

UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO

FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERIA EN ALIMENTOS

EXTRACCION DE ALMIDÓN DE ACHIRA (*Canna Edulis.*) Y MODIFICACIÓN POR ACETILACIÓN Y DOBLE DERIVATIZACIÓN

Perfil de Proyecto de Investigación previo a la obtención de Título de Ingeniero en Alimentos.

Por: Julio Hernán Ribera Pilatasig

Tutor: Ing. Danilo Morales.

Ambato – Ecuador

2006

INDICE

Paginas

CAPITULO I

EL PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. CRITERIO DEL PLANTEAMIENTO.....	1
1.2. CONTEXTUALIZACION.....	1
1.2.1. ANÁLISIS MACRO.....	2
1.2.2. ANÁLISIS MESO.....	3
1.2.3. ANÁLISIS MICRO.....	3
1.2.4. ANÁLISIS RÍTICO.....	4
1.2.5. PROGNOSIS.....	4
1.2.6. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	5
1.2.7. DELIMITACION DEL PROBLEMA.....	6
1.2.8. INTERROGANTES.....	6
1.3 OBJETIVOS.....	6
1.4. JUSTIFICACIÓN.....	7

CAPITULO II

MARCO TEORICO.

2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.....	9
2.2 FUNDAMENTACION FILOSOFICA.....	11
2.3 FUNDAMENTACION LEGAL.....	13
2.4 CATEGORIAS FUNDAMENTALES.....	14
2.4.1 DESCRIPCION DEL PROCESO.....	15
2.5 HIPOTESIS.....	19
2.6 SEÑALAMIENTO DE VARIABLES DE LA HIPOTESIS.....	19

CAPITULO III

3.1 METODOLOGIA.....	20
3.2 MODALIDAD BASICA DE LA INVESTIGACION.....	20

3.3 NIVEL O TIPO DE INVESTIGACION.....	20
3.4 POBLACION Y MUESTRA.....	21
3.5 OPERACIONALIZACION DE VARIABLES.....	23
3.6 TECNICAS E INSTRUMENTOS.....	25
3.7 PROCESAMIENTO Y ANALISIS.....	29

CAPITULO IV

MARCO ADMINISTRATIVO

4.1 RECURSOS

RECURSOS INSTITUCIONALES.....	30
RECURSOS HUMANOS.....	30
RECURSOS FÍSICOS.....	30
RECURSOS ECONÓMICOS.....	31
DETALLE DE LOS RECURSOS.....	32

4.2 CRONOGRAMA.....

4.3 BIBLIOGRAFIA

4.4 ANEXOS

ANEXO 1.

DIAGRAMA DE FLUJO PARA LA MODIFICACIÓN DEL ALMIDÓN
POR EL MÉTODO DE ACETILACIÓN

ANEXO 2.

DIAGRAMA DE FLUJO PARA LA MODIFICACIÓN DEL ALMIDÓN POR EL
MÉTODO DE DOBLE DERIVATIZACIÓN

ANEXO 3.

Glosario de Términos

CAPITULO I

EL PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. CRITERIO DEL PLANTEAMIENTO

La producción de almidones es una de las agroindustrias más importantes a nivel mundial. Su uso se extiende no solo a la industria de los alimentos sino a otras industrias, tales como textil, papel, fármacos, petróleo, etc. (Pérez, E 1996). Entre las principales fuentes de almidón se encuentran los cereales, tubérculos, raíces y leguminosas. El maíz, batata, yuca, trigo y papa son los principales insumos que se exportan a nivel mundial para la producción para la producción de almidón (Costeretag, 1993).

De la gran demanda de almidones surge la necesidad de buscar las alternativas para obtener fuentes de carbohidratos, es así que en la presente investigación se estudia la tecnología para la extracción del almidón de achira así como el estudio de las características del almidón modificado por acetilación y doble derivatización.

El almidón de achira constituye una gran fuente de materias primas para las más variadas industrias del área de los alimentos, es así que el almidón de achira es consumido como bizcochuelos, almojábanas, panecillos, como espesantes en sopas instantáneas y coladas para niños, en la industria de productos enlatados, en la fábrica de salsas, como rellenos en productos dietéticos y en la elaboración de gomas dulces, entre otros.

1.3. CONTEXTUALIZACION

Las Raíces y Tubérculos Andinos son fuentes importantes de energía, debido a su contenido de almidón, éste es un polímero de glucosa y constituye una fuente energética natural privilegiada para la alimentación de los seres vivos y principalmente del hombre. El almidón es después de la celulosa, la principal sustancia glucídica sintetizada por los vegetales superiores a partir de la energía

solar. Debido a que los gránulos de almidón ejercen una presión osmótica muy baja, las plantas pueden almacenar grandes cantidades de D-glucosa en una forma muy accesible, sin romper el balance de agua de sus tejidos.

Los diferentes tipos de almidones se diferencian entre sí, por el tamaño de los gránulos, su apariencia microscópica, sus características físicas y su constitución química, pues existen almidones que están constituidos por una mayor cantidad de amilosa y otros de amilopectina; los primeros tienen importancia en el campo de las fibras y plásticos, y los segundos en el campo alimenticio (Inatsu et al., 1983).

La diversidad de propiedades funcionales específicas de los almidones necesarias para la industria alimentaria es casi ilimitada. Ningún otro ingrediente proporciona textura a tan gran variedad de alimentos como el almidón. Ya sea que se trate de sopas, cocidos, salsas, relleno para tartas o flanes, jugos, compotas, coladas; el almidón proporciona un producto consistente y estable durante el almacenamiento, al gusto del consumidor.

Estas características se están obteniendo cada vez más de almidones tropicales, a consecuencia de la demanda creciente de alimentos naturales.

1.2.1. ANÁLISIS MACRO

En USA uno de los principales almidones que importan es el almidón de papa, seguido por el almidón de maíz modificado y finalmente por el almidón de Yuca. Hasta finales de los años cincuenta la achira (*Canna Edulis.*) fue un alimento permanente en la dieta de los habitantes de las comunidades andinas. Se consumía sancochado como guarnición y se la denomina a esta preparación San. Su uso mayoritario era para la producción de harina, obtenida de las raíces de la planta la cual se usaba como alimento básico para niños durante los primeros años de vida en preparaciones con leche fresca de vaca.

A diferencia de los países andinos, donde el cultivo ha ido disminuyendo; en Vietnam se ha incrementado las siembras en pocos años, hasta la cantidad de 30.000 hectáreas y se está usando la harina para elaborar fideos transparentes (fideos de gluten), alimento popular en todo el sudeste asiático, a un menor costo y produciendo pasta de extraordinaria calidad.

1.2.2. ANÁLISIS MESO

La achira es de origen Sudamericano, hallazgos arqueológicos en el Perú demuestran que su cultivo data de 2 500 años A.C. (según Gade). La achira es una planta que forma parte de las 25 raíces y tubérculos andinos de consumo regional y mundial, es una herencia de nuestros aborígenes y ha servido de alimento a muchas familias durante siglos.

Se puede afirmar que hasta finales de la década de los cincuenta existió en los andes venezolanos una generación de achira, la cual fue eliminada por las empresas trasnacionales de la alimentación que impusieron la generación gerber con trigo, leche en polvo y crema de arroz con importaciones masivas de alimentos y ensamblaje industrial. La producción de achira se fue reduciendo ante el avance de las producciones agrícolas con tecnologías químicas y de mercadeo agresivo, no obstante la cultura campesina seguía manteniendo sus costumbres y no permitieron que el cultivo desapareciera gracias a una demanda local que siempre existió.

En Colombia se producen alrededor de 1000 t de almidón anualmente, donde además de la producción familiar existen cerca de 25 microempresas de bizcochos que cubren gran parte del consumo regional, nacional y aun exportan pequeñas cantidades a los mercados de Estados Unidos y Europa.

1.2.3. ANÁLISIS MICRO

En Ecuador señalan las mismas limitantes del cultivo de Colombia, Perú y Venezuela, de reducción de los cultivos en contraste con una cultura campesina que preservó el cultivo luego de varias décadas de estabilidad.

En las otras regiones, el cultivo se realiza la mayor parte en “solares” donde se obtiene el almidón para pan de autoconsumo y se sacan al mercado unos pocos excedentes.

