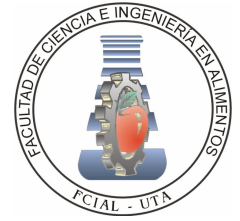




UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO



FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN
ALIMENTOS

**DETERMINACION DE LAS PROPIEDADES FISICO-
QUIMICAS DEL LIMON (*Citrus Limus*)**

**Proyecto de Investigación previo a la obtención del Título de
Ingeniero en Alimentos**

Por: Mery Solis

Tutor: Ing. Lenín Garcés

**AMBATO – ECUADOR
2006**

CERTIFICADO DE RESPALDO

En mi calidad de profesor de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos de la Universidad Técnica de Ambato.

CERTIFICO

Que he colaborado en la redacción del Perfil de proyecto de Investigación titulado “**DETERMINACION DE LAS PROPIEDADES FISICO-QUIMICAS DEL LIMON (*Citrus L.*)**” de la Srta. Mery Guadalupe Solís Arcos

Ing. Lenín Garcés
PROFESOR DE LA F.C.I.A.I.

INDICE

CAPITULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

	PAGINAS
1.1 TEMA DE INVESTIGACIÓN	1
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.2.1 CONTEXTUALIZACIÓN MACRO, MESO Y MICRO	1
1.2.2 ANÁLISIS CRÍTICO	2
1.2.3 PROGNOSIS	3
1.2.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	3
1.2.5 PREGUNTAS DIRECTRICES	3
1.2.6 DELIMITACIONES	4
1.3 JUSTIFICACIÓN	4
1.4 OBJETIVOS	4
1.4.1 GENERAL	4
1.4.2 ESPECÍFICOS	4

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

	PAGINAS
2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS	5
2.2 FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA	6
2.3 FUNDAMENTACIÓN LEGAL	7
2.4 CATEGORÍAS FUNDAMENTALES	7

2.4.1	DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO	16
2.5	HIPÓTESIS	17
2.5.1	HIPÓTESIS NULA	17
2.5.2	HIPÓTESIS ALTERNATIVA	17
2.6	SEÑALAMIENTO DE VARIABLES DE LA HIPÓTESIS	17
2.6.1	VARIABLE INDEPENDIENTE	17
2.6.2	VARIABLE DEPENDIENTE	18

CAPITULO III

METODOLOGÍA

	PAGINAS	
3.1	ENFOQUE	19
3.2	MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN	19
3.3	NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN	19
3.4	POBLACIÓN Y MUESTRA	19
3.5	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	20
3.5.1	VARIABLE INDEPENDIENTE	20
3.5.2	VARIABLE DEPENDIENTE	21
3.6	RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	22
3.7	PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS	23

CAPITULO IV

MARCO ADMINISTRATIVO

	PAGINAS
4.1 RECURSOS	24
4.1.1 INSTITUCIONALES	24
4.1.2 HUMANOS	24
4.1.3 RECURSOS MATERIALES	24
4.1.4 RECURSOS ECONÓMICOS	26
4.2 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	27
4.2.1 ACTIVIDADES PRELIMINARES	27
4.2.2 ACTIVIDADES OPERATIVAS	27
4.2.3 CUADRO DE ACTIVIDADES	28
4.3 BIBLIOGRAFÍA	29
ANEXOS	31

CAPITULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 TEMA DE INVESTIGACIÓN

DETERMINACION DE LAS PROPIEDADES FISICO-QUIMICAS DEL LIMON (*Citrus L.*)

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El limón y la lima son dos cítricos del género Citrus que pertenecen a la familia de las Rutáceas. Esta familia comprende más de 1.600 especies. El género botánico Citrus es el más importante del grupo, y consta de unas 20 especies con frutos comestibles todos ellos muy abundantes en vitamina C, flavonoides y aceites esenciales.

El consumo del limón no suele realizarse en fresco sino como aderezo culinario, el zumo o jugo de limón se usa para elaborar bebidas refrescantes o su pulpa en la confección de diferentes productos como mermelada o jalea para elaborar bebidas refrescantes o como ingrediente de otras bebidas, aderezo de ensaladas y platos de pescado y aromatizante.

(Braverman, J.B.S. 1952)

Debido a la diversidad de productos que se pueden realizar a partir de este fruto, como se lo ha señalado anteriormente se ha visto la necesidad de obtener información sobre las propiedades físicas y químicas del limón, para establecer los respectivos índices de control de calidad y en muchos casos orientan criterios con relación a la composición y rendimiento que se esperaría del limón.

1.2.1 CONTEXTUALIZACIÓN

MACRO

En la actualidad, España es el principal exportador de limones a los países de Europa, siendo sus principales competidores los países de la Cuenca Mediterránea, América del Sur y Sudáfrica.

La producción y comercialización del hemisferio norte se localiza entre los meses de octubre y abril; y en el hemisferio sur de mayo a septiembre, por lo que ambas se complementan a excepción de la variedad Verna en España que se solapa con las del hemisferio sur.

