

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES  
FACULTAD DE AGRONOMIA  
CARRERA DE INGENIERIA AGRONOMICA**



**TESIS DE GRADO**

**DESTILACION DE LICOR DE DOS VARIEDADES  
DE CHIRIMOYA (*Annona cherimola* Miller), EN LA COMUNIDAD DE  
LLOJA PERTENECIENTE AL MUNICIPIO DE CAIROMA QUINTA  
SECCION**

**MAGDA GUTIERREZ DELGADO**

**La Paz – Bolivia**

**2011**

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES  
FACULTAD DE AGRONOMIA  
CARRERA DE INGENIERIA AGRONOMICA**

**DESTILACION DE LICOR DE DOS VARIEDADES**

**DE CHIRIMOYA (*Annona cherimola* Miller), EN LA COMUNIDAD DE  
LLOJA PERTENECIENTE AL MUNICIPIO DE CAIROMA QUINTA**

**SECCION**

Tesis de Grado presentado como requisito  
Parcial para optar el título de  
Ingeniero Agrónomo

**MAGDA GUTIERREZ DELGADO**

**Asesores:**

Ing. Agr. Wilfredo Peñafiel Rodríguez .....

Ing. Agr. Freddy Ampuero Aranda .....

**Comité Revisor:**

Ing. Ph. D. David Cruz Choque .....

Ing. Agr. Cristal Taboada Belmonte .....

Ing. Agr. Rene Calatayud Valdez .....

**APROBADA**

**Presidida por:** .....

## DEDICATORIA.....

Dedico este trabajo a Dios por haberme permitido llegar hasta donde ahora me encuentro.

A mis Padres, Feliberto y Ylda, que me han brindado su cariño, amor, valores, consejos quienes han sido mi soporte y sin quienes no hubiese podido salir adelante.

A mis hermanos Frida, Jhamil, Dayana y Daynor, porque hemos compartido bellos momentos, me han acompañado en este largo trayecto y me han brindado su apoyo y cariño incondicional en todos los aspectos de mi vida.

A mi prometido Jorge Tantani, quien me acompaño y apoyo en todo este trayecto me brindo su paciencia y comprensión y apoyo.

Que Dios les bendiga.

## **AGRADECIMIENTOS**

Este trabajo no hubiera sido posible sin la ayuda de muchas personas.

Agradezco también a la Facultad de Agronomía de la Universidad Mayor de San Andrés y a todo su plantel docente y administrativo quienes participaron para mi formación profesional.

Agradezco a mi Asesor el Ing. Freddy Ampuero Aranda, y al Ing. Wilfredo Peñafiel por haberme orientado y apoyado en este trabajo a su cómo sus correcciones y consejos.

A mis Revisores, Ing. Ph.D. David Cruz, además de ser un docente por ser un gran amigo y alentar para la culminación de del presente trabajo a la Ing. Cristal Taboada por su amistad y valiosa enseñanza en mi formación profesional al Ing. Rene Calatayud por su amistad apoyo y orientación de manera desinteresada, siempre alentándome.

A Jorge Tantani, mi prometido por brindarme su comprensión paciencia y amor en estos cinco años de formación profesional que dios le bendiga.  
A mis tíos por darme ese apoyo moral en este tiempo y darme las fuerzas para que siga adelante

Al Señor Donato Paco y Sra. Sabina Ramírez, por brindarme apoyo y darme su cariño en todo este tiempo, y orientarme sobre la tesis.

A todos mis compañeros de la universidad por el apoyo y su comprensión.

