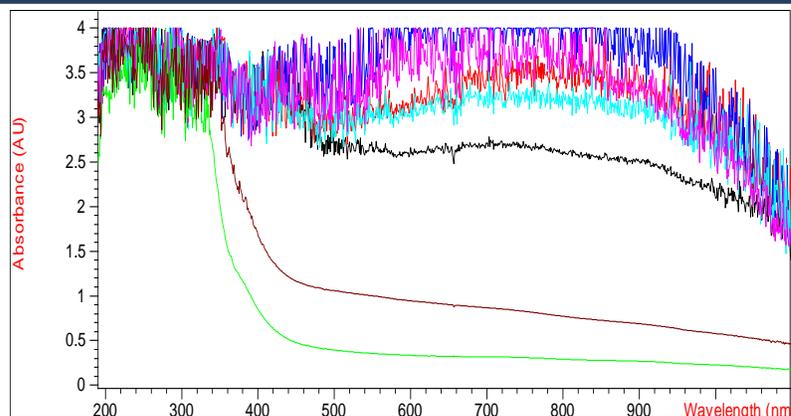


Figura 3:Comportamiento de los compuestos fenólicos en semilla

- A1 (agitación)
- A2 (agitación +reflujo)
- B1 (agitación +calor)
- B2 (reflujo)
- Estandar1
- Estandar2
- Estandar3

de jícara sabanero, en función de la absorbancia (AU) y longitud de onda 740 nm.

El contenido de polifenoles encontrados en la semilla de jícara permite evitar la oxidación de la grasa, ya que actúa como antioxidante natural.

7.3. Perfil sensorial de las diluciones de semilla de jícara

De acuerdo a los resultados de la media aritmética presentados en los cuadros 11,12 y 13 se obtuvo que para la dilución A, presentó un color oscuro, un sabor ligeramente dulce, olor ligeramente a semilla de jícara y apariencia espesa.

Cuadro 11: Análisis de perfil sensorial para la dilución A

| Dilución A | | |
|------------|-----------|------------------|
| Atributo | Sumatoria | Media aritmética |
| Color | 83 | 4 |
| Sabor | 66 | 3 |
| Apariencia | 86 | 4 |
| Olor | 58 | 2 |

La dilución B se caracterizó por un color grisáceo, menos dulce, olor ligeramente a semilla de jícara y de apariencia homogénea.



Cuadro12: Análisis de perfil sensorial para la dilución B

| Dilución B | | |
|------------|-----------|------------------|
| Atributo | Sumatoria | Media aritmética |
| Color | 78 | 3 |
| Sabor | 57 | 2 |
| Apariencia | 65 | 3 |
| Olor | 58 | 2 |

La dilución C presento un color grisáceo, menos dulce, de olor ligeramente a semilla de jícara y de apariencia diluida.

Cuadro13: Análisis de perfil sensorial para la dilución C

| Dilución C | | |
|------------|-----------|------------------|
| Atributo | Sumatoria | Media aritmética |
| Color | 67 | 3 |
| Sabor | 69 | 3 |
| Apariencia | 41 | 2 |
| Olor | 37 | 2 |

Tanto la dilución B y C obtuvieron el mismo valor de la media aritmética para el atributo del color, sabor y olor, diferenciándose en cuanto a la apariencia.

La dilución A fue diferente en cuanto a color, sabor y apariencia siendo el olor el único atributo que se mantuvo constante para las tres diluciones.

De acuerdo a los valores obtenidos en la prueba de perfil la dilución B fue la de mayor preferencia.

7.4. Características físicas de las diluciones obtenidas del extracto de semilla de jícara sabanero

En el cuadro14, se compararon los valores de densidad y viscosidad de las tres diluciones del extracto de semilla de jícara, la dilución B y el C no presentan diferencia en su densidad viscosidad porque la cantidad de agua no influye, sin embargo la dilución A es mucho más



denso y con una apariencia más pastosas lo que se ve reflejado en su viscosidad. Al comparar estas densidades con la de la leche de vaca 1.032 g/ml (Alais.Ch., 2003), ninguna de las diluciones tuvo las características de la leche.

Cuadro 14: Caracterización física de las diluciones vegetales de semilla de jícara

| Muestras | Densidad (g/ml) | Viscosidad (Cp) | °Brix | pH |
|----------|-----------------|-----------------|-------|----|
| A (1:1) | 10.149 | 293.85 | 0 | 7 |
| B (1:2) | 10.032 | 290.75 | 0 | 7 |
| C (1:3) | 10.031 | 289.97 | 0 | 7 |

Al comparar los valores de viscosidad de las tres diluciones con la viscosidad de la leche entera que es de 2.2cp a 20°C (Alais.Ch., 2003), están por encima del valor 294cp- 290cp a 20°C observándose productos viscosos, color grisáceo sin apariencia de leche. Por tanto, este tratamiento no fue factible para lograr las propiedades y características similares de la leche.

En las tres diluciones no se detectó la presencia de sólidos disueltos, expresadas como grados °Brix lo que indica que no hay presencia de azúcares. El valor del pH de los tres extractos es igual al pH del agua que es de 7 y en el caso de la leche de vaca es de 6.6-6.8 (Alais.Ch., 2003).

7.4.1. Características químicas de las diluciones de semilla de jícara sabanero

En el cuadro 15, se ven reflejado los sólidos totales y la acidez de cada una de las diluciones. Los sólidos totales se encontraron en un rango de 89 %- 41%, representados por la grasa, proteínas, fibra, vitaminas, minerales y otros compuestos orgánicos e inorgánicos, al comparar estos valores con los sólidos totales de la leche de vaca 12.8% se estableció una diferencia de 75.9 % para la dilución A, 42.09 % para la B y 27.98 % para la C, con lo que se logró establecer que no hay características similares a la leche de vaca.

En cuanto al valor de acidez esta se expresó como el porcentaje de ácido oleico $C_{18}H_{34}O_2$ ya que se trata de una semilla oleaginosa, como se observa en el cuadro 15, están en un rango de 0.95% - 0.54% el valor más alto lo posee la dilución más concentrada.