MESO

El limón es nativo de Birmania septentrional, fue cultivado comercialmente en primer lugar en Italia y Silécica, a donde fue llevado desde Palestina durante el siglo XIII. Durante largo tiempo, Italia fue el único centro donde se cultivo el limón. Este fruto se cultiva ahora con éxito en distintos semiáridos en España, Estados Unidos y Palestina. En California las variedades tipo son las Eureka, Lisbon y Villafranca.

MICRO

Es en la década de los años 50 cuando se introduce al Ecuador tres nuevas variedades de limones: "Tahiti", "Meyer" y "Cuatro estaciones". Esto es cuando el Ministerio de Fomento de entonces, (actual Ministerio de Agricultura y Ganadería) inicia programas de cultivos de nuevas especies frutales en sus granjas de Perucho y Tumbaco, en la provincia de Pichincha. Más estas nuevas especies no tuvieron mayor aceptación en el mercado ni importancia económica significativa, limitándose su cultivo a jardines pequeños y huertos caseros.

(Proexant, 1992)

1.2.2 ANÁLISIS CRÍTICO

Dentro de las limitaciones que presenta el sector de los alimentos es la falta de información sobre datos de propiedades físico químicas de los alimentos, como es el caso específico de esta investigación el limón (*Citrus L*).

El proyecto esta orientado a determinar la propiedades físicas y químicas del limón, con el objeto de caracterizar y normalizar la fruta para conocer la realiza actual de la misma, tanto en los lugares de cultivo, así como los grados de madurez del fruto en estudio.

La utilización de los datos obtenidos en fruto, pulpa y jugo en estado maduro sirven también para determinar ciertos aspectos para la comercialización de la fruta tanto en el mercado nacional como internacional.

1.2.3 PROGNOSIS

El presente estudio a partir de la información recopilada con respecto a su aceptabilidad en el mercado Nacional e Internacional, esta enfocado a determinar las propiedades físicas y químicas del limón, para mejorar su comercialización y posiblemente su futura industrialización lo cual permitirá crear fuentes de trabajo importante y de igual manera poder vender a gran escala beneficiando a los pobladores de las principales localidades productoras.

El no llegar a realizar este trabajo negaría la posibilidad de un mejoramiento en el desarrollo de nuevas o futuras investigaciones científicas.

1.2.4 FORMULACION DEL PROBLEMA

“DETERMINACION DE LAS PROPIEDADES FISICO-QUIMICAS DEL LIMON” (*Citrus Limus*).

Variedades

- Limón Tahití
- Limón fino o Primofiori

1.2.5 PREGUNTAS DIRECTRICES

- ¿Servirá esta información para los productores?
- ¿Se aplicará a Nivel de Industrialización los valores obtenidos de las propiedades físicas químicas de este fruto?
- ¿Ayudará este tipo de investigación a promover otros estudios tecnológicos a partir de este fruto?
- ¿De que manera se beneficiaran los principales productores de limón?

1.2.6 DELIMITACION

Campo	:	Investigación
Aspecto	:	Tecnológico
Campo	:	Agrícola
Tema	:	Limón (<i>Citrus L.</i>)
Problema	:	Propiedades Físico - Químicas

1.3 JUSTIFICACION

El caracterizar los productos agrícolas locales y nacionales, tiene una tal importancia, debido a que con ello podemos aplicar tecnologías adecuadas sobre los productos agrícolas, además esta investigación tiene por objeto el levantamiento y actualización de datos de las propiedades físicas y químicas del Limón, en la variedad Tahiti y Primofiori, los cuales servirán para la normalización del fruto en sus tres estados de madurez, mediante un convenio entre el Instituto ecuatoriano de normalización INEN y la facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos.

1.4 OBJETIVOS

GENERAL

- Determinar las propiedades Físico Químicas del Limón. (*Citrus L*) variedades Tahití y Primofiori

ESPECIFICOS

- Caracterizar física y químicamente al Limón (*Citrus L*) variedades Tahití y Primofiori.
- Conocer la influencia de los grados de madurez sobre las propiedades físicas y químicas del limón (*Citrus L*) .
- Determinar las propiedades físicas y químicas de las variedades del limón, Tahití y Primofiori en sus estados de madurez (verde, pintón y maduro).

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

El presente trabajo se apoya en estudios realizados anteriormente en la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos son Tesis de Grado que se relaciona con la determinación de las propiedades físicas y químicas de frutas.

En donde establecen las siguientes conclusiones:

En la mayoría de las propiedades el factor determinante es el estado de madurez de la fruta, pues la condición de pistón y maduro determina la composición de la fruta lo que incide de forma directa en las propiedades principalmente de orden físico y químico.

Villalva, Yuyana , 2.005 “determinación de las propiedades físicas y químicas de la Uva”

De entre los factores de experimentación propuestos en el diseño experimental, el de mayor influencia en las propiedades físicas y químicas es el grado de maduración, pues incide en la composición de la fruta y por tanto en las propiedades analizadas.

Vargas, Mariela, 2.005 "Determinación de Propiedades Físicas y Químicas del Jigacho y Papaya".

La aplicación de los datos determinados en la presente investigación permitirá un mejor manejo poscosecha de las fruta motivo de estudio, en este caso del limón, por lo que será indispensable la difusión de este documento a las personas que se dedican al cultivo de esta fruta.