La achira tradicionalmente ha sido un cultivo de minifundio y de huerto familiar, que se cultivaba en pequeñas áreas para obtener harina para el autoconsumo, lo que pone en peligro la existencia de este cultivo en el Ecuador, siendo materia

prima de óptima calidad para obtener almidón, y así generar ingresos a los campesinos dedicados a este cultivo y promoviendo a la creación de microempresas para la explotación de este cultivo tradicional y autóctono.

1.2.4. ANÁLISIS CRÍTICO

En Ecuador señalan al igual que en los países andinos como se ve disminuir el cultivo de achira, ya se por la falta de tecnología apropiada para este cultivo o por la falta de investigación acerca de las características y propiedades que proporciona el almidón extraído a partir de sus rizomas.

El almidón de achira es una excelente fuente de nutrimentos para niños, ancianos y personas que sufren problemas digestivos. La panificación demanda el 80% de la producción, los usos domésticos el 15%, las industrias el 1% y el resto en otros usos.

En este tema de investigación se enfatizará sobre el conocimiento de las características del almidón de achira sometido a modificación por acetilación y doble derivatización. Ya que el almidón de achira tiene grandes posibilidades de introducir y competir dentro de la demanda de almidones a nivel nacional e internacional, señalan un precio de venta de harina de 1 dólar por kilogramo, un costo de producción directo de 0,27 dólares por kilogramo producido y una utilidad del 50%; ya que presenta características apropiadas para su uso en alimentos en un variado tipo de productos como ingrediente.

1.2.5. PROGNOSIS

Por la importancia que tienen los almidones en la dieta se busca conocer las características que proporciona el almidón de achira sometido a modificación, para lo cual se deben considerar los aspectos que faciliten el estudio (Tesis de Grado) y aspectos que dificulten la investigación.

Es así se que debe considerar los siguientes aspectos que dificultan el desarrollo de nuestra investigación:

- Desconocimiento del cultivo tecnificado de la achira en nuestro país, y por ende escasez de cultivos en nuestras áreas.

- Desconocimiento por parte de los consumidores del almidón extraído de achira y su modificación por acetilación y doble derivatización.
- Desconocimiento de las características y beneficios del almidón modificado de achira.

1.2.6. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

“Extracción de Almidón de Achira (*Canna Edulis.*) y Modificación por Acetilación y Doble Derivatización”

En el presenta estudio se desconocen las propiedades y características del almidón modificado de achira por métodos de acetilación y doble derivatización, de ahí que su conocimiento permitirá un incremento en la demanda en el mercado nacional e internacional por parte de los consumidores y conocer sus aplicaciones dentro del campo de los alimentos, ya sea como ingrediente total o en sustitución parcial.

Por otro lado se dispondrá de una nueva fuente de carbohidratos lo que permitirá una buena alimentación a la humanidad que se ve crecer cada día y por ende la demanda de carbohidratos.

Para sustentar el desarrollo y cumplir los objetivos planteados en la presenta investigación se tienen referencias de estudios realizados en tesis de grados realizados en la Universidad Técnica de Ambato – Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos, con los siguientes temas:

EXTRACCION Y ESTUDIO DEL ALMIDON DE ACHIRA (*Canna edulis*), por: Perez M, López E (1989)

EXTRACCIÓN DE ALMIDON DE ZANAHORIA BLANCA, por: Maria Arcos (1998).

EXTRACCIÓN DE ALMIDON DE MALANGA, por: Mercy Barrionuevo (2001).

1.2.7. DELIMITACION DEL PROBLEMA

Campo: Alimentario

Área: Agroindustrial

Aspecto: Comercialización

Problema: EXTRACCION DE ACHIRA (*Canna Edulis.*) Y MODIFICACIÓN POR ACETILACIÓN Y DOBLE DERIVATIZACIÓN

Delimitación Espacial: La presente investigación se llevara acabo en los predios de la Universidad Técnica de Ambato, en los Laboratorios de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos.

Delimitación temporal: Se ha estima un tiempo de 1 año

1.2.8. INTERROGANTES

- ¿Existirá diferencias entre los almidones obtenidos por modificación por acetilación y doble derivatización con respecto al almidón nativo de achira?
- ¿Existe suficiente información sobre el cultivo y tecnología de extracción de almidón de achira?
- ¿Será capaz de competir dentro del mercado el almidón extraído de achira con los demás almidones de cereales y leguminosas?
- ¿El producto obtenido por modificación será capaz de remplazar totalmente o parcialmente a los almidones de consumo masivo, ya sea en el consumo o como ingredientes para otros productos?

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo general.

Determinar los parámetros óptimos para la extracción del almidón de Achira (*Canna Edulis.*) y las características físico-químicas que proporciona el almidón modificado.

1.3.2 Objetivos específicos

1. Determinar el rendimiento del almidón de achira obtenido en la extracción.
2. Analizar las características físico-químicas que proporcionan una adecuada extracción del almidón nativo de achira.
3. Caracterizar físico-químicamente el almidón sometido a modificaciones comparándolo con el almidón nativo.
4. Incrementar el uso del almidón modificado de achira en la elaboración de productos alimenticios.

1.4. JUSTIFICACIÓN

Las raíces y tubérculos no tradicionales constituyen una fuente importante de almidón y representan el principal constituyente de energía para la dieta y constituye a la estructura, textura, consistencia de los productos en los cuales se incorpora. (Morales, 1969)

Es importante mencionar que en ensayos experimentales de extracción de almidón, se han alcanzado hasta 10 t/ha y que los niveles de las pruebas semicomerciales no requieren un nivel tecnológico o económico que no puede ser aplicado por la mayor parte de productores actuales. Además, que 5 t/ha de almidón no son fácilmente alcanzables por especies agrícolas como el trigo o maíz, con el cual el cultivo de achira se convierte en uno de los mayores potenciales para disminuir las importaciones masivas de estos productos.

El desconocimiento de las propiedades básicas del almidón de achira y su ventaja comparativa para ciertos usos, ha limitado su expansión comercial, siendo necesario estudiar los contenidos, rendimientos y calidad de los almidones de estas especies vegetales, como posibles fuentes amiláceas que sustituyan parcial o totalmente a las materias primas tradicionales (maíz y trigo). El desarrollo agroindustrial y la comercialización de las Raíces y Tubérculos Andinos, ofrecen perspectivas de gran valor en la economía nacional.

El almidón de achira tiene alto contenido de amilasa, la cual es una proteína importante. Muestra una viscosidad muy alta en las temperaturas que se someten en la elaboración de pastas, lo cual permite manipular con mayor facilidad los geles calientes en comparación con otros almidones.

Una producción, cultivo adecuado de achira y una tecnología apropiada para la extracción del almidón proporcionara una acentuación y aceptación dentro del mercado, del mismo modo que mejorara los ingresos económicos de los agricultores e incentivará al crecimiento de las industrias rurales. Hoy en día la necesidad de ingerir carbohidratos de fácil digestión permite aplicar tecnologías para modificar los almidones y azúcares, es así que con la modificación del almidón de achira se busca competir con los demás almidones ofertados en el mercado.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

Las Raíces y Tubérculos Andinos son fuentes importantes de energía, debido a su contenido de almidón, éste es un polímero de glucosa y constituye una fuente energética natural privilegiada para la alimentación de los seres vivos y principalmente del hombre. El almidón es después de la celulosa, la principal sustancia glucídica sintetizada por los vegetales superiores a partir de la energía solar.

Los diferentes tipos de almidones se diferencian entre sí, por el tamaño de los gránulos, su apariencia microscópica, sus características físicas y su constitución química, pues existen almidones que están constituidos por una mayor cantidad de amilosa y otros de amilopectina; los primeros tienen importancia en el campo de las fibras y plásticos, y los segundos en el campo alimenticio (Inatsu et al., 1983).

El almidón de achira tiene alto contenido de amilosa, la cual es una proteína importante. El porcentaje de amilosa está íntimamente relacionado con la resistencia a la esterilización debido a la naturaleza cristalina de la amilosa donde solo hay hinchazón a altas temperaturas. Por esta razón, el almidón de achira tiene alto porcentaje de amilosa resiste a la esterilización. La pérdida de viscosidad en porcentaje nos indica el comportamiento de la pasta del almidón a temperaturas elevadas. Por ejemplo la amilosa favorece la gelificación de sus pastas durante el enfriamiento. Por esta razón se dice que el almidón de achira está ratificando su alta resistencia a la esterilización en comparación con otros almidones.