Cuadro 15: Sólidos totales y acidez titulable de los extractos de semilla de jícara

| Muestras | Sólidos totales (%) | Acidez titulable (%) |
|----------|---------------------|----------------------|
| A (1:1) | 88.695 | 0.9511 |
| B (1:2) | 54.893 | 0.6794 |
| C (1:3) | 40.776 | 0.5435 |

Como se muestra en el cuadro 16 y figura 4, se evidencia la presencia de polifenoles totales en la pasta de la semilla de jícara, al igual que en la semilla entera. Sin embargo en la pasta se encontró menor cantidad, en comparación con la muestra de la semilla entera B1 94.52400 $\mu\text{cg/ml}$, esto se debe a que esta pasta no contiene todo el germen ni parte de la cáscara, una cantidad de estos quedan retenidos en el tamiz del extractor y separados de la pasta. Al igual que en el tratamiento de la muestra de semilla de jícara, se obtuvo mejores resultados en el tratamiento A2 con 42.06500 $\mu\text{cg/ml}$ y B2 con 36.91500 $\mu\text{cg/ml}$ condiciones donde el calor y la agitación permiten una mayor cuantificación de los polifenoles.

Cuadro16: Contenido de polifenoles en pasta de semilla de jícara con y sin calentamiento

| Muestras | Polifenoles $\mu\text{cg/ml}$ | Abs | |
|------------------------------|----------------------------------|---------|---------|
| A1(reflujo) | 37.98400 | 3.35320 | |
| A2(agitación+ reflujo) | 42.06500 | 3.71350 | <740nm> |
| B2(agitación +calor) | 36.91500 | 3.25890 | |
| B1(calentamiento +agitación) | 28.45300 | 2.51180 | |

En la figura 4, se refleja el comportamiento de los polifenoles a una absorbancia de 740nm para el extracto de semilla de jícara observándose menos ruido en la muestra B2.

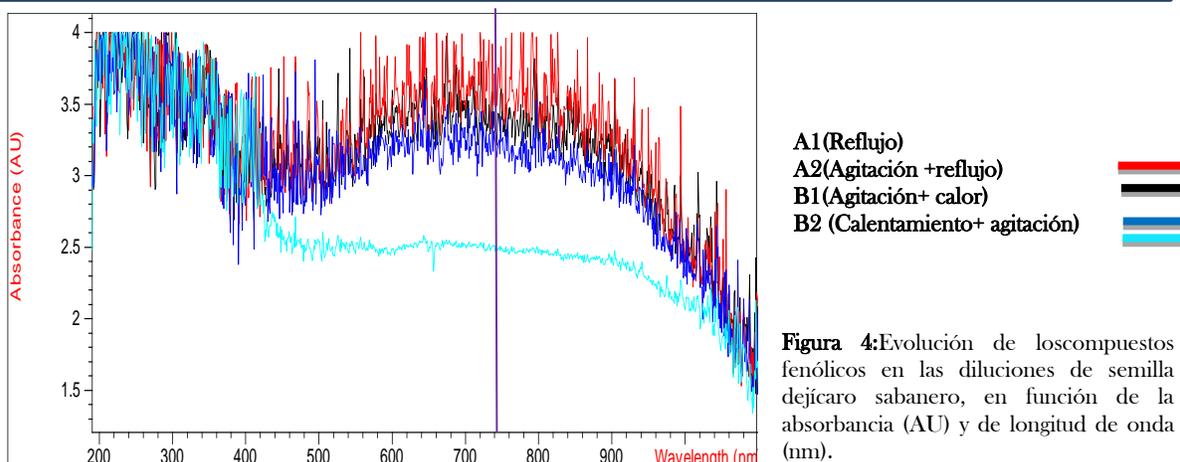


Figura 4: Evolución de los compuestos fenólicos en las diluciones de semilla de jícara sabanero, en función de la absorbancia (AU) y de longitud de onda (nm).

7.4.2. Determinación de la vida útil de las diluciones A , B y C de semillas de jícara sabanero

En el cuadro 17, se reflejan los valores en % de acidez titulable y pH para las tres diluciones de semilla de jícara, en las que se observa un aumento de la acidez a partir de la segunda semana incrementándose este valor a partir de la semana 5, afectando el pH. El aumento de la acidez en la quinta semana fue del 0.94 % y el valor final de pH fue de 6.8.

El pH no varió durante las primeras 4 semanas presentando un valor neutro.

Cuadro 17: Valores de acidez y pH de las diluciones A, B y C de semilla de jícara

| Semana | Dilución | Análisis | |
|--------|----------|------------------|----|
| | | Acidez titulable | pH |
| 1 | A(1:1) | 0.95 % | 7 |
| | B(1:2) | 0.67 % | 7 |
| | C(1:3) | 0.54 % | 7 |
| 2 | A(1:1) | 1.15 % | 7 |
| | B(1:2) | 0.88 % | 7 |
| | C(1:3) | 0.74 % | 7 |
| 3 | A(1:1) | 1.36 % | 7 |
| | B(1:2) | 1.09 % | 7 |
| | C(1:3) | 0.95 % | 7 |



| | | | |
|---|--------|--------|-----|
| 4 | A(1:1) | 1.45 % | 7 |
| | B(1:2) | 1.18 % | 7 |
| | C(1:3) | 1.04 % | 7 |
| 5 | A(1:1) | 2.39 % | 6.8 |
| | B(1:2) | 2.12 % | 6.8 |
| | C(1:3) | 1.98 % | 6.8 |

En el cuadro 18, se ven plasmadas las características sensoriales como el color, olor, sabor y apariencia que acompañada de la determinación del porcentaje de acidez y pH permitieron evaluar la vida útil de las tres diluciones.

Las alteraciones observadas en la quinta semana se reflejaron en olor a producto fermentado, sabor agrio, aumento de la viscosidad y formación de capas blanquecinas en la superficie. Por tanto el tiempo estimado de vida útil para las diluciones fue de 4 semanas ya que se percibieron cambios en la propiedad físico-química de las 3 diluciones.

Cuadro 18: Cambios sensoriales de las diluciones A, B y C de semilla de jícara

| Semana | Dilución | Análisis | | | |
|--------|----------|-------------|-----------------------------|------------|-----------------------|
| | | Sensorial | | | |
| | | Color | Olor | Sabor | Apariencia |
| 1 | A(1:1) | Gris | Intenso a semilla de jícara | Poco dulce | Muy espesa |
| | B(1:2) | | | | Diluida |
| | C(1:3) | | | | Muy diluida |
| 2 | A(1:1) | Gris | Intenso a semilla de jícara | Poco dulce | Muy espesa |
| | B(1:2) | | | | Diluida |
| | C(1:3) | | | | Muy diluida |
| 3 | A(1:1) | Gris | Intenso a semilla de jícara | Poco dulce | Espesa |
| | B(1:2) | | | | Diluida |
| | C(1:3) | | | | Muy diluida |
| 4 | A(1:1) | Gris | Menos intenso | Simple | Espesa |
| | B(1:2) | | | | Diluida |
| | C(1:3) | | | | Muy diluida |
| 5 | A(1:1) | Blanquecino | Fermentado | Ácido | Separación de 2 fases |
| | B(1:2) | | | | |
| | C(1:3) | | | | |



7.5. Optimización de la técnica de extracción para la obtención de leche vegetal a partir de semilla de jícara.

7.5.1. Separación de la cáscara y gérmen de la semilla de jícara por vía seca

De las 5 técnicas de molienda ensayas para separar el gérmen de semilla de jícara de la cáscara, se descartó en un inicio la molienda de semilla tostada y sin tostar en el molino de disco Fryma Koruma debido a que el alto contenido de grasa de esta semilla superior al 40%, provocó una obstrucción en el sistema interno del molino, evitando que este girara y triturara la semilla.