Al no contar el ecuador con un banco de datos acerca de los productos nativos de sus regiones, es importante dejar la posibilidad de continuar con este tipo de trabajos para poder contar con información verídica respecto a nuestros cultivos.

2.2 FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA.

La cosecha del limón difiere de acuerdo con el tamaño, la resistencia de la cáscara, la facilidad de desprendimiento y el estado de madurez, dentro de la misma especie, según el destino que se le dé , ya sea remitido para el mercado como fruta fresca o para la industrialización (jugos y aceites esenciales).

Razones que de una u otra manera tendrán influencia en las propiedades físicas y químicas del limón.

PROPIEDADES NUTRITIVAS

Su componente mayoritario es el agua. Son las frutas de menor valor calórico, aunque hay que tener en cuenta que no se consumen como fruta fresca sino sólo su zumo. Destaca su contenido en vitamina C, ácido cítrico y sustancias de acción astringente. El mineral más abundante es el potasio. La vitamina C interviene en la formación de colágeno, huesos y dientes, glóbulos rojos y favorece la absorción del hierro de los alimentos y la resistencia a las infecciones. El ácido cítrico, posee una acción desinfectante y potencia la acción de la vitamina C. El potasio es necesario para la transmisión y generación del impulso nervioso, para la actividad muscular normal e interviene en el equilibrio de agua dentro y fuera de la célula.

Las proporciones de los componentes varían de acuerdo con la variedad, edad, madurez, clima, suelo, método de cultivo, abonos, lluvias, riegos, etc.

Cuadro 2. Composición por 100 gramos de porción comestible

Calorías	40,2
Hidratos de Carbono (g)	9
Fibra (g)	1
Potasio (mg)	149
Magnesio (mg)	18
Acido folico (mcg)	7
Vitamina C (mg)	50

mcg = microgramos

<http://frutas.consumer.es/documentos/frescas/limon/receta.php>

2.3 FUNDAMENTACIÓN LEGAL

Fruto "LIMON"

- INEN 1750
- INEN 1757

Análisis Físico – Químico

- Índice de refracción: Según la Norma INEN 380
- Densidad; Según la Norma INEN 391, (Utilización de picnómetros).
- Acidez: Según nomas INEN 381.
- Humedad: Según nomas INEN 382.
- Sólidos totales: Según nomas INEN 382.

2.4 CATEGORÍAS FUNDAMENTALES

PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS.

2.4.1. Tamaño

La palabra tamaño es un adjetivo de comparación, en el caso de un producto agrícola o de un producto procesado no solamente posee connotaciones hedónicas o sensoriales, sino que es una de las características más importantes en el manejo, empaçado, clasificación y procesabilidad(Sunnacka, A. 1983),

2.4.2 Forma

La forma determina la apariencia externa de una cosa, es de forma cilíndrica, ovalada.

2.4.3. Volumen

Este valor es equivalente a la porción de espacio que ocupa un cuerpo. Se expresa en unidades cúbicas. El procedimiento a seguir para medir el volumen de un objeto, dependerá del estado en que se encuentre: gaseoso, líquido o sólido.

Algunos sólidos tienen formas sencillas y su volumen puede calcularse en base a la geometría clásica. Por ejemplo, el volumen de un sólido puede calcularse aplicando conocimiento que proviene de la geometría.

El volumen de un cuerpo es un número que indica la cantidad de espacio que él ocupa. Este número se acompaña por una unidad de medida pertinente que permite dimensionar el volumen medido.

(www.comenius.usach.cl/ebmat2/conceptos).

2.4.4 Peso

En el estricto sentido de la palabra, "peso" es la fuerza de gravitación con que la Tierra atrae a un cuerpo. El peso de un objeto puede determinarse con un método comparativo como se hace en una balanza de laboratorio o midiendo directamente la fuerza gravitatoria con una balanza de muelle. (Espasa, 2001)

2.4.5 Porcentaje de cáscara

Parte de fruto que envuelve y protege a las semillas, según lo expuesto por Thomas citado por Ortiz y Ramos (2002). Los datos experimentales se registran en base a diferencia de pesos.

2.4.6 Porcentaje de la parte comestible

Del total de componentes del fruto, luego de haber eliminado la corteza y el contenido de semillas, se considera la parte comestible de cualquier producto agrícola; al igual que en el caso de la dimensión anterior, es determinada por diferencia de pesos. Tanto porcentaje de cáscara como porcentaje de parte comestible son dimensiones empleadas para calcular el rendimiento de los productos.

Normas INEN 1756

2.4.7 índice de refracción

Según Wamer (1980), la refracción es un rayo de luz que se desvía conforme pasa de un material a otro; el ángulo de refracción dependerá de los dos materiales en donde se produzca este fenómeno. Por otro lado Goded y Mur (1966) señalan que esta dimensión representa la relación constante entre los senos de los ángulos de incidencia y refracción de un rayo de luz monocromática que atraviesa una sustancia líquida y resulta característica para cada sustancia.