2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

El almidón es materia prima para la fabricación de numerosos productos como dextrosa, alcohol, sorbitol, glucósidos metílico, etílico y ácido láctico, por lo mismo puede proporcionar a nuestra economía, una fuente de abastecimiento casi ilimitado en la elaboración de sustancias orgánicas, en la industria

alimenticia, textil, en la industria del papel y en la de los polímeros (Gujska, 1994).

El almidón influye definitivamente en las propiedades organolépticas de muchos alimentos y esto está supeditado a las interacciones de este polímero con los otros componentes que se encuentran presentes. La facilidad del almidón para interaccionar, no solo está determinada por la fuente botánica de la que procede, sino también de la relación de este compuesto con respecto a cada sustancia que lo rodee. Las modificaciones que sufre un almidón en su temperatura y velocidad de gelatinización cuando está presente en un alimento, son reflejo de la influencia de los diferentes constituyentes del medio en que se encuentra.

Durante los últimos 20 años el cultivo de achira se fue extinguiendo paulatinamente de las zonas productoras por las dificultades que implican su procesamiento rudimentario, las perspectivas económicas de otros cultivos, la falta de tecnificación del cultivo y de su proceso o beneficio, aunque continúa intacta la costumbre de su uso en la alimentación de las familias de la zona andina.

Según un estudio realizado por el CIAT en Colombia, denominado " Valorización de las amiláceas " no cereales" cultivadas en los países andinos, califican al almidón de achira, como un almidón nativo no cereal de gran potencialidad, debido a que presenta altos niveles de productividad, variabilidad en las propiedades funcionales, altos contenidos de amilosa y resistencia a temperaturas de esterilización, comportándose mejor que los almidones cereales. Además el proceso de extracción del almidón de achira al compararlo con los almidones cereales es más sencillo ya que sedimenta rápida y naturalmente debido a su gran tamaño de partícula. Excepto el almidón de maíz ceroso resistente a la acidez, ninguno de los almidones de cereales exhibe los niveles de resistencia a la esterilización, congelación y acidez presentados por los almidones no-cereales.

Tabla Nº.1 Composición química de la raíz de achira es:

Agua	70 g	Proteínas	2,7 g
Carbohidratos	25,7 g	Lípidos	0,1 g
Fibras	0,8 g	Almidón	16 g
Calorías	126 g	Vitamina A	8 mg
Calcio	35 mg	Hierro	9,3 mg
Fósforo	33 mg		

(Por cada 100 g de materia seca).

El Programa Nacional de Maquinaria Agrícola y Poscosecha de CORPOICA (Colombia), está realizando estudios para definir los momentos de máxima concentración de almidón para siete variedades, los cuales confirman el comportamiento observado por Bavaria, aunque el número de meses puede variar entre lugares y variedades. Los estudios realizados por Bavaria, indican que el mayor beneficio se obtiene cuando el rizoma tiene de 6 a 8 meses de cultivo, con un rendimiento del 20 % del peso del rizoma y humedad del 70 %, sin embargo, se afirma que después del noveno mes la disminución del contenido de almidón es significativa.

CORPOICA ha venido probando sistemas de blanqueo químico, encontrando que al rallar los rizomas y al lavar el almidón en solución de ácido cítrico se reduce considerablemente la cantidad de lavados sin afectar la calidad de almidón.

Por estudios realizados en el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), se encontró que el almidón de achira no debe ser secado a temperaturas superiores a 65° para evitar su gelatinización. El almidón se está comercializando con contenidos de humedad comprendidos entre 20 y 25% b.h. Es interesante que a pesar de presentar estos niveles de humedad tan altos el producto no se deteriora.

2.2 FUNDAMENTACION FILOSOFICA.

En las Raíces Y Tubérculos Andinos, los contenidos de materia seca son extremadamente variables. Brito y Espín (1999), determinaron rangos expresados en porcentajes de 13,14 a 27,64 para oca; 10,18 a 19,30 para

melloco; 7,20 a 19,70 para mashua; 8,69 a 24,38 para zanahoria blanca; 20,84 a 40,10 para miso; 8,89 a 13,72 para jícama y 13,55 a 22,93 para achira, al evaluar 31 accesiones de zanahoria blanca, 46 de oca, 68 de mashua, 11 de miso, 30 de melloco, 10 de jícama y 9 de achira, materiales representativos el Banco de Estudios complementarios realizados en el INIAP por Espín et al., (2000), determinaron en jícamas ecuatorianas un contenido promedio de azúcares totales del 69 %, de los cuales el 35 % corresponde a la suma de Fructosa+Glucosa+Sacarosa (F+G+GF), mientras que los Oligofruktanos de bajo grado de polimerización (GF 2 – GF 9) representaron el 34 % restante. Este valor va a depender del grado de madurez de la raíz, por lo que es importante definir y conocer su tiempo óptimo de cosecha.

En los sistemas agrícolas tradicionales de los Andes, las Raíces Y Tubérculos Andinos juegan un rol especial dentro de los sistemas de asociación y rotación con la papa; son de gran importancia económica y nutricional para la subsistencia de campesinos que habitan a grandes altitudes, donde el valor nutricional de estos cultivos constituyen un complemento muy apreciado en la dieta andina.

Una muestra de 100 gramos de Raíces Y Tubérculos Andinos, contiene aproximadamente 20 % de materia seca, un bajo contenido de lípidos (1,75 %) y un aporte importante de carbohidratos (81 %), cuyos componentes principales son el almidón y los azúcares, distribuidos de manera particular en cada especie. Estos componentes presentan importantes características como es la alta digestibilidad de los almidones.

Luís Jaimes Torres, en sus varias publicaciones sobre la producción y beneficio de la achira, señala que el almidón constituye una gran fuente de materias primas industriales para las más variadas industrias, las cuales van desde los pegamentos hasta el área de alimentos.

Los diferentes tipos de almidones se diferencian entre sí, por el tamaño de los gránulos, su apariencia microscópica, sus características físicas y su constitución química, pues existen almidones que están constituidos por una mayor cantidad de amilosa y otros de amilopectina; los primeros tienen importancia en el campo

de las fibras y plásticos, y los segundos en el campo alimenticio (Inatsu et al., 1983).

El contenido de amilosa de las muestras de almidón es determinado por el método colorimétrico de Samec y Mayer (1983), mencionado por Martinod y Pacheco (1974), en un espectrofotómetro UV-2201. El principio se basa en la dispersión de los gránulos de almidón con etanol y posterior gelatinización con NaOH. A una alícuota acidificada se agrega solución de yodo para formar un complejo color azul, el cual es cuantificado espectrofotométricamente, a partir de una curva estándar.

Se encuentran diferencias significativas en las propiedades funcionales de los almidones provenientes de las diferentes especies. En general los almidones de oca, melloco, mashua, achira, papa y zanahoria blanca presentan geles con un menor índice de solubilidad (ISA), mayor índice de absorción de agua (IAA) y poder de hinchamiento que el almidón de miso. La cantidad de agua absorbida por los almidones varía entre las diferentes especies, desde 72,8 a 98,8 g de agua por 100 g de almidón.

Los almidones de oca, papa, achira y zanahoria blanca exhiben un mejor poder de hinchamiento que los almidones de melloco, mashua y miso, lo cual concuerda con las medidas de viscosidad Brabender, obtenida para las mencionadas especies. (Brito y Espín 1999)

2.3 FUNDAMENTACION LEGAL.

En la realización de la presente investigación se siguieron las siguientes, NORMAS INEN y métodos para la determinación de ciertos parámetros que debe cumplir el almidón de achira obtenido como resultado de la modificación por acetilación y doble derivatización.

- .Método para determinar la solubilidad en agua NORMAS INEN # 1456 se debe considerar que dicha muestra cumple con el requisito cuando se observa una ligera opalescencia que se mantiene sin intensificar después del enfriamiento de la solución.