Durante la molienda de semilla de jícara sin tostar en el molino Victoria, se presentó una obstrucción de los discos moledores, similar al presentado con el molino de disco Fryma Koruma, en cambio con la semilla tostada luego de 5 ciclos de moliendas consecutivos se obtuvo una especie de harina muy gruesa como se observa en la figura 5, que hizo imposible separar el gérmen y cáscara por tamizado y al aplicarle otro ciclo de molienda en vez de conseguir la reducción de tamaño de las partículas, se provocó una aglomeración de las partículas siendo aun más imposible de separar como se observa en la figura 6.



Figura 5: Harina de semilla de jícara luego de 5 ciclos consecutivos de molienda en el molino Victoria.



Figura 6: Harina de semilla de jícara luego de 6 ciclos de molienda en el molino Victoria.

En cuanto a la molienda de semilla tostada y sin tostar en el molino de cuchillas Filz Mil y el procesador HORBART (Keinth & Ramírez), en ambos equipos provocaron una desnaturalización de las proteínas de la semilla de jícara, producto del calentamiento, fricción y la presión interna generada. Esta se evidenció con la formación de grumos, que se fundieron con la grasa de la misma volviéndose imposibles de separar, figura 7.



Figura 7:Trasformación de la harina de semilla de jícara obtenida del procesador de alimentos HORBART (Keinth & Ramírez) y molino de cuchillas Filz Mill luego del tamizado.

Los mejores resultados para la obtención de harina como se ve en la figura 8 y 9, se obtuvieron utilizando el molino de martillos con la semilla de jícara tostada y sin tostar, harina con un diámetro de partícula de 0.30mm.



Figura 8: Harina extraída del molino de martillo Filz Mill



Figura 9:Harina extraída del molino de martillo Filz Mill y tamizada

El inconveniente que se obtuvo con la semilla tostada y sin tostar fue que no se logró separar el germen de la cáscara obteniéndose una fusión de ambas partes por lo tanto no se considera la vía seca una opción para la separación del germen y la cáscara de la semilla ya que solo el 1% de la harina presenta características deseables (figura 10).



Figura 10:Harina de semilla de jícabo sabanero tamizada

El análisis de grasa y proteína para el 1% de la harina con características deseables fue de 38.2% y 36.4% respectivamente valores que confirman el potencial nutricional de esta semilla.

7.5.2. Separación de la cáscara y germen de la semilla de jícabo por vía húmeda

7.5.2.1. Proceso mecánico

En cuanto al uso del despulpador Jersa no tuvo ningún éxito en ambas muestras ya que el orificio de salida de la pulpa, salió la semilla igual a como entró, por lo tanto el uso de este equipo para este fin no es adecuado por poseer un cilindro interno que no se adapta a este tipo de semillas.

La extracción de leche vegetal a partir del prensado de las pastas extraídas del molino de martillo Filz Mill a partir de semilla fresca y cocida, se aprecia en las figuras 11, 12 y 13, no fue un proceso eficaz porque no se obtuvo casi nada de leche y la mayor riqueza nutricional queda en una pasta que no posee características físicas similares a una leche vegetal y que por dichas características no es atractivo al consumidor.



Figura 11: Pasta de semilla de jícara obtenida del molino de martillo Filz Mill



Figura 12: Prensado de la pasta de semilla de jícara



Figura 13: Producto del prensado de la pasta de semilla de jícara

La composición química de la pasta de semilla de jícara se observa en el cuadro 19. Los valores de grasa y proteínas corresponden a 43.9 % y 39.02 % base seca lo que de muestra ser una pasta con un valor nutricional importante para la alimentación humana, así mismo se refleja un contenido de polifenoles que debido a su actividad antioxidante tienen un potencial beneficio a la salud humana.

Cuadro 19: Análisis químicos de pasta de semilla de jícara sabanero sin tratamiento térmico

| Análisis | Descripción | |
|---|---------------|-----------|
| | Base Húmeda | Base Seca |
| Humedad (%) | 79.5 | |
| Grasa (%) | 9 | 43.90 |
| Cenizas (%) | 0.94 | 4.58 |
| Proteína (%) | 8 | 39.02 |
| Fibra dietética (%) | 2.8 | 13.65 |
| Carbohidratos totales (%) | 2.5 | 12.19 |
| Carbohidratos disponibles (%) | No detectados | |
| Valor energético en KJ /100g(en kcal/100g) | 474(113) | - |
| Valor energético por grasa en | 340(81) | - |



| | | |
|---|--------------|---|
| KJ/100g(en kcal/100g) | | |
| Polifenoles totales (mg Ácido Gálico/100g muestra) | 22 | - |
| Almidón total (%) | No detectado | |
| Grasa saturada (%) | 2.06 | - |
| Grasa monoinsaturados (%) | 5.33 | - |
| Grasa polinsaturada (%) | 1.81 | - |
| Grasa Trans (%) | No detectada | |

7.5.2.2. Proceso enzimático

La enzimación de la pasta extraída del molino de martillo Filz Mill con la enzima Pectinex Ultra SP-L Novozymes tuvo su efecto aunque no fue el esperado, como se observa en la figuras 14, 15 y 16, la enzima afectó la textura de la pasta pasando de sólida a un poco líquida lo que indicó que la enzima actúa sobre las pectinas que son las responsables de la textura de la semilla; el efecto sobre el color fue nulo ya que permanece el color grisáceo y la turbidez.



Figura 14: Pasta de semilla de jícara antes de la enzimación con enzima Pectinex Ultra SP-L Novozymes.



Figura 15: Enzimación de la pasta de semilla de jícara con enzima Pectinex Ultra SP-L Novozymes en baño maría.