2.4.8 Tensión superficial

La tensión superficial es la fuerza que actúa paralela a una superficie plana en ángulo recto a una línea de unidad de longitud. El fenómeno se origina a causa de que, mientras las fuerzas de atracción entre las moléculas de líquido son simétricas, las de las moléculas en la superficie son asimétricas, con el resultado que las moléculas de la superficie están sujetas a una atracción hacia adentro en dirección normal a la superficie. (Romo, 1981).

De acuerdo con Kouloheris (1974), el conocimiento de la tensión superficial es importante en tecnología de alimentos para establecer la pureza de los productos.

2.4.9 Densidad

Según www.visionlearning.com/library, la densidad es una propiedad física de la materia que describe el grado de compacidad de una sustancia. La densidad describe cuan unidos están los átomos de un elemento o las moléculas de un compuesto. Mientras más unidas están las partículas individuales de una sustancia, más densa es la sustancia. Puesto que las diferentes sustancias tienen densidades diferentes, las medidas de la densidad son una vía útil para identificar las sustancias.

Esta relación entre masa y volumen de una sustancia es lo que define la propiedad física de la densidad

$$\text{Densidad} = (\text{masa} / \text{Volumen})$$

De acuerdo con Alvarado, (1996), la densidad de una sustancia en (g/cm³) o unidades equivalentes, es aproximadamente igual numéricamente, a su masa específica; pero estos valores son totalmente diferentes en otras unidades.

De acuerdo a la sustancia de que se trate, la forma de cálculo es diferente, así, para soluciones de sacarosa en función de los Grados Brix se propone la ecuación siguiente (Kimball, 1986):

$$(D)=(0,524484e^{(oB +330,882) / 170435}) * 10^3$$

En ocasiones se comete el error de aceptar que los valores establecidos para el agua son iguales a los de un jugo, sin considerar la presencia de otros componentes. Es evidente que la magnitud de la densidad está influenciada significativamente por la temperatura, en muchos líquidos la densidad disminuye de manera consistente cuando se incrementa la temperatura, por tanto para el caso de jugos es válida la siguiente expresión (Alvarado, 1996):

$$(DJ) = 1008 + 4,15(^{\circ}BR) - 0,60T$$

2.4.10 Gravedad específica

Debido a que el volumen de un cuerpo sumergido es igual al volumen de agua desplazada, la relación de los pesos específicos es la misma que la de los pesos del alimento y de un volumen igual de agua, entonces la gravedad específica (GE) es la relación entre el peso de una sustancia y el peso de un volumen igual de agua a 4°C y a 15.6°C, según físicos e ingenieros, respectivamente. Para determinar esta magnitud debe pesarse la muestra en el aire y en agua, y la diferencia corresponde a la pérdida de peso aparente que es el peso de agua desalojado según el principio de Arquímedes (Hall y colaboradores, 1978).

2.4.11 Viscosidad

No todos los líquidos son iguales, algunos son muy líquidos y fluyen fácilmente, otros son espesos y pegajosos. La resistencia que ofrece un líquido a fluir se

conoce como viscosidad. La miel y el Jarabe de maíz son más viscosos que el agua.

La viscosidad es una propiedad importante de los fluidos de perforación. Entre más viscoso sea un fluido, más fácilmente podrá mantener los recortes en suspensión para luego traerlos a la superficie.

Viscosidad o consistencia es una propiedad de gran importancia en productos como pulpas de frutas, salsa de tomate, jugos, cremas, conservas de frutas, mermeladas, jaleas, mayonesa, gelatina, jarabes y batidos. La fricción resultante de la resistencia al flujo entre las capas del líquido o la resistencia que presenta una sustancia a la deformación cuando está sujeta a una fuerza de deformación, es llamada viscosidad aparente. (Núñez, J. 1996).

2.4.12 Energía de activación

Se entiende por energía de activación a aquella mínima que deben poseer las entidades químicas, entendiéndose a átomos, moléculas, iones o radicales, para producir una reacción química; en otras palabras, la energía de activación es una barrera energética que debe ser superada para que una reacción tenga lugar. (www.visionlearning.com/library). En el presente caso está asociado con la energía mínima para que se produzca movimiento.

2.4.13 Calor específico

El calor específico es la cantidad de calor medida en Joules necesarios para elevar la temperatura, medida en grados Kelvin, de un kg de una sustancia alimenticia dada en 1K (Polley, citado por Moreno, C., 1983)

De acuerdo con Singh y Heldman citados por Alvarado (1996), cuando no existe cambio de fase o reacciones involucradas, el calor específico es la cantidad de calor que gana o pierde un kilogramo de masa de material alimenticio, para producir un cambio de temperatura lo que puede expresarse en la siguiente ecuación:

$$C_p = Q / W (\Delta T)$$

Donde:

C_p = Calor específico

Q = Calor requerido

W = Masa del alimento

(ΔT) = Diferencia de temperaturas

Pero además, a presión constante la diferencia de entalpías pueden ser relacionadas por:

$$Q = W (\Delta H)$$

Reemplazando en la ecuación anterior se obtiene:

$$C_p = (\Delta H) / (\Delta T)$$

De acuerdo al material del cual se calcule el calor específico, se han desarrollado una diversidad de ecuaciones en función de sus componentes.