- Método para determinar el pH NORMAS INEN # 1456,
- Método para determinar sensibilidad NORMAS INEN # 1456, se considera que la muestra cumple con el requisito cuando se produce un color azul profundo que desaparece por adición de 0.05 cc de solución de tiosulfato de sodio 0.1 N.
- Método para determinar residuos por calcinación NORMAS INEN # 1456, se considera aceptable cuando el resultado obtenido no es mayor que 0.4 g /100g.
- Porcentaje de Acetil y grado de sustitución (Método de Genung – Mallat 1941, citado por Wurzburg a986)
- Características Microscópicas, se determina con una microscopio y la adaptación de un micrómetro
- Temperatura de Gelatinización (Método enunciado por Vásconez C, 1992)
- Contenido de Humedad (Método descrito por Porteland and Willits, citado por Radley 1976).
- Proteína cruda (Método descrito en la AOAC # 2049)
- Fibra cruda (Método descrito en la AOAC # 7050)
- Ceniza (Método descrito en la AOAC # 14006)
- Acidez (Método de Sheele C, citado por Radley 1976)
- Viscosidad aparente (η_a) de acuerdo con el método descrito por Zuritz en 1995
- Índice de consistencia (k) según método descrito por Zuritz 1995
- Índice de comportamiento (n) según método de Zuritz 1995
- El índice de absorción de agua (IAA), y el poder de hinchamiento, son determinados por gravimetría, a partir de 2,5 g de muestra y según los métodos descritos por Medcalf y Giles (1965), citado por Anderson et al., (1969).

2.4 CATEGORIAS FUNDAMENTALES

Basándose en el proceso de extracción de almidón de achira aplicado por Gilberto M, 2006 (PROYECTO DE PRODUCCIÓN DEL CULTIVO DE ACHIRA (*Canna Edulis*, Familia Cannáceas), el cual permite obtener el almidón nativo de la achira, la misma que será utilizado para ensayos de modificación por Aceltilación y Doble Derivatización en el plan de investigación.

2.4.1 DESCRIPCION DEL PROCESO:

- **Recolección de los rizomas**

Los rizomas de achira al ser cosechados traen consigo una variedad de elementos propios de la tierra donde se encontraban sembrados, se cortan manualmente la mayor parte de las raíces y raicillas del rizoma.

- **Lavado por inmersión y por aspersión**

Posteriormente algunos productores le rocían agua a los rizomas que se encuentran en el suelo sobre los costales; sin embargo, de esta forma no se alcanza la limpieza más adecuada pues los rizomas necesitan recibir el agua a presión, inmersión y por aspersión, o mediante un agitado fuerte para removerles las impurezas que se incrustan en sus intersticios.

- **Pelado**

Existen estudios que proponen “pelar” los rizomas, es decir, eliminar la cáscara de cada uno de ellos con una cuchilla o peladora, pero esta es una operación de difícil ejecución por la forma irregular de los rizomas.

- **Rallado de los rizomas - Separación del almidón**

El proceso de rallado consiste en pasar las raíces por una máquina compuesta por una tolva de alimentación, un rodillo o tambor recubierto por una lámina de acero inoxidable con una gran cantidad de púas sobresalientes.

Para liberar el almidón presente en las células que conforman el rizoma es necesario romperlas y esto se logra por operaciones de rallado o licuado principalmente, ya que la fibra es cortada en pequeñas partes rompiendo las paredes celulares de tal forma que suelte el almidón.

Los rizomas ingresan a la tolva de alimentación, pasando inmediatamente al cilindro rallador, este rodillo se recubre con láminas viejas de hierro y de zinc.

- **Licuado**

A pesar de que el licuado representa una alternativa muy eficiente, en la práctica industrial no es utilizada para romper la fibra, debido a la baja capacidad de producción que se alcanzarían con estos implementos.

- **Tamizado.**

La masa proveniente del rallador es recogida en un recipiente, donde llega con material vegetal macerado, raicillas, arcillas y lodos, arena de diferentes tamaños de partículas, fibra y, por supuesto, el almidón disperso entre estos elementos.

Es necesario separar el almidón del afrecho, por ello se realiza un proceso que se denomina en el lenguaje de los productores: tamizado.

El producto obtenido del rallado es pasado por telas a la vez que va siendo rociado con agua. Con esto se logra retener el afrecho en la parte superior, y se deja pasar el almidón que generalmente va acompañado de impurezas de igual a menor tamaño.

En sistemas más avanzados técnicamente se emplean tamices mecánicos con movimiento circular u horizontal oscilante, que permiten manejar mayores volúmenes de masa rallada.

- **Separación de la lechada de almidón**

El producto que se obtiene es una mezcla de almidón, agua e impurezas, denominada lechada. Las impurezas están constituidas por arenillas y tejido vegetal microscópico que van adheridos al almidón y que le dan un color marrón, el cual oscurece su apariencia.

Esta mezcla de almidón, impurezas y agua, es recibida en tanques y bateas, donde se deja que el almidón precipite totalmente y se formen dos fases: una sólida (almidón, arenilla y gran parte del tejido vegetal) y una líquida (agua donde flotan algunos gránulos de almidón y algunas impurezas), ambas fases de color pardo oscuro. A partir de este momento la preocupación del productor es “blanquear” el almidón.

- **Lavado o blanqueado del almidón.**

Para blanquear el almidón actualmente se está utilizando el método de lavados sucesivos (sucesivos de 3- 7) de agua. De la etapa anterior se recibe el almidón depositado en una batea, se espera hasta que este precipite y se elimina la fase acuosa que la cubre.

En la misma batea se agrega nuevamente agua limpia, se agita el recipiente con una pala de madera con el fin de poner en suspensión nuevamente el almidón y las impurezas. Se deja reposar, y se espera la precipitación de los elementos, y se repite la operación entre 3 y 7 veces para lograr un blanqueo óptimo.

Es aquí donde radica la mayor parte del problema, ya que este método requiere el uso de grandes cantidades de agua, al igual, una disminución notable del rendimiento (11-15%), como consecuencia del desperdicio de almidón que sucede al realizarse los lavados.

CORPOICA ha venido probando sistemas de blanqueo químico, encontrando que al rallar los rizomas y al lavar el almidón en solución de ácido cítrico se reduce considerablemente la cantidad de lavados sin afectar la calidad de almidón.