Figura 16: Pasta de semilla de jícara luego de la enzimación con enzima Pectinex Ultra SP-L Novozymes



7.5.2.3. Proceso alcalino

En el proceso alcalino los mejores resultados se obtuvieron con NaOH 10 %, puesto que actuó con mayor rapidez en la liberación de la cáscara de la semilla obteniendo 4 % más de semilla pelada, sin afectar ni color, olor y sabor característico de la semilla, sin embargo el uso del $\text{Ca}(\text{OH})_2$ al 10% afecta la coloración produciendo un germen amarillo y dificultó el desprendimiento de la cáscara como se observa en el cuadro 20 y figura 17 y 18.

Cuadro 20: Comportamiento de NaOH vs $\text{Ca}(\text{OH})_2$ en el pelado químico de semilla de júcarosabanero

| Muestra | Tratamiento | Rendimiento | | Observaciones |
|------------------|--|-------------|--------|---|
| | | Cáscara | Gérmén | |
| Semillas 100g | NaOH al 10%, a 70°C por 20 min a 300 rpm | 12g | 84g | No afecta el sabor, color y olor del germen. Mayor rapidez del pelado. Eliminación total de la cáscara. |
| Semilla 100g | $\text{Ca}(\text{OH})_2$ al 10% a 70°C por 20 min a 300 rpm | 8g | 88g | No afecta el sabor pero si el color y olor. Mayor dificultad en el pelado No se elimina en la totalidad la cáscara. |



Figura 17: Semilla de júcaro pelada con solución de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ al 10%



Figura 18: Semilla de júcaro pelada con solución de NaOH al 10%



7.6. Pelado de semilla de jícara con NaOH al 10% con variación del tiempo de calentamiento

En el cuadro 21 y figura 19, se observa que el mejor resultado para la separación del germen y eliminación de la cáscara fue con NaOH al 10% y la combinación del tiempo de 15 minutos, que no afectó las características organolépticas del color, olor y sabor del producto.

Es importante destacar que a mayor tiempo de exposición de la semilla con la solución de NaOH es menor el tiempo de pelado.

Cuadro 21: Evaluación de tres tratamientos de pelado químico con soluciones NaOH al 10% en semilla de jícara sabanero

| Especificaciones | Tratamientos | | | | | |
|----------------------|---|----------------|---|----------------|--|----------------|
| | 1 | | 2 | | 3 | |
| Muestra | 50g semilla de jícara | | 50g semilla de jícara | | 50g semilla de jícara | |
| Reactivo | NaOH al 10% | | NaOH al 10% | | NaOH al 10% | |
| Temperatura | 70°C | | 70°C | | 70°C | |
| Tiempo | 10 minutos | | 15 minutos | | 20 minutos | |
| Agitación | 300rpm | | 300rpm | | 300rpm | |
| Rendimientos | Cáscara | Semilla | Cáscara | Semilla | Cáscara | Semilla |
| | 6g | 42g | 6g | 42g | 6g | 42g |
| Observaciones | No cambio color sabor y olor de la semilla | | No cambio color sabor y olor de la semilla | | Cambio el color sabor y apariencia de la semilla | |
| | Eliminación total de la cáscara | | Eliminación total de la cáscara | | Eliminación total de la cáscara | |
| | No se elimina la segunda cáscara (endospermo) | | No se elimina la segunda cáscara (endospermo) | | No se elimina la segunda cáscara (endospermo) | |



Figura 19: Tres tratamientos de pelado de semilla de jícara con soluciones de NaOH al 10%.



TratamientoN°1

TratamientoN°2

TratamientoN°3

Del germen obtenido del tratamiento 2 se le determinó el contenido graso y proteínico con un 43.2% de grasa siendo en un 24.5% superior al de soya ya que esta posee 18.7% de grasa, en cuanto al contenido de proteínas 36.9%, es superior en un 2.6% en cuanto al 34.3% de la soya.

7.7. Flujo tecnológico de proceso para la extracción de leche vegetal a partir del germen de semilla de jícara sabanero.

Los ensayos realizados permitieron establecer el flujo tecnológico de proceso optimizado para la extracción de leche vegetal a partir de germen de semilla de jícara sabanero (*Crescentia alata*) (B.H.K) que se puede observar en el cuadro 22 y figura 20, donde se establece la carta tecnológica para el proceso optimizado.

La temperatura para el almacenamiento del producto terminado a refrigeración de 4°C - 6°C.



Cuadro 22: Carta tecnológica para el proceso de extracción de leche vegetal a partir del germen de semilla de jícara

| Operación | Descripción | Parámetros | Equipos |
|-----------------------------|---|--|--|
| Recepción y pesado | Se receipta Semilla de jícara y se pesa la cantidad de semilla de jícara a utilizar. | Humedad del 4 % - 5 % | Cilos de acero inoxidable o aluminio con ventilación. Bascula analítica para granos. |
| Limpieza y selección | La semilla de jícara se limpiar y se selecciona con el objetivo de remover los materiales extraños, como piedras, cáscara, semillas malas, basura, tierra, etc. | Semilla entera libre de pulpa y otros desperdicios. | Mesas de acero inoxidable y superficie lisas. Coladores de acero inoxidable de diámetro de partícula de 4 mm. |
| Lavado | Posteriormente se enjuaga la semilla seleccionada con agua, para remover todas las impurezas aun presentes entre la semilla. | Agua potable libre de contaminantes | Panas plásticas o de acero inoxidable. Coladores de acero inoxidable de diámetro de partícula de 4 mm. |
| Tratamiento alcalino | Consiste en ablandar o desprender la cáscara que esta en contacto con la semilla de jícara. | Solución de NaOH al 10 % a 70°C por 15 minutos a 300 rpm -2000 rpm | Ollas o recipientes de acero inoxidable o vidrio. Cocinas eléctricas o plantillas magnéticas. Agitadores. Campana de extracción de gases. |
| Pelado | Provoca una fricción | Por 10 minutos | Stomacher |



| | | | |
|-------------------------------|--|---|--|
| | entre la semilla y las paredes del equipo provocando el desprendimiento de la cáscara de la semilla de jícara gracias al ablandamiento por el ataque químico previo. | | |
| Tratamiento enzimático | Efecto de esta enzima sobre las pectinas de la semilla de jícara causando un proceso de precipitación y eliminación de estos compuestos. | Pectinex Ultra SP-L Novozymes líquida a 200 ppm a 55°C por 3 horas a 300 rpm - 2000 rpm | Ollas o recipientes de acero inoxidable o vidrio. Plantilla magnética. Agitadores. |
| Pelado | Provoca una fricción entre la semilla despojada de la cáscara y las paredes del equipo provocando el desprendimiento del endospermo de la semilla de jícara gracias al ablandamiento por el tratamiento enzimático previo. | Por 10 minutos | Stomacher |
| Extracción | El germen se muele con agua fría en la licuadora industrial, con una proporción de 3 partes por cada de parte de | (1:3) germen - agua | Licuadora industrial |



| | | | |
|-----------------------|---|--|--------------------------------|
| | gérmen. | | |
| Filtrado | El filtrado al vacío de la leche garantiza una retención mayor de las partículas. | Temperatura de 24°C | Equipo al vacío |
| Pasteurización | Tratamiento térmico para provocar la destrucción de los Microorganismos patógenos que afectan la salud de quienes lo consumen y los microorganismos que originan su alteración. | 65°C por 30 minutos | Baño María |
| Enfriado | Se realiza a través de un choque térmico rápido con agua fría pasando de 65°C a 30°C. | 30°C - 37°C | Panas de acero plásticas. |
| Empacado | Una vez que la leche alcanza la temperatura entre los 30°C - 37°C se envasa. | Botellas de polietileno, transparentes y de 600ml. | Envasadora de jugos |
| Almacenado | En refrigeración | 4°C - 6°C | Refrigeradoras o mantenedoras. |