2.4.14 Difusividad térmica

La difusividad térmica es la razón entre tres propiedades diferentes, expresada de la forma siguiente:

$$\alpha = \kappa / C_p \cdot \sigma$$

Donde:

α = Difusividad térmica

C_p = Calor específico

σ = Densidad relativa

Según Bhowmik y Hayakawa (1979), el valor de la difusividad térmica de un material puede ser determinado directamente mediante pruebas de transferencia de calor o también puede ser obtenida de manera indirecta, usando la ecuación anterior.

Choi y Okos (1986), desarrollaron modelos generales para predecir las propiedades térmicas de productos alimenticios basados en la composición expresadas como fracción en peso. El modelo propuesto para predecir la difusividad de alimentos es:

$$\alpha = \sum \alpha_i * x_{iv}$$

Para cada componente las ecuaciones propuestas son:

Agua	:	$\alpha_w = 1.3168 \times 10^{-1} + 6.2477 \times 10^{-4} T - 2.4022 \times 10^{-6} T^2$
Proteína	:	$\alpha_p = 6.8714 \times 10^{-2} + 4.7578 \times 10^{-4} T - 1.4646 \times 10^{-6} T^2$
Grasa	:	$\alpha_g = 9.8777 \times 10^{-2} - 1.2569 \times 10^{-4} T - 3,8286 \times 10^{-8} T^2$
Carbohidratos:		$\alpha_c = 8.0842 \times 10^{-2} + 5.3052 \times 10^{-4} T - 2.3218 \times 10^{-6} T^2$
Fibra	:	$\alpha_b = 7.3976 \times 10^{-2} + 5.1902 \times 10^{-4} T - 2.2202 \times 10^{-6} T^2$
Cenizas	:	$\alpha_r = 1.2461 \times 10^{-1} + 3.7321 \times 10^{-4} T - 1.2244 \times 10^{-6} T^2$

Estos valores deben expresarse en (m²/s) para lo que es necesario dividirse para 10⁶

2.4.15 Conductividad Térmica

La conductividad térmica se la define como la cantidad de calor en vatios, transmitida por la conducción a través de un metro cuadrado de un material alimenticio homogéneo por grado Kelvin de diferencia entre las superficies del material alimenticio (W/m.K), Polley (1980),

Por definición, la difusividad térmica está directamente relacionada con la conductividad térmica, que puede ser calculada si se conoce los valores de la densidad y del calor específico, Charm (1981).

Con relación a frutas, Miles citado por Canchiña (1997), indica que según varios autores, existe una relación lineal entre la conductividad térmica de productos alimenticios acuosos sin congelar y su contenido de agua; recopilan y reportan las ecuaciones de Comi y colaboradores y Bowman obtenidas en base a datos de diferentes alimentos, incluido frutas.

$$K = 0.26 + 0.33 * X_w$$

$$K = 0.26 + 0.567 * X_w$$

Donde :

k = Conductividad térmica

X_w = Fracción en peso del alimento

La conductividad térmica de jugo de frutas y vegetales puede ser estimados por una ecuación basada en el contenido de sólidos, temperatura y densidad, manifestaron Kalarov y Gromov citados por Ortiz y Ramos (2002) y propusieron la siguiente expresión:

$$k = (A/K) * \sigma * T$$

Donde:

σ = Densidad

T = Temperatura

2.4.16 pH

En 1909 un químico danés, Sorensen, definió al pH como el logaritmo negativo de la concentración molar de los iones hidrógenos, lo que se expresa en la siguiente relación ([www. abaforum.es](http://www.abaforum.es)):

$$\text{pH} = -\log [H^+]$$

La determinación del pH se realiza con indicadores de color y sirven para clasificar a los alimentos como ácidos o básicos.

2.4.17 Acidez

En el sentido estricto de la palabra, acidez, es la cantidad de ácidos orgánicos libres en diferentes compuestos alimenticios. Se mide por titulación con un álcali hasta el punto final que depende del indicador seleccionado y el resultado se expresa en porcentaje del ácido dado.

(Rauch, citado por Ortiz y Ramos, 2002)

2.4.18 Humedad

Kirk (1996) sostiene que el agua en los alimentos se encuentra de dos formas inicialmente, enlazada y disponible o libre, el agua enlazadas incluye moléculas unidas en forma química o a través de puentes de hidrógeno a grupos iónicos o polares, mientras que el agua libre es la que no está físicamente unida al alimento y se puede congelar o perder con facilidad en procesos de secado. Pese de ser una magnitud de alta importancia científica y tecnológica los métodos de determinación suelen resultar poco exactos.

2.4.19 Sólidos totales

En contenido de sólidos totales en un alimento se refiere a todo aquello que no es humedad, es decir la porción seca del mismo o extracto seco del alimento (Norma INEN 382) en otras palabras es todo aquello que permanece constante luego de que las muestras han sido sometidas a un proceso de secado o deshidratación .