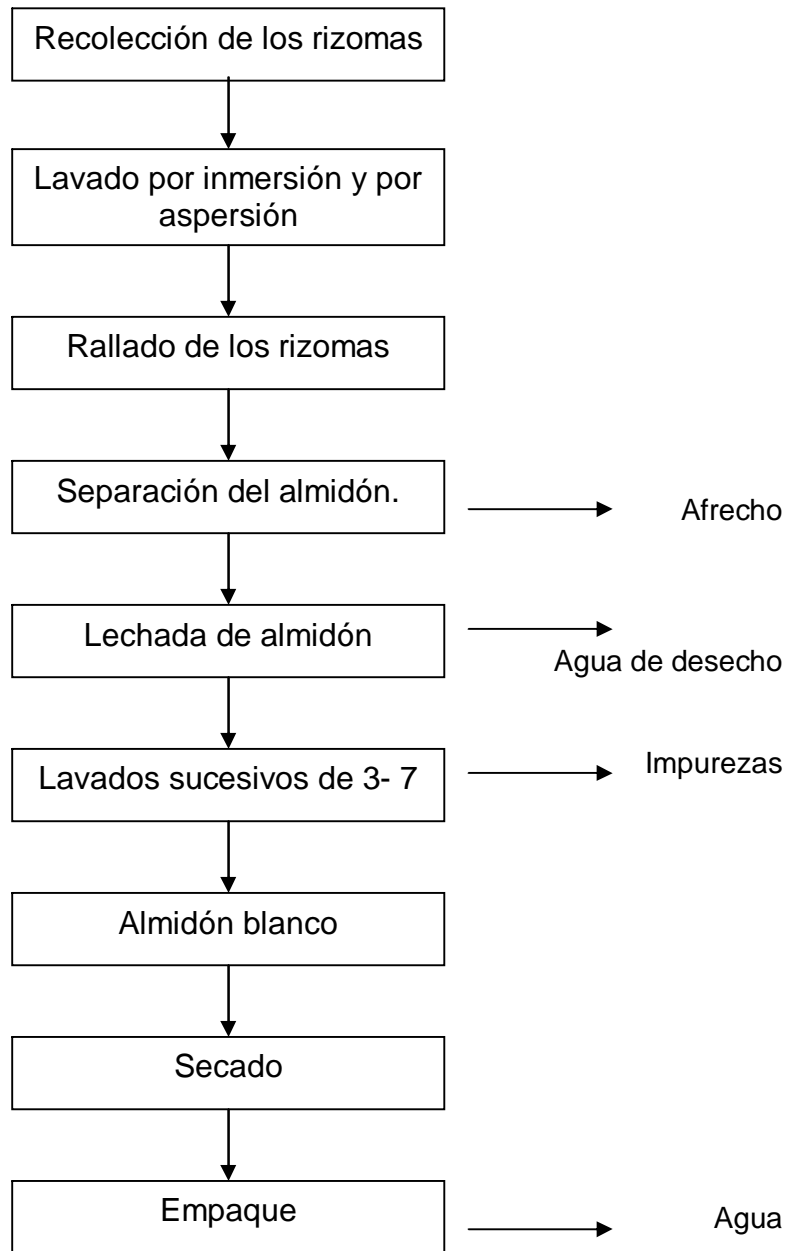
- **Secado**

Después del lavado del almidón se procede con el secado del mismo. Este consiste en eliminar parte de la humedad que trae el almidón de las etapas anteriores, para poder ser empacado. El secado dura de 3 a 4 días y mientras más caliente el sol y más seco el aire, se obtiene un almidón de mejor calidad. El almidón se comercializa con contenidos de humedad comprendidos entre 20 y 25% b.h. Por estudios realizados en el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), se encontró que el almidón de achira no debe ser secado a temperaturas superiores a 65° para evitar su gelatinización.

- **Empaque y almacenamiento.**

El empaque o envasado se realiza en sacos de 62.5kg, generalmente similares a los usados para el empaque de harina. Se almacena en lugares protegidos de la humedad y malos olores, pudiéndose conservar bajo estas condiciones por un tiempo considerable sin que sea atacado por roedores, insectos o microorganismos.

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE OBTENCIÓN DE ALMIDÓN DE ACHIRA:



2.5 HIPOTESIS

- La achira tiene almidón en la estructura de sus rizomas el cual puede ser extraído?

$H_0 = H_1$

$H_0 \neq H_1$

- Del almidón extraído de la achira se pueden determinar las características físico-químicas y microbiológicas?

$H_0 = H_1$

$H_0 \neq H_1$

- El almidón extraído de la achira se puede someter a procesos de modificación?

$H_0 = H_1$

$H_0 \neq H_1$

- De los resultados de almidón modificado de achira se podrá comparar con las características del almidón nativo?

$H_0 = H_1$

$H_0 \neq H_1$

2.6 SEÑALAMIENTO DE VARIABLES DE LA HIPOTESIS

2.6.1 VARIABLE INDEPENDIENTE

- Extracción de almidón
- Caracterización del almidón nativo de achira

2.6.2 VARIABLE DEPENDIENTE

Características del almidón modificado por Aceitilación y Doble Derivatización:

- Propiedades Físicas
- Propiedades Físico-Químicas
- Propiedades Químicas
- Propiedades Reológicas
- Aceptabilidad

CAPITULO III

3.1 METODOLOGIA

En este estudio se pondrá énfasis en la determinación de las propiedades físico-químicas del almidón de Achira (*Canna Edulis*.) modificado por Acetilación y Doble Derivatización, con el propósito de conocer las características y propiedades específicas que presenta el almidón modificado, y su integración al uso como materia prima en la industria de los alimentos para el desarrollo de nuevos producto y mejoramiento de los mismos.

El presenta trabajo realiza un estudio analítico, con avances al conocimiento cuantitativo y cualitativo de la investigación en la modificación del almidón de achira.

3.2 MODALIDAD BASICA DE LA INVESTIGACION

El presente se basa en la experiencia desarrollada dentro de los Laboratorios durante la vida estudiantil y con la recopilación bibliográfica de conocimientos sobre la materia prima y tecnología para la extracción de almidón de tubérculos. La modalidad de la investigación esta orientada a la aplicación de la tecnología para la extracción de almidón de achira (*Canna Edulis*.)Para de esta manera ofertar al mercado almidones modificados de diferente origen así como de características que lo hacen diferentes.

Por lo tanto el estudio es de modalidad cualitativo y cuantitativo, ya que se hará uso de la estadística diferencial para la descripción de los resultados finales.

3.3 NIVEL O TIPO DE INVESTIGACION

La presente investigación esta orientada al conocimiento de todo lo referente al almidón de achira, así como la tecnología para su extracción, métodos de modificación, y a la especificación de las características resultantes del almidón modificado de Achira (*Canna Edulis*).

La investigación se acentúa en el aspecto del desarrollo o trabajo de campo, ya que debemos involucrarnos directamente con el desarrollo de la tecnología de extracción y de la modificación del almidón, para ello se deberá tomar en cuenta los factores que facilitan e interfieren el desarrollo de la investigación, lo cual debe ser explicado.

3.4 POBLACION Y MUESTRA

Para el presente tema de investigación se tomara en cuenta los siguientes factores con sus respectivos niveles.

MODIFICACIÓN DE ALMIDÓN DE ACHIRA:

Modificación por Acetilación

Concentración Anhídrido acético

A0 Conc. Anhídrido acético 1,8%

A1 Conc. Anhídrido acético 3,6%

pH de reacción

B1 pH de reacción 7

B2 pH de reacción 9

Concentración de Tripolisulfato de sodio

C1 Concentración de Tripolisulfato de sodio 8%

C2 Concentración de Tripolisulfato de sodio 12%

Tiempo de reacción

D1 Tiempo de reacción 20 min.

D2 Tiempo de reacción 60 min.

Este proceso se lo realizara con una replica obteniendo así un diseño experimental 4^2 es decir cuatro factores con dos niveles cada uno, obteniéndose 16 resultados, para obtener una mejor propuesta a nuestro trabajo se ha optado por realizarlo con una replica es decir se logran obtener 32 resultados.

Modificación por Doble derivatización.

Concentración Anhídrido acético

A0 Conc. Anhídrido acético 1,8%

A1 Conc. Anhídrido acético 3, 6%

pH de reacción

B1 pH de reacción 7

B2 pH de reacción 9

Concentración de Tripolisulfato de sodio

C1 Concentración de Tripolisulfato de sodio 8%

C2 Concentración de Tripolisulfato de sodio 12%

Tiempo de reacción

D1 Tiempo de reacción 20 min.

D2 Tiempo de reacción 60 min.

Este proceso se lo realizara con una replica obteniendo así un diseño experimental 4^2 es decir cuatro factores con dos niveles cada uno, obteniéndose 16 resultados, para obtener una mejor propuesta a nuestro trabajo se ha optado por realizarlo con una replica es decir se logran obtener 32 resultados.

FACTORES DE RESPUESTA

1.- Durante el proceso de extracción se calculará el rendimiento, a éste almidón nativo de achira realizarán las modificaciones por acetilación y doble derivatización para analizar el mejor tratamiento.

2.- Las respuestas experimentales a estudiar después del proceso de las modificaciones escogidas como mejor tratamiento serán: Propiedades Físicas, Químicas, Fisicoquímicas, Reológicas, los mismos que serán comparadas con las características del almidón nativo de achira.

3.5 OPERACIONALIZACION DE VARIABLES

TABLA N° 2. Matriz de Operacionalización de Variables Dependientes

	Variable	Factores	Dimensiones	Indicadores	
Extracción de almidón	Acetilación	Concentración Anhídrido acético	A0 = 1,8% A1 = 3,6%	Características físico-química del almidón modificado resultante	
		pH de reacción	B1= 7 B2= 9		
		Concentración de Tripolisulfato de sodio	C1= 8% C2= 12%		
		Tiempo de reacción	D1= 20 min D2= 60 min		
	Doble Derivatización	Concentración Anhídrido acético	A0 = 1,8% A1 = 3,6%		Características físico-química del almidón modificado resultante
		pH de reacción	B1= 7 B2= 9		
		Concentración de Tripolisulfato de sodio	C1= 8% C2= 12%		
		Tiempo de reacción	D1= 20 min D2= 60 min.		

TABLA N° 3. Matriz de Operacionalización de Variables Independientes

Conceptualización	Categorías	Indicadores	Ítems Básicos	Técnicas e Instrumentación
Achira (<i>Canna Edulis</i>)	Blanca	Métodos físico químicos, microbiológicos	Que cantidad de almidón se produce	Utilización de balanzas para determinar la cantidad de almidón resultante.