Diagrama de flujo para la extracción de leche vegetal a partir del germen de semilla de Jícaro Sabanero (*Crescentia alata*) (H.B.K)

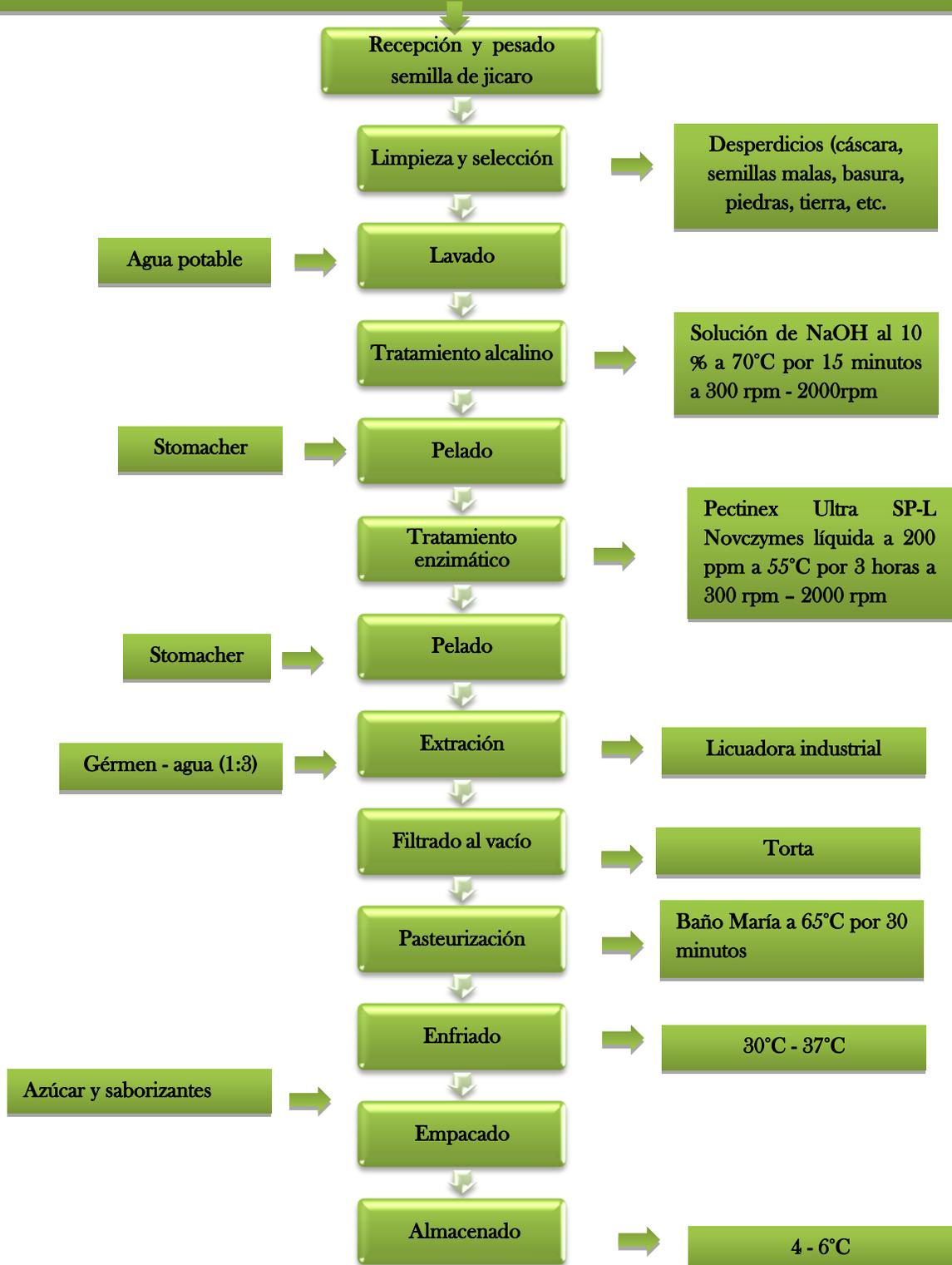


Figura 20: Proceso de elaboración de leche vegetal a partir de germen de semilla de jícaro sabanero



En el cuadro 23, se refleja diferencia entre la leche sin filtrar y filtrada, siendo el valor de la leche sin filtrar 1.025 g/ml el valor más próximo al de la leche de vaca 1.032 g/ml.

En cuanto al contenido de grasa para la leche del germen de jícara sin filtrar fue de 10.4 % siendo tres veces más alto este contenido en comparación con las de la leche de vaca del 3.4 % y para la leche de soya que presenta 2 %; el contenido proteico fue de 8 % superior en un 4.8 % a la leche de vaca(3.2 %) y a la leche de soya (3.6 %) superándola en un 4.6 %.

Los valores reflejados en el cuadro 23 muestran claramente que la mayor riqueza del germen queda retenida en la torta con un 19 % de grasa y un 13.6 % de proteínas.

Cuadro 23: Densidad y contenido proteico y graso de la leche a partir del germen de la semilla de jícara sabanero

| Descripción | Análisis | | |
|--|-----------------|-----------|--------------|
| | Densidad (g/ml) | Grasa (%) | Proteína (%) |
| Leche vegetal del germen de semilla de jícara | 1.0252 | 10.4 | 8 |
| Leche vegetal del germen de semilla de jícara filtrado | 0.9933 | 2.1 | 1.5 |
| Torta de semilla de jícara | - | 19 | 13.6 |

En el cuadro 24, se ve reflejado la medición de color en la leche vegetal de germen de semilla de jícara con el diagrama de Hunter en el que no hubo cambios perceptibles al ojo humano a los 12 días de la medición. Valores que tienden a la coloración blanquecina, muy similar a la leche de vaca.