2.4. 20 Sólidos solubles

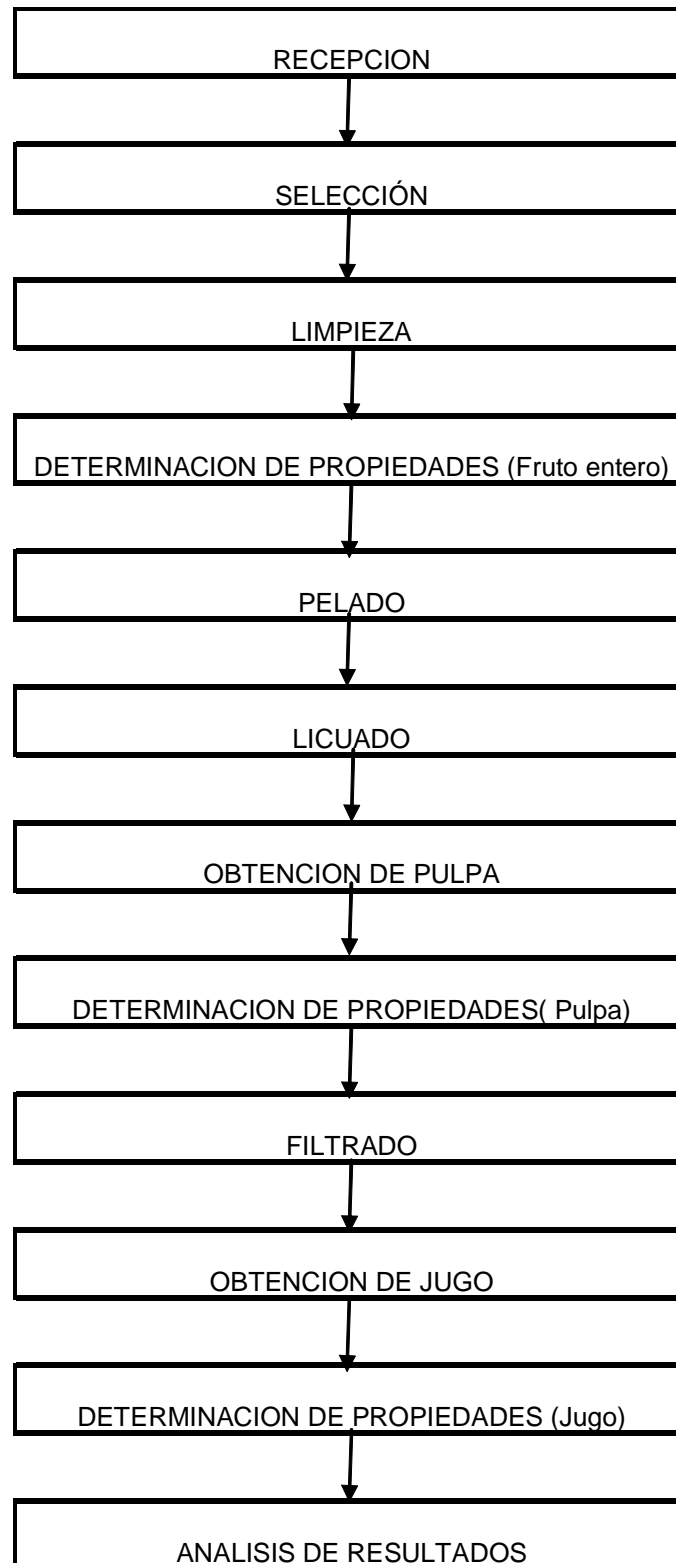
Los sólidos solubles se refiere a la fracción del total de sólidos capaces de disolverse en agua, se incluye coloide y compuestos orgánicos e inorgánicos, ([www. geocity.com](http://www.geocity.com)).

2.4.21 Sólidos en suspensión

los sólidos en suspensión como a la fracción de compuestos que pueden ser separados por filtración en la que se incluye los sólidos volátiles que es en sí materia orgánica.

Normas INEN 388

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO PARA LA DETERMINACIÓN DE
LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DEL LIMON (*Citrus L*)
variedades Tahití y Primofiori



2.5 HIPOTESIS

2.5.1. Hipótesis Nula.

Ho₁: La variedad de la fruta no tiene influencia en los valores de las propiedades físico químicas.

Ho₂: El grado de madurez del limón no tiene influencia en los valores de las propiedades físico químicas.

2.5.2. Hipótesis Alternativa

Hi₁: La variedad de la fruta tiene influencia en los valores de las propiedades físico químicas.

Hi₂: El grado de madurez del limón tiene influencia en los valores de las propiedades físico químicas.

2.6. SEÑALAMIENTO DE VARIABLES DE LA HIPÓTESIS.

2.6.1. Variable Independiente.

- Variedad de la fruta

LIMÓN TAHITÍ

Nombre común: Lima Tahití, Limón persa

Nombre científico: *Citrus latifolia Tanaka*

LIMÓN FINO O PRIMOFIORI

Nombre común: Limón fino, limón primofiori.

Nombre científico: *Citrus latifolia Tanaka*

- Grado de Madurez del limón

VERDE, PINTON, MADURO

2.6.2. Variable Dependiente.

- Propiedades físico químicas (densidad, coeficiente volumétrico de expansión térmica, gravedad específica, viscosidad, energía de activación, pH, acidez humedad sólidos totales y solubles)

CAPITULO III

METODOLOGÍA.