3.8 TECNICAS E INSTRUMENTOS.

En la presente investigación se utilizaran las siguientes NORMAS INEN, métodos para la modificación del almidón y para determinar propiedades físico-químicas y reológicas.

METODO PARA DETERMINAR SOLUBILIDAD NORMA INEN Nº 1456

INSTRUMENTAL:

Balanza analítica

Vaso de precipitación de 25 y 200 cc

Agitador de vidrio

Calentador de placa

Probeta graduada de 100 cc

PROCEDIMIENTO

En un vaso de precipitación de 25 cc pesar 2 g de muestra, añadir 5 cc de agua fría y agitar Transferir totalmente la suspensión sobre 100 cc de agua hirviendo, contenida en un vaso de precipitación de 200 cc, continuar la ebullición por aproximadamente 2 minutos.

Guardar la solución para determinar pH.

RESULTADO

Se debe considerar que dicha muestra cumple con el requisito cuando se observa una ligera opalescencia que se mantiene sin intensificar después del enfriamiento de la solución.

METODO PARA DETERMINAR pH NORMA INEN Nº 1456

INSTRUMENTAL:

Medidor de pH

Electrodos de vidrio y de colomel

Agitador de vidrio

REACTIVOS

Solución tampón 0.05 molal pH 7.0

PROCEDIMIENTO

Normalizar el medidor de pH a 25°C sumergiendo los electrodos en solución tampón y ajustar el control a esta temperatura.

Con el control de asimetría ajustar el instrumento al valor de pH correcto de la solución tapón.

Con el control correspondiente retomar el equipo a su posición de reposo.

Lavar los electrodos con agua destilada y secar con papel suave absorbente

Sumergir los electrodos en la solución que debe estar a 25°C.

Accionar el control de lectura y leer el pH.

RESULTADO

Se debe considerar que dicha muestra cumple con el requisito cuando se observa que el pH se encuentra entre 5.0 y 7.0

METODO PARA DETERMINAR RESIDUOS POR CALCINACIÓN NORMA INEN N° 1456

INSTRUMENTAL:

Balanza analítica Mufla

Baño maría

Campana de extracción de material anticorrosivo Crisol de platino o porcelana

Desecador

Pipetas graduadas

Calentador de placa

Perilla aspiradora

REACTIVOS

Ácido sulfúrico

CALCULOS

El contenido de residuo por calcinación se determina mediante la ecuación siguiente:

$$R = \frac{m1}{m2} * 100$$

Siendo:

R= Residuo por calcinación en g/100g

m1= Masa del residuo en gramos

m2= Masa de la muestra en gramos

RESULTADO

Se debe considerar que la muestra cumple con el requisito cuando se obtiene un resultado no mayor de 0.4 g/100g

CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DE AGUA.

Para la determinación de la capacidad de absorción de agua se utiliza el método de Wang y Kinsella (1976), Karibulah y Wills (1982).

Colocar en el tubo cónico 0.5 g. de muestra y adicionar 5 ml de agua destilada, agitar el tubo Vortex durante 1 minuto hasta que la muestra se disuelva en el agua.

Dejar en reposo durante 30 minutos.

Centrifugar a 1600 r.p.m. durante 25 minutos y finalmente medir el volumen de agua libre que queda después de la centrifugación.

Expresar los resultados por medio de la siguiente fórmula:

$$ml_{\text{agua absorbida}}/100\text{gmuestra} = \frac{(A-B)}{(C-B)} * \frac{100}{(C*D)}$$

Donde:

A es el volumen inicial de agua

B es el volumen libre de agua,

C es el peso de la muestra y

D es el porcentaje de proteína.

VISCOSIDAD APARENTE

Se prepara la pasta de almidón a 5% (p/v) en agua, colocando éstas en un baño con agua hirviendo durante 15 minutos y posteriormente enfriándolas a temperatura ambiente. La viscosidad aparente de la pasta fría se mide a 25°C en un viscosímetro Brookfield (model RVF, Stoughton, MA) a cuatro velocidades de deformación (2, 4, 10 Y 20 min.⁻¹) utilizando la aguja No. 3. Finalmente se observa la estabilidad de la pasta a una velocidad de 20 min.⁻¹ en los minutos 1, 2, 3, 4, 5, 10, 15, 20 Y 30.

MODIFICACIÓN POR ACETILACIÓN

El almidón nativo de achira se pesa, se agrega agua destilada. La lechada se coloca bajo condiciones moderadas de agitación mecánica. Luego se ajusta el pH de la suspensión de NaOH al 3%, mientras se incorpora el 3% de anhídrido con respecto al peso del almidón. Se ajusta el pH y se centrifuga la mezcla.

Decantar el agua sobrante y extraer la parte sólida (sedimentación), secar y pasar por un tamiz (Wurzburg, o. 1.964) (Ver Anexo 1).

En almidón modificado el rendimiento es la relación entre peso final de almidón sobre el peso inicial, expresado en porcentaje.

MODIFICACIÓN DEL ALMIDÓN POR DOBLE DERIVATIZACIÓN

Se aplica el método descrito por Wurzburg O. B, (1964) con las siguientes modificaciones (Ver Anexo 2)

- Pesar el almidón nativo y se agrega agua destilada a temperatura ambiente en una relación 1: 1.4 (w/v)
- Agitar moderadamente con agitador magnético hasta obtener una lechada uniforme de almidón en agua y medir el pH.
- Comprobar que el pH de la lechada se mantenga en 7.0
- Una vez comprobado el pH se adiciona gota a gota y con agitación moderada el 1.8 % de anhídrido acético (establecido por el mejor tratamiento). Simultáneamente agrega gota a gota la solución de hidróxido de sodio al 3% de forma tal que durante la adición del anhídrido acético el pH de la suspensión se mantenga a pH 7.0
- Centrifugar la mezcla por 15 min a 1500 r.p.m.

- Eliminar el agua, desmenuzamos el almidón y adiciona nuevamente agua destilada en una relación 1: 1 (w/v) mezclar , centrifugar y lavar con la misma cantidad de agua dos veces más.
- Secar en la estufa a 45°C por 24 horas.
- Triturar y pesar el almidón acetilado
- Adicionar el 8 % de tripolifosfato de sodio previamente disuelto en agua en una relación almidón-agua 1:1.6 (w/v).
- Agitar hasta obtener una mezcla homogénea y dejó reposar por un período de 2 horas.
- Se realiza una centrifugación de la muestra durante 15min, se secó a 50°C por 4 horas, posteriormente se hizo una pulverización para secar a 65°C durante 1 hora.
- Colocar la mezcla en baño de aceite a una temperatura de 155°C hasta que la mezcla (almidón-Tripolifosfato) alcance una temperatura de 110°C (± 2)°C durante 60min.
- Enfriar la mezcla a temperatura ambiente y se lava con agua destilada en una relación 1:2 (w/v).
- Centrifugar a 2500 rpm x 15 min, y se decanta el sobrenadante.
- Se repite el lavado dos veces más. Si después de estos lavados, el valor de pH del almidón no se ubica alrededor de la neutralidad, ajustar el pH con ácido clorhídrico 0.1 N Y repetir los lavados por centrifugación.
- Desmenuzar el almidón modificado y secar por 24 horas a 40°C.
- Triturar y tamizar en una malla de 80 mesh.
- Se almacena en recipiente cerrado en un lugar seco.

3.9 PROCESAMIENTO Y ANALISIS

En nuestra investigación, una vez recopilada la información se procederá al análisis de datos de las respuestas experimentales en forma estadística según lo recomendado por (Saltos, 1993), para ello hará uso de programas como Excel, programa estadístico STATGRAPHIC, MINITAB; así como Word, Project, los mismos que nos permiten acelerar el proceso de análisis estadístico y a expresar los resultados en forma exacta y concisa con la presentación de diferentes gráficos, los mismos que argumentan las explicaciones de los resultados finales.