Cuadro 24: Análisis del color en leche vegetal a partir del germen de semilla de jícara sabanero por 12 días

| Día | Muestra | L* | a* | b* | DE* |
|-----|---|-------|-------|-------|-------|
| 1 | Leche vegetal del germen de semilla de jícara | 86.63 | -0.33 | 12.53 | 42.13 |
| 3 | Leche vegetal del germen de semilla de jícara | 86.41 | -0.63 | 11.98 | 41.77 |
| 5 | Leche vegetal del germen de semilla de jícara | 86.2 | -0.2 | 11.54 | 41.86 |
| 8 | Leche vegetal del germen de semilla de jícara | 85.68 | -0.14 | 13.92 | 41.53 |
| 10 | Leche vegetal del germen de semilla de jícara | 85.82 | -0.54 | 14.07 | 41.4 |
| 12 | Leche vegetal del germen de semilla de jícara | 85.35 | 0.06 | 13.73 | 41.39 |

L* (claridad u oscuridad)

a* (colores del verde al rojo)

b* (azul al amarillo)

DE* > 2 se puede percibir por el ojo humano

7.8. Estructura del costo directo para leche vegetal de semilla de jícara

En el cuadro 28, se refleja el costo directo para la producción de 110 L, de leche vegetal a partir de 100 Kg de semilla de jícara de la cual se obtuvo 84.4 kg de germen utilizados para la extracción de los 110 litros de leche.

Siendo el costo de producción por litro de \$ 2.56 que al aplicar el 20 % de utilidad el valor de venta sería de \$ 3.11. Al comparar el precio de otras leches vegetales como la de almendras con un valor de \$ 28 los 500 ml se noto que la leche de semilla de jícara es más barata en un 11 %. Por lo que este producto es rentable por tener precio accesible al consumidor y por su gran aporte nutricional.



Cuadro 25: Costo directo de producción de 110 litros de leche vegetal a partir del germen de semilla de jícara

| Costo | Unidades | Cantidad | C\$ |
|---------------|----------------|----------|----------|
| Materia prima | Kg | 100 | 4,180.00 |
| NaOH | Kg | 8.44 | 229.13 |
| Enzima | L | 1 | 581.76 |
| Energía | Kw | 111.17 | 587.17 |
| Agua | m ³ | 20 | 156.20 |
| Envase | L | 110 | 660.00 |
| Total | | | 6,843.85 |



VIII. CONCLUSIÓN

- La composición centesimal de la semilla de jícaro permite utilizarla como una excelente fuente alimenticia principalmente por su alto valor proteico y graso 38.9 % y 53.96% respectivamente.
- A partir de la semilla entera de jícaro sabanero se obtiene una pasta que al diluirla no presenta características organolépticas de leche vegetal, sin embargo posee un contenido proteico y graso 39.02 % y 43.90 % respectivamente importante.
- La combinación del tratamiento alcalino con NaOH al 10 % a 70°C por 15 minutos y la utilización de enzima Pectinex Ultra SP-L Novczymes líquida a 200 ppm a 55°C permitió obtener leche vegetal a partir del germen de semilla de jícaro sabanero (*Crescentia alata*) (H.B.K), logrando optimizar la técnica de extracción.
- La leche vegetal extraída del germen de semilla de jícaro representa una alternativa nutricional viable con un 1.5 % de proteína y 2.1 % de grasa.
- La elaboración de un litro de leche vegetal a partir del germen de semilla de jícaro tiene un costo directo de \$ 2.56 y un precio de venta \$ 3.11 por litro, por tanto la industrialización del producto se considera factible tratándose de una materia prima de consumo popular en la región y además que su cultivo forma parte de los sistemas silvopastoriles.



IX. RECOMENDACIONES

- Estudiar tipos de polifenoles en semilla de jícara, ya que son compuestos químicos que actúan como antioxidantes naturales representando una fuente importante de estos para la prevención y/o modulación de enfermedades.
- Estudiar la solubilidad de las proteínas con el fin de aprovechar el contenido proteico de la torta vegetal del germen de semilla de jícara sabanero.
- Caracterizar la pared celular de la semilla de jícara con el propósito de conocer su composición (Lignina, hemicelulasas, celulosa, etc.) e identificar los tipos de enzima, para su aislamiento y utilización de estos en otros productos.



X. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ALAIS. CH. (2003). Ciencias de la leche: principios de la técnica lechera. Editorial reverté, S.A. 4ta edición. Paris.
- AACC. (1974). Cereal Laboratory Methods,. Rev.7th ed. American Association of Cereal Chemists.St. paul. MinnU.S.A. Recuperado de: <[http://www.ispch.cl/lab_amb/met_analitico/doc/.../alimentos .pdf](http://www.ispch.cl/lab_amb/met_analitico/doc/.../alimentos.pdf)>
- AOAC. (1990).Official Methods of análisis,. Rev.11th ed. Association of Official Analytical Chemists. Washington, D.C.U.S.A. Recuperado de: <http://www.ispch.cl/lab_amb/met_analitico/doc/.../Proteina.pdf>
- BELLO, A., B., & OKEZIER, B., O. (1998). Effect of extraction conditions on the extractability of winged bean. (psophocarpustetragonolobus (L) DC). Proteinas. J. Alimentos Sci, 54(6):1998-1990. Recuperadode:<http://cdigital.dgb.uanl.mx/te/1080124462/1080124462_02.pdf>
- CASSINI, A. S., TESSARO, I. C., MARRCZAK, L. D., & PETIRLE, C. (2010). Ultrafiltration of wastewater from isolated soy proteína production. A comparison of three UF membranasJournalof Cleaner production, 18 (260-265). Recuperado de: <http://www.biotecnologia.upibi.ipn.mx/recursos/posgrado/.../mc_jporras.pd>
- CARTAY. RAFAEL. (2008).Una hojeada al comercio mundial de los alimentos. Centro de Investigaciones Agroalimentarias, Universidad de Los Andes, Venezuela. P. 2. Recuperado de: <http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/17759/1/articulo5_2.pdf>
- CHAVARRÍA. M., MARÍA L. (2010). “Determinación del tiempo de vida útil de la leche de soyamediante un estudio de tiempo real”. Seminario de



graduación. Tecnólogo en Alimentos. Escuela Superior Politécnica del Litoral. Guayaquil - Ecuador. p.1,7-9.