3.1 ENFOQUE

El enfoque de la investigación va a ser cualitativo que se realizará una investigación bibliográfica y cuantitativa que se obtendrán resultados medibles debido a la metodología estadística.

3.2 MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN.

Para determinar las propiedades físicas químicas del limón, se realizará una modalidad de Campo, misma que será desarrollada en los laboratorios de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos.

3.3 NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN

El nivel o tipo de investigación al cual posiblemente llegará este trabajo es a la asociación de variables que se basará en relacionar las variables: Propiedades Físicas Químicas (densidad, coeficiente volumétrico de expansión térmica, gravedad específica, viscosidad, energía de activación, pH, acidez humedad sólidos totales y solubles), y grado de madurez del "LIMON" , Verde, pintón y maduro.

3.4 POBLACIÓN Y MUESTRA

SALTOS A 1993. Del mismo modo que para el éxito de una empresa se requiere aplicar una buena estrategia de financiamiento y mercadeo, la ejecución de una investigación científica o tecnología eficiente necesitará de un adecuado diseño experimental.

Para el presente trabajo de investigación responderá a un diseño Experimental tipo A X B (2 * 3) con una replica, es decir se trabajará con seis tratamientos con su respectivo duplicado, el mismo que dará doce determinaciones , de cada una de las propiedades físicas y químicas en cada variedad de fruto y grado de madurez de los mismos, quedando como resultado final veinte y cuatro tratamientos para cada variedad, cuyos factores de estudio y sus respectivos niveles se muestran continuación:

Factor A: Variedad de Limón
 a₀: Limón Tahití
 a₁: Limón fino o Primofiori

Factor B: Grado de Madurez
 b₀: Verde
 b₁: Pintón
 b₂: Maduro

3.5 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

- **Variable Independiente:**

Conceptualización	Categorías	Indicadores
<ul style="list-style-type: none"> ○ Variedad de la fruta ○ Grado de Madurez de la fruta 	Investigación	Tahití Primofiori Verde Pintón Maduro

- **Variable Dependiente:** Propiedades Físicas y Químicas

Conceptualización	Categoría	Indicadores	Ítems	Técnicas e Instrumentos
Propiedades Físicas y Químicas	Producto Frutícola	Para la fruta:		<ul style="list-style-type: none"> ○ INEN 1757 ○ INEN 1757 ○ INEN 1757
		Para el jugo y pulpa Tamaño Forma Peso Porcentaje de semillas Porcentaje de parte comestible Sólidos totales Para el jugo y pulpa Índice de refracción Tensión superficial Densidad Coeficiente Volumétrico de expansión térmica Gravedad específica Viscosidad Energía de activación pH Acidez Sólidos totales		<ul style="list-style-type: none"> ○ INEN 380 ○ INEN 380 ○ INEN 380 ○ INEN 391 ○ INEN 381 ○ INEN 382 ○ INEN 382 ○ INEN 382 ○ INEN 380 ○ INEN 388

Elaborado por: Mery Solís

3.6 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

La información que se espera recolectar será para las dos variedades, en forma individual, considerando cada propiedad física y química, para lo cual se plantea la siguiente tabla que será para muestra:

Tabla 1. Variedad de Limón

PROPIEDAD: TAMAÑO		
VARIEDAD	Tahití	Primofiori
MUESTRA		
1		
2		
3		
4		
5		
6		

Elaborado por : Mery Solís

De igual manera la información será recolectada para los 3 estados de madurez de la fruta Limón, en forma individual para cada propiedad física y química, para lo cual se plantea la siguiente tabla que será para muestra:

Tabla 2. Estados de madurez deL Limón

PROPIEDAD: TAMAÑO			
MADUREZ	VERDE	PINTON	MADURO
MUESTRA			
1			
2			
3			
4			
5			
6			

Elaborado por : Mery Solís

3.7 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS.

Para realizar un procesamiento de toda la información recolectada en las tablas anteriores se la someterá al diseño experimental establecido; en programas de análisis estadísticos computarizados como el STATGRAPHICS o MINITAB, o SPSS, además del análisis realizado en Excell.

CAPITULO IV.

MARCO ADMINISTRATIVO

4.1 RECURSOS

4.1.1 Recursos Institucionales.

Universidad: Universidad Técnica de Ambato
Facultad: Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos
Laboratorio: Laboratorio de Procesamiento

4.1.2 Recursos Humanos

Tutor: Ing. Lenin Garcés
Graduando: Mery Guadalupe Solís Arcos

4.1.3 Recursos Materiales

Materia Prima:

Nombre : Limón (Citrus Limus)

Familia : Rutáceas

Equipos:

- Balanza analítica Owlabor precisión 0.1 mg
- Balanza Electrónica marca Mettler
- Balanza Cobas Precisión modelo Monogranatario.
- Baño termostático marca Julabo EM
- Centrifuga marca Hermal
- Estufa marca Fisher.
- Potenciómetro marca Fisher.
- Registrador de temperaturas Thermistor thermometer with 0.01.