CAPITULO IV

MARCO ADMINISTRATIVO

4.1 RECURSOS

RECURSOS INSTITUCIONALES

Universidad Técnica de Ambato

Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos

Laboratorios de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos

RECURSOS HUMANOS

Decano	Ing. Guillermo Poveda
Sub decano	Ing. Ángel Ulloa
Tutor	Ing. Danilo Morales
Investigador	Alumno

RECURSOS FÍSICOS

Equipos materiales de laboratorios de la FCIAL

Materiales de vidrio

Reactivos e Insumos

Materia Prima

Computador, Internet

Discos, Copias

Revistas folletos

Transporte

Cámara

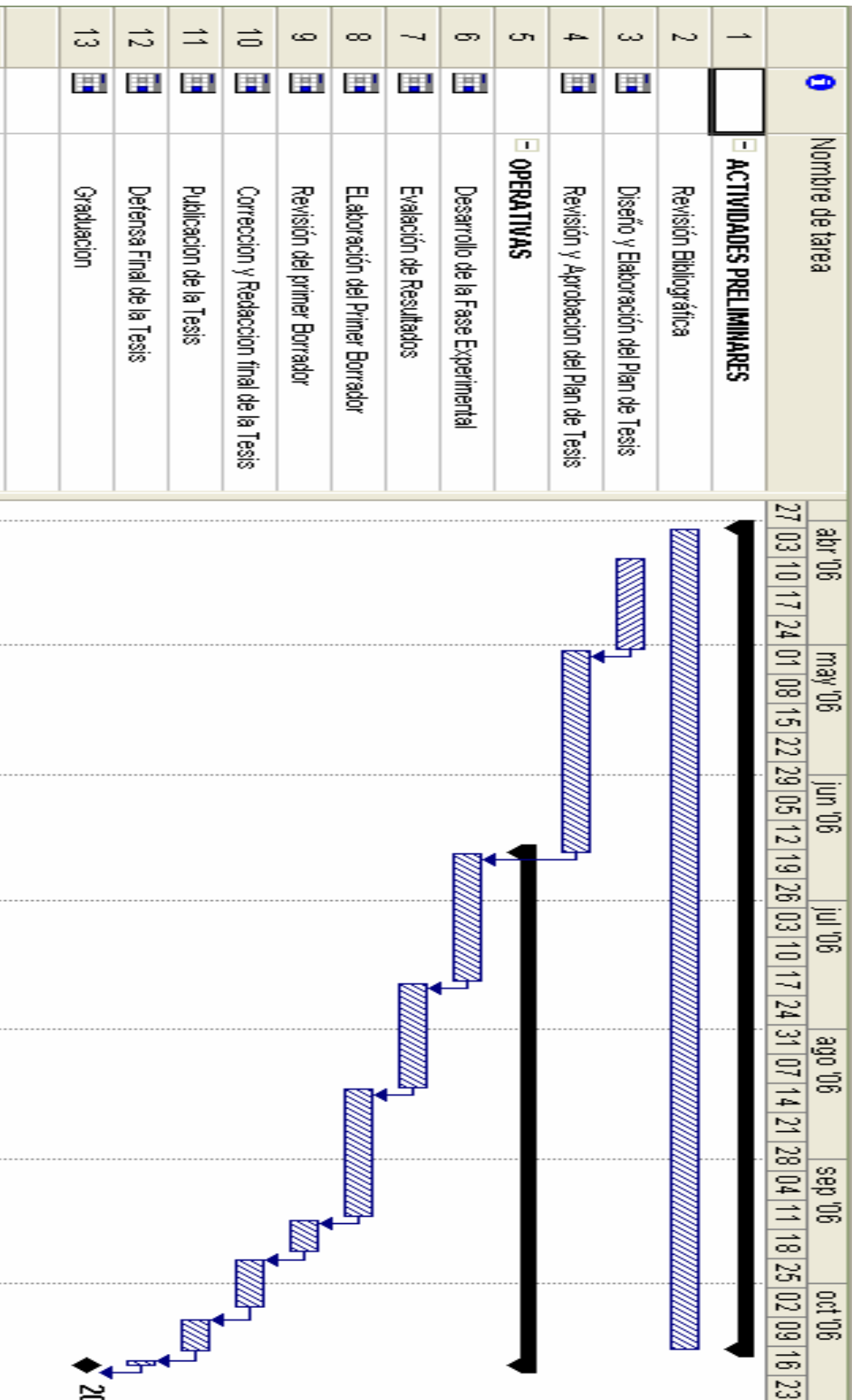
RECURSOS ECONÓMICOS

INSTITUCIONALES	COSTO (\$)
Universidad Técnica de Ambato	90
Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos	100
Laboratorios de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos	80
HUMANOS	
Decano: Ing. Guillermo Poveda	75
Sub Decano: Ing. Ángel Ulloa	75
Tutor: Ing. Danilo Morales	60
Investigador: Alumno	80
FÍSICOS	
Equipos, Materiales de Laboratorios de la FCIAL	200
Materiales de vidrio	50
Computador, Internet	12
Discos, Copias	3,4
Reactivos e Insumos	45
Materia Prima	50
Revistas, textos folletos	45
Transporte	25
FINANCIEROS	
Levantamiento del manual	12
Impresiones	6
Derecho de grado	25
TOTAL=	\$1033,40

DETALLE DE LOS RECURSOS

INSTITUCIONALES	SERVICIO
Universidad Técnica de Ambato	Investigación
Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos	Investigación
Laboratorios de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos	Investigación
HUMANOS	
Decano: Ing. Guillermo Poveda	Investigación
Sub Decano: Ing. Ángel Ulloa	Investigación
Tutor: Ing. Danilo Morales	Investigación
Investigador: Alumno	Investigación
FÍSICOS	
Equipos, Materiales de Laboratorios de la FCIAL	Investigación
Materiales de vidrio	Investigación
Computador, Internet	Investigación
Discos, Copias	Investigación
Reactivos e Insumos	Investigación
Materia Prima	Investigación
Revistas, textos folletos	Investigación
Transporte	Investigación
FINANCIEROS	
Levantamiento del manual (memoria)	Información
Impresiones	Investigación
Derecho de grado	Investigación