- CUENTA RETO DEL MILENIO. (2007). Oportunidades para la agricultura en León-Chinandega. NICARAGUA. Recuperado de:
<<http://www.cuentadelmilenio.org.ni/cedoc/02negrural/03%20Conglomerado%20Agricola/01%20Documentos%20Normativos/15%20Oportunidades%20para%20la%20Agricultura%20en%20Leon%20y%20Chinandega.pdf>>
- DE LUNA, JIMÉNEZ, A.,(2007). Composición y procesamiento de la soya para consumo humano. Investigación y ciencias de la Universidad de Aguascalientes 15(037), 35-44. Recuperado de:<http://www.biotecnologia.upibi.ipn.mx/recursos/posgrado/.../mc_jporras.pd...>
- DELGADO, CÁCERES, M. (1973). Estudio de semilla de jícara y algunas de sus Características (Crescentia alata) (6-25). León- Nicaragua, Universidad de Nicaragua [Unan LEÓN].
- DOXASTAKIS, G., PAPAGEORGIOU, M., D., IRAKI, M., PAPALAMPROV. E., D'AGOSTINA, A, Y OTRO. (2007). Technological properties and non-enzymatic browning of White Dupin proteína enrihend spaghetti. Química de alimentos (101), 57-84. Recuperado de:<http://www.biotecnologia.upibi.ipn.mx/recursos/posgrado/.../mc_jporras.pd...>
- EL NUEVO DIARIO. (2012). Nicaragua presentará al Sica su modelo de seguridad alimentaria y nutricional. Managua-Nicaragua/ACAN-EFE. Recuperado de:<<http://www.elnuevodiario.com.ni/nacionales/252477>>



- ESCUDERO, G.(2009). © Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) Nicaragua. La contribución de IICA al desarrollo de La Agricultura y Las comunidades rurales. Recuperado de: <<http://www.iica.int.ni>.
- FIGUEROA MADRID S. A. & BRESSANI. R. (2000).Recursos alimenticios vegetales con potencial de explotación agroindustrial de Guatemala. Elaboración de leche vegetal a partir de la semilla del fruto de morro (*Crescentia alata*) Archivos Latinoamericanos de Nutrición, Vol.50 (2), 1-15.Recuperado de: <<http://www.pahef@paho.org>
- GOYENOLA. GUILLERMO. (2007). Guía para la utilización de las Valijas Viajeras -Determinación del pH. Red de Monitoreo Ambiental Participativo de Sistemas Acuáticos. RED MAPSA. P.1. Recuperado de:<<http://imasd.fcien.edu.uy/difusion/educamb/.pdf>
- HUESA, A. (1983).concentrados y aislados proteicos a partir de harina de leguminosas. Alimentación: Equipos y Tecnología. España. P. 97. Recuperado de: <http://cdigital.dgb.uanl.mx/te/1080124462/1080124462_02.pdf
- INTA: Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria. (2011). Semilla de Jícara-La fruta de usos múltiples. [Versión electrónica].Recuperado de: <<http://www.file:///C:/Users/Familias%20NRSLB/Documents/d6c40ent6s/JICARO/INTA.htm>
- JOCHIMS. K., & REICHEL. B. (2012). El mundo de Jícara. Managua-Nicaragua Jicarosa Recuperado de: <<http://www.jicaroworld.com/contenido.html>
- JOCHIMS. K. (2008). Ideas Nicaragua innovación para el desarrollo.Managua-Nicaragua: Jicarosa. Recuperado de: <<http://www.file:///C:/Users/Familias%20NRSLB/Documents/d6c40ent6s/JICARO/viwer.html>



- LEÓN, R., GUALBERTO. G & ROSERO, D., ERNESTO. A. (2009). Obtención de jugo clarificado de uvilla (*Physalis peruviana.L.*), utilizando degradación enzimática y micro filtración tangencial. Tesis. Ingeniería Agroindustrial. Universidad Técnica del Norte. Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales. Ibarra - Ecuador.p.19-22,25-26.
- MOURE, A., J., S., DOMÍNGUEZ, A., & PARAJÓ, J.C. (2006). Fuctionally of oilseed proteinaproducts: A review.Food Research International'. (39), 945-963. Recuperado de: <http://www.biotecnologia.upibi.ipn.mx/recursos/posgrado/.../mc_jporras.pd...>
- PAÉZ.L., LÓPEZ.N., SALAS.K., SPALDILIERO.A. & VERDE.O. (2002). Características físico-químicas de la leche cruda en las zonas de Aroa Y Yaracal, Venezuela. Instituto Politécnico Nacional del Distrito Federal de México. Científica, vol.12 (002). 03p.
- PAREDES. SERGIO., (2009). Curiosidades de la densidad. Clúster divulgación científica. Recuperado de: <<http://cluster-divulgacioncientifica.blogspot.com/2009/05/curiosidades-con-la-densidad.html>>
- PETERSON .G. L, (1979).Review of the Folin protein quantitation method of Lowry, Rosebrogh, Farr and Randall, Analytical biochemistry, Vol. 100 N°.2, 1979, 201-220. Recuperado de: <<http://www.edu.xunta.es/cfr/ferrol/recursos/arquivo/...sensorial/as2.ppt>>
- POMERANZ, Y. (1991).Fuctionalpropeties of foodcomponents(2ed.).San Diego, California, Estados Unidos de Norteamérica:AcademicPress. Recuperado de: <http://www.biotecnologia.upibi.ipn.mx/recursos/posgrado/.../mc_jporras.pd...>
- VIOQUE, J., SANCHES-VIOQUE, R., PEDROCHE, J., YUST, M.M, & MILLAN, F. (2001). Obtención y aplicaciones de concentrados protéicos. Grasas



y aceites, Vol.52. (2), 127-131. Recuperado de: <[http://www. Grasas y aceites/Documents/html](http://www.Grasas y aceites/Documents/html)

- WALSTRA. P., GEURTS. J.T., NOUMEN. A., JELLEMA. A., VAN BOEKEL.M.A.J.S. (1999). Dairy Technology. Principles of Milk properties and processes. Department of Food Science Wageningen Agricultural University Wageningen, the Netherlands. 29p.

XI. ANEXOS

Anexo 1: Pasta de semilla de jícara sabanero.