Material de vidrio:

- Agitadores de vidrio
- Buretas de 25/50 ml gradadas
- Desecador
- Embudo
- Hidrómetros marca CMS presión 0.001
- Matraz Erlenmeyer de 250ml pirex.
- Piceta
- Picnómetro de 50 ml
- Pipetas graduadas de 1-10 ml
- Probetas 50ml
- Stalagnómetro de Traubé.
- Termómetros graduados (0-250°C)
- Tubos de ensayo pirex
- Tubos de ensayo fotocolorímetros.
- Vasos de precipitación de 100-250 ml pirex
- Viscosímetro de Ostwald.

Varios:

- Cápsulas de porcelana
- Cronómetro
- Cuchillos
- Espátula
- Lienzo
- Papel filtro
- Pinzas
- Pinza para bureta
- Pie de rey Craftsman
- Porta embudos.
- Soporte universal
- Tamices
- Tubos plásticos para centrífuga.

Reactivos:

- Agua destilada
- Hidróxido de sodio 0.1N
- Acetona
- Mezcla sulfocrómica.

4.1.4. Recursos Económicos (Presupuesto y Financiamiento)

Componente	Aportado Por	
	Universidad	Graduando
Recursos Humanos		
Graduando		69.50
Tutor	150.00	
Subtotal	150.00	69.50
Recursos Financieros		
Equipos de Computación		20.00
Materiales varios		3.50
Uso del laboratorio		12.00
Redacción del proyecto		5.00
Publicación		15.00
Transporte		8.00
Imprevistos		6.00
Subtotal	150.00	
Aporte de UTA (\$)	150.00	
Aporte Graduando (\$)		69.50
TOTAL (\$)	219.50	

4.2. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

4.2.1 Actividades Preliminares

Revisión Bibliográfica

Pruebas preliminares

Evaluación de Resultados

Formulación del Perfil del Proyecto de Investigación

Revisión y aprobación del Perfil del Proyecto de Investigación

4.2.2 Actividades Operativas

Desarrollo de la Fase Experimental

Análisis de los Resultados

Elaboración del Primer Borrador

Redacción del reporte del Perfil

Revisión y corrección del Perfil

Publicación del Perfil

ACTIVIDADES \ TIEMPO	MESES						
	1	2	3	4	5	6	7
PRELIMINARES	—————						
Revisión Bibliográfica.	—————						
Pruebas Preliminares.		—————					
Formulación del Perfil del Proyecto de Investigación.			—————				
Aprobación del Perfil del Proyecto de Investigación.				—————			
OPERATIVAS					—————		
Desarrollo de la parte experimental.					—————		
Interpretación y análisis de resultados.					—————		
Elaboración del primer borrador.						—————	
Revisión del primer borrador.						—————	
Redacción del Proyecto de Investigación.							—————
Revisión y corrección del Proyecto de Investigación							—————
Publicación del proyecto							—————

4.3. BIBLIOGRAFÍA

- ORTIZ, Claudia, 2002, "Determinación de Propiedades Físicas y Químicas de la Pitahaya".
- MENDIZABAL, Luís, 2004 " Determinación de Propiedades Físicas y Químicas de la Mora".
- FREIRE, Heddy, 2004 "Determinación de Propiedades Físicas y Químicas de Durazno".
- BOLAÑOS, Verónica. 2004 "Determinación de Propiedades Físicas y Químicas del Arazá".
- VARGAS, Mariela, 2.005 "Determinación de Propiedades Físicas y Químicas del Jigacho y Papaya".
- Villalva, Yuyana , 2.005 “determinación de las propiedades físicas y químicas de la Uva”
- Anda, Luís 1976."Practicas de Físico-Química".Ambato, Ecuador. Ed. Universidad Técnica de Ambato, pp;5-7,10-12,15-18.
- Alvarado Juan de Dios y Moreno, C.1087. "Propiedades físicas de frutas" Calor específico de frutas como función de su humedad. Archivos Latinoamericanos de Transferencia de Calor y Materia 11:131-139.
- Alvarado Juan de Dios, 1996, "Principios de Ingeniería Aplicados a los Alimentos", Quito-Ecuador, Radio Comunicaciones, división de artes gráficas, pp:138,142,196,225,254.
- Alvarado Juan de Dios, José Migue) Aguilera, 2001, "Métodos para medir Propiedades Físicas en Industrias de Alimentos", Ed, Acribia S.A, Zaragoza- España, pp:1-213.
- Braverman, J B.S. “ Introducción a la Bioquímica de los alimentos”, Mexico, 1.976.
- Villacecchia, Vactor.1963."Tratado de Química Analítica Aplicada".Barcelona, España.Tomo II 3er Ed. Gustavo Gilj, pp:86-101.
- Wilson,Y.M; Newcobe, R.J, Denaro, A.R.Y y Rickett R.M 1966" Practicas de Química-Física".Traducido por G. Gutiérrez. Barcelona, España.

FUENTES DE INTERNET

<http://www.infoagro.com/citricos/limon.htm>

<http://www.botanical-online.com/medicinalslimon.htm>

http://www.cipca.org.pe/cipca/informacion_y_desarrollo/agraria/fichas/limon.htm .

<http://frutas.consumer.es/documentos/frescas/limon/receta.php>

ANEXOS