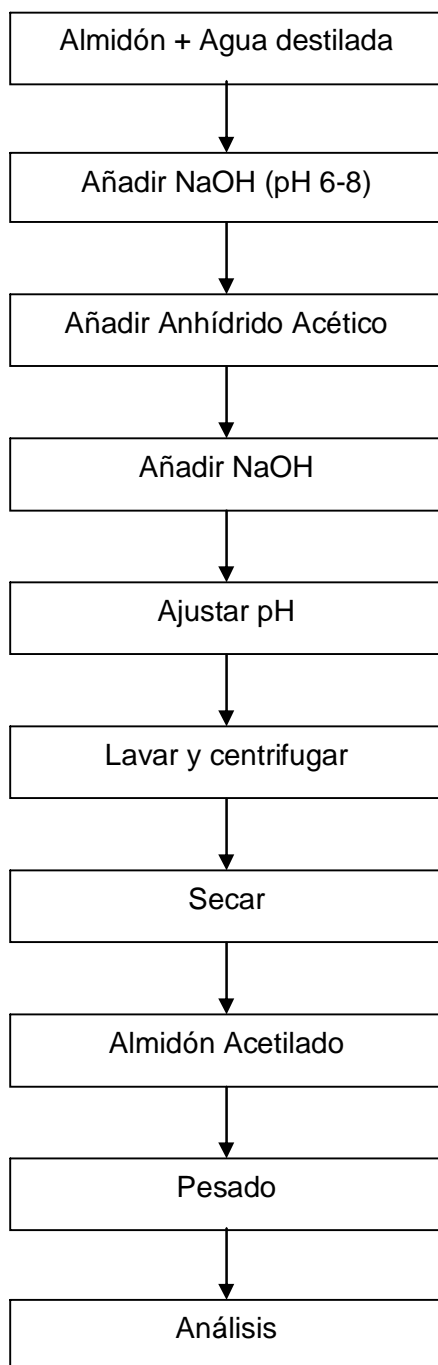
4.2 CRONOGRAMA



4.4 ANEXOS

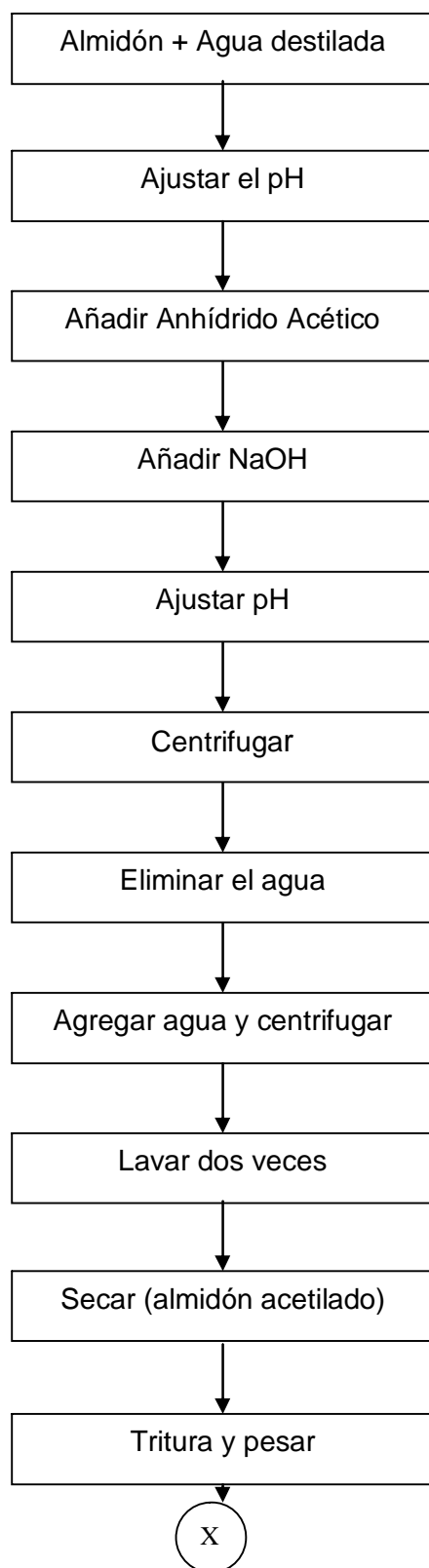
ANEXO1

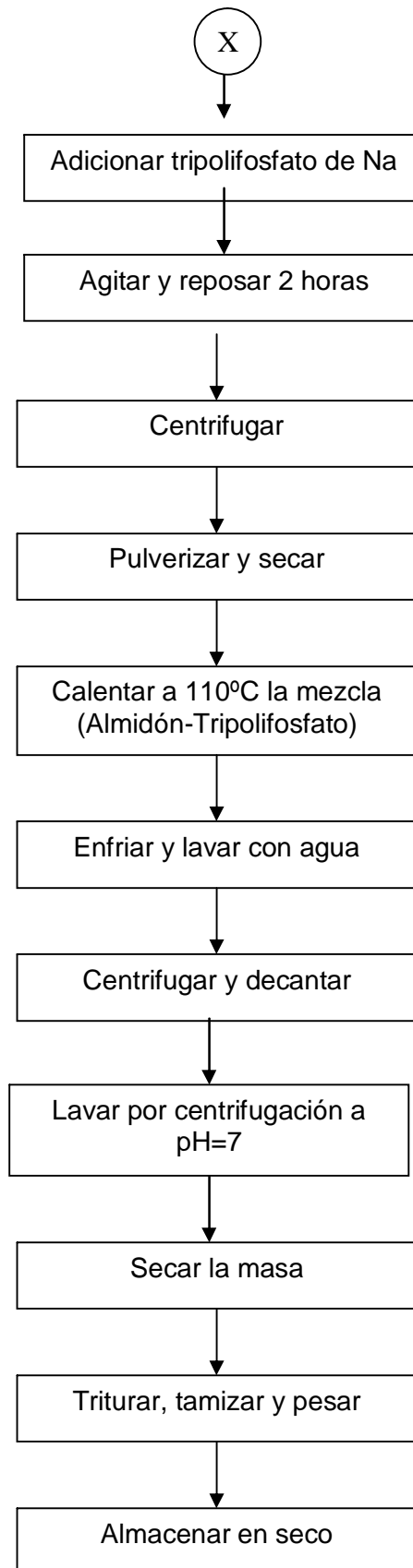
DIAGRAMA DE FLUJO PARA LA MODIFICACIÓN DEL ALMIDÓN POR EL MÉTODO DE ACETILACIÓN



ANEXO 2

DIAGRAMA DE FLUJO PARA LA MODIFICACIÓN DEL ALMIDÓN POR EL MÉTODO DE DOBLE DERIVATIZACIÓN





ANEXO 3

GLOSARIO DE TERMINOS

Acetilación, (Acetilar). Introducir un radical acetilo en una molécula.

Achira, Planta suramericana de la familia de las Cannáceas, de raíz comestible, de tallo nudoso, hojas ensiformes y flores coloradas, que vive en terrenos húmedos.

Almidón, Hidrato de carbono que constituye la principal reserva energética de casi todos los vegetales. Tiene usos alimenticios e industriales.

Aspersión, Acción de rociar esparcir en menudas gotas un líquido sobre un cuerpo.

Celulosa. Polisacárido que forma la pared de las células vegetales.

Esterilizar, Hacer infecundo y estéril lo que para destruir los gérmenes patógenos.

Extracción, Acción y efecto de extraer y separar una sustancia de una mezcla o disolución. En general se lleva a cabo utilizando un disolvente en el que la sustancia que queremos separar es muy soluble, siendo el resto de los materiales de la mezcla o disolución insolubles en él.

Hidratos de carbono, Grupo de compuestos, también llamados glúcidos, que contienen hidrógeno y oxígeno, en la misma proporción que el agua, y carbono. La fórmula de la mayoría de estos compuestos se puede expresar como $C_m(H_2O)_n$.

Inmersión, Acción de introducir o introducirse algo en un fluido.

Lechada. Líquido que tiene en disolución cuerpos insolubles muy divididos.

Solubilidad, Que se puede disolver o desleír una sustancia en un disolvente, es la cantidad de esa sustancia contenida en cien gramos de disolvente, a una temperatura y presión dadas.

Partícula, Parte pequeña de materia.

Rizoma, Tallo carnoso que crece horizontalmente debajo de la superficie del suelo y actúa como órgano de acumulación de nutrientes que permite perpetuarse a la planta, que emiten raíces por la cara inferior y tallos por la superior, los rizomas tienen nudos, yemas y hojas diminutas y no mueren cuando se cortan; si se replantan, dan lugar a una planta nueva.

Tubérculo, Parte de un tallo subterráneo, o de una raíz, que engruesa considerablemente, en cuyas células se acumula una gran cantidad de sustancias de reserva, como en la patata y el boniato.

Viscosidad, Propiedad de un fluido que tiende a oponerse a su flujo cuando se le aplica una fuerza.

4.3 BIBLIOGRAFIA

Braverman, J. 1986. Introducción a la Bioquímica de los Alimentos. México, D.F. (p. 132-133)

Espín Susana, Villacrés Elena, Brito Beatriz. 2001. Caracterización Físico – Química, Nutricional y Funcional de Raíces y Tubérculos Andinos, Capítulo IV, pp: 91-116

Morales, R. 1969. Características físicas, químicas y organolépticas del almidón de “achira”. In Revista de la Academia Colombiana de Ciencias exactas, físicas y naturales. Vol. XIII. No. 51. Bogotá, Colombia. p. 357- 368. Muller, H.; G. Tobin. 1995. Nutrición.

Moreno, G 2006. PROYECTO DE PRODUCCIÓN DEL CULTIVO DE SAGÚ “ACHIRA”(Canna Indica, Familia Cannáceas. Auspiciado por FUNDACITE

Ortertag, C 1996. El Almidón Producción y Mercados Mundiales, CIAT Centro Internacional de la Agricultura Tropical. Cali – Colombia.

Pérez, E. 1996. Experiencias Sobre Modificación Química de Almidones Localizados en Venezuela. Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos. Universidad Central de Venezuela.

Vásconez, C 1982. Manual de Practicas de Laboratorio de Química de los Alimentos. Universidad Técnica de Ambato- Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos.

RAICES ANDINAS. CONTRIBUCIONES AL CONOCIMIENTO Y A LA CAPACITACIÓN. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA). Luís Torres. Beneficios de la achira para la obtención de almidón en Colombia (Cap.12) pp.; Guillermo Caicedo El cultivo de achira: Alternativa de producción para el pequeño productor (Cap 11)pp.: 150-156

INTERNET

http://www.cipotato.org/artc/Series/04_Ecuador/RTAs_Ecuador_04.pdf

http://www.cipotato.org/artc/Series/06_PDF_RTAs_Capacitacion/12_Achira_obteccion_%20almidon.pdf

<http://achirasdecolombia.com/almidon.htm>