Molinera y Extractor Sunpentown CI-010



Pasta vegetal de semilla de jícara sabanero



Anexo 2: Ficha de cata de leche vegetal de semilla de jícara sabanero

Estimado catador, a continuación se presentan 3 muestras de leche vegetal a partir de semilla de jícara, le solicitamos que marque con una X para cada atributo considerando la escala que se le presenta a continuación.

| COLOR | Blanco | Menos blanco | Gris | Oscuro | Negro |
|---------------|---------------|---------------------|-------------|---------------|--------------|
| Código | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| A | | | | | |
| B | | | | | |
| C | | | | | |

| SABOR | Dulce | Poco dulce | simple | Poco amargo | Amargo |
|---------------|--------------|-------------------|---------------|--------------------|---------------|
| Código | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| A | | | | | |
| B | | | | | |
| C | | | | | |

| APARIENCIA | Muy diluida | Diluida | Homogénea | Espesa | Muy espesa |
|-------------------|--------------------|----------------|------------------|---------------|-------------------|
| Código | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| A | | | | | |
| B | | | | | |
| C | | | | | |

| OLOR | Intenso a semilla de jícara | Menos intenso | Ligeramente a semilla de jícara | Poco olor a semilla de jícara | Sin olor |
|---------------|------------------------------------|----------------------|--|--------------------------------------|-----------------|
| Código | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| A | | | | | |
| B | | | | | |
| C | | | | | |

Anexo 3: Determinación de la densidad de la leche vegetal de la semilla de jícara sabanero con el método del pignómetro.



Anexo 4: Cápsulas de porcelana con las diluciones de pasta desecadas para la determinación de sólidos totales.



Anexo 5: Molienda de la semilla de jícara sabanero con el molino de disco Fryma Koruma



Anexo 6: Molienda de la semilla de jícara sabanero con el molino manual de granos Victoria



Anexo 7: Molienda de la semilla de jícara sabanero en el molino Filz Mill



Anexo 8: Molienda de semilla de jícara sabanero e el procesador de alimentos de cuchillas HORBART (Keinth & Ramírez)



Anexo 9: Tamizado de las harinas de semilla de jícara sabanero

Ensamblado entre sí de los tamices de menor a mayor tamaño, siendo la base el plato siego.



Ensamblado en el tamizador de los tamices más la adición de la muestra.



Tamizado de la muestra



Pesado de cada tamiz luego de 10 minutos en el tamizador.



Anexo 10: Pastas prensada de semilla de júcaro

| | | | |
|---|-------------------------|---|--|
| Parte de Cascar retenida en la malla 00.30 | Pasta de semilla | Preparación de la pasta para el prensado | |
|---|-------------------------|---|--|



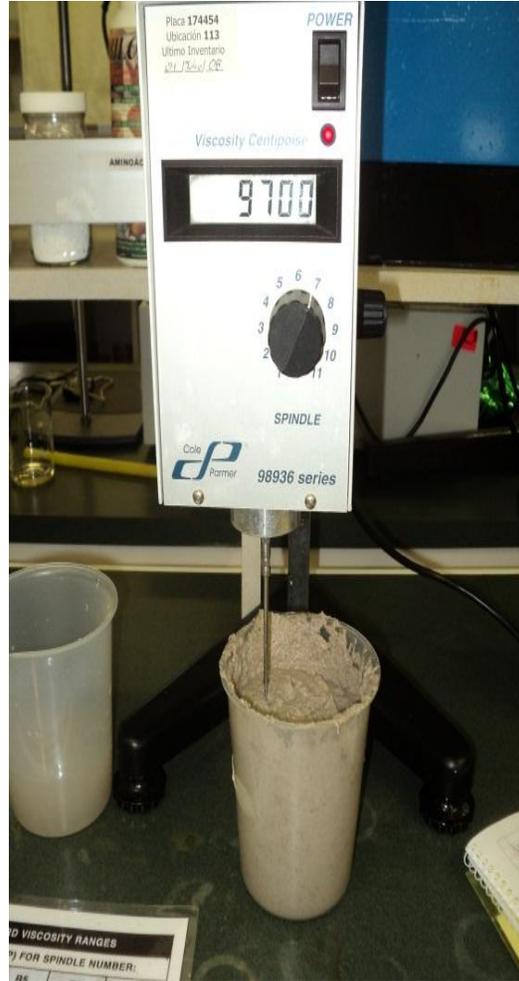
| | | | |
|--|-----------------------------|--------------|--------------|
| Prensado de la pasta por 10 minutos | Un poco del filtrado | Pasta | Leche |
|--|-----------------------------|--------------|--------------|



Anexo 11: Enzimación de pasta de semilla de jícaro y medidas de viscosidad con el viscosímetro Ranges



Enzimación de pasta de semilla de jícaro a 55°C (Baño María) y agitación a 300rpm



Medidas de Viscosidad en Pasta Enzimada de Semilla de Jícaro cada hora

Anexo 12: Pasta enzimada de semilla de jícaro sabanero

Pasta de semilla de jícaro antes de enzimar



Pasta de semilla de jícaro después de un proceso de 6 horas continuas de enzimación



Anexo 13: Enzimación directa de la semilla de jícara sabanero con Pectinex Ultra SP-L Novczymes a 200 ppm



Enzimación de la semilla jícara en baño maría a 100°C por 4 horas

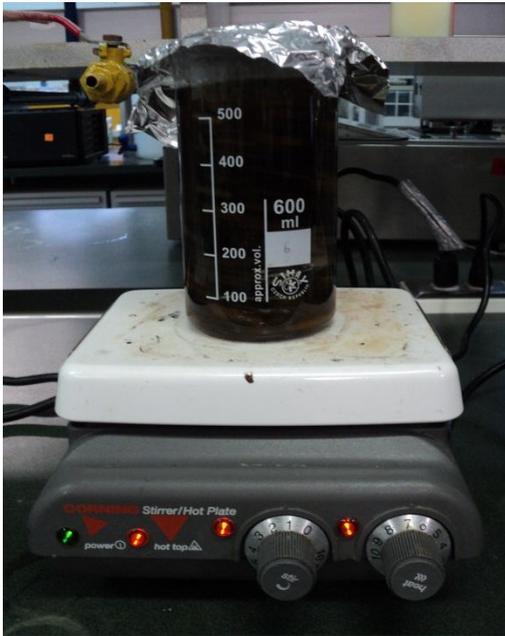
Centrifugación de la pasta a partir de la molienda de semilla de jícara enzimada



Anexo 14: Enzimado, lavado y pelado de la semilla de jicaro en un Stomacher



Anexo 15: Pelado de la semilla de jícara con NaOH al 10 %



Cáscara de semilla de jícara

Gérmen de semilla de jícara con endospermo



Anexo16: Pelado de semilla de jícara con el $\text{Ca}(\text{OH})_2$



Gérmen de semilla de jícara despojado de la cáscara con $\text{Ca}(\text{OH})_2$



Anexo 17: Gérmen de semilla de jícara sabanero



Anexo 18: Torta de semilla de jícara obtenida luego del filtrado



Anexo 19: Leche vegetal de semilla de jícara sabanero