Que Dios les Bendiga



2.5.1.	Importancia de la Chirimoya en la alimentación.....	29
<b>2.6.</b>	<b>Manejo Integrado de Plagas – MIP en la Chirimoya .....</b>	<b>30</b>
2.6.1.	Plagas en la Chirimoya.....	31
2.6.1.1.	Cochinilla en la Chirimoya (Planococcuscitri, Pseudococcusfragilis y seudococcus longispinus).....	31
2.6.2.	Enfermedades .....	32
2.6.2.1.	Podredumbre del cuello ( <i>Phytophthora</i> sp).....	32
2.6.2.2.	....Recolección y entierro de frutos postreros del árbol y del suelo	32
2.6.2.3.	.... Remoción y rastrillado del suelo.....	33
<b>2.7.</b>	<b>Exigencias climáticas edáficas en la Chirimoya.....</b>	<b>34</b>
2.7.1.	pH del suelo .....	34
2.7.2.	Temperatura.....	34
2.7.3.	Viento .....	35
2.7.3.1.	Formación de los árboles.....	35
2.7.3.2.	Vientos fuertes .....	36
2.7.3.3.	Losvientossecosylasaltastemperaturasenfloración .....	36
<b>2.8.</b>	<b>Mercados de la chirimoya.....</b>	<b>36</b>
<b>2.9.</b>	<b>Índice de Madurez de la Chirimoya .....</b>	<b>37</b>
<b>2.10.</b>	<b>Post cosecha de la Chirimoya.....</b>	<b>37</b>
2.10.1.	Calidad de la Chirimoya .....	38
2.10.2.	Humedad relativa óptima.....	38
2.10.3.	Tasa de producción de etileno .....	38
2.10.3.1.	Efectosdeletileno.....	38
2.10.4.	Desordenes Fisiológicos .....	39
2.10.4.1.	Daño por frío .....	39
2.10.4.2.	Partiduras de la Chirimoya .....	39
2.10.4.3.	Características de empaque de la Chirimoya .....	39
2.10.4.4.	Medios de ransporte de la Chirimoya.....	40
2.10.4.5.	Sistema de comercialización.....	41
2.10.4.6.	Sistema de ventas y precios .....	42

<b>2.11.</b>	<b>Cultivo de Chirimoya.....</b>	<b>42</b>
	2.11.1. Propagación .....	42
	2.11.2. Preparación del semillero .....	42
	2.11.3. Poda de formación .....	43
	2.11.3.1.Poda de mantenimiento en la Chirimoya. ....	44
<b>2.12.</b>	<b>Características físico-químicas del fruto de la Chirimoya.....</b>	<b>44</b>
	2.12.1. Composición física del fruto Chirimoya. ....	44
	2.12.1.1.Análisis físico de La Chirimoya .....	44
	2.12.2. Color en la Chirimoya.....	46
	2.12.3. Concentración de Solidos Solubles.....	47
	2.12.4. Análisis químico de la Chirimoya.....	47
<b>2.13.</b>	<b>Bebida alcohólica.....</b>	<b>47</b>
	2.13.1. Clasificación de bebidas alcohólicas .....	48
	2.13.2. Grado alcohólico. ....	49
	2.13.3. Destilación.....	49
	2.13.3.1.Destilación por vapor .....	50
	2.13.4. Acidez total.....	51
	2.13.5. Acidez volátil. ....	51
<b>2.14.</b>	<b>Influencia de la temperatura en el licor. ....</b>	<b>52</b>
<b>2.15.</b>	<b>Fermentación.....</b>	<b>53</b>
<b>2.16.</b>	<b>Evaluación organoléptica. ....</b>	<b>53</b>
<b>2.17.</b>	<b>Degustación.....</b>	<b>54</b>
<b>2.18.</b>	<b>Limpidez.....</b>	<b>54</b>
<b>3.</b>	<b>LOCALIZACION .....</b>	<b>55</b>
<b>3.1.</b>	<b>Ubicación del área de estudio .....</b>	<b>55</b>
<b>3.2.</b>	<b>Descripción agroecológica de la Zona de Cairoma “La Lloja”.....</b>	<b>56</b>
	3.2.1. Clima.....	56
	3.2.2. Temperatura .....	57
	3.2.3. Precipitación .....	57
	3.2.4. Fisiografía .....	58
	3.2.5. Flora.....	58

3.2.6. Fauna.....	59
3.2.7. Suelo.....	59
<b>4. MATERIALES Y METODOLOGIA .....</b>	<b>60</b>
<b>4.1. Materiales para el proceso de destilación de licor de Chirimoya.....</b>	<b>60</b>
4.1.1. Material biológico .....	60
4.1.2. Material de Campo.....	62
4.1.3. Materiales y equipos .....	62
<b>4.2. Metodología.....</b>	<b>63</b>
4.2.1. Procedimiento de investigación .....	63
4.2.1.1. Recolección del fruto.....	63
4.2.1.2. Pesado y selección .....	65
4.2.1.3. Limpieza de los frutos de Chirimoya .....	66
4.2.1.4. Pelado de la Variedad Mammillata .....	67
4.2.1.5. Triturado de la Variedad Impresa.....	69
4.2.1.6. Medición de los Grados Brix en la preparación.....	71
4.2.1.7. Preparación del Fermento con la Aplicación de Mosto de Uva... ..	73
4.2.1.8. Preparación del fermento de Chirimoya sin Aplicación de Azúcar.. ..	75
4.2.1.9. Fermento de Chirimoya preparada con azúcar.....	77
4.2.2.1. Medición del Recuento Celular .....	78
4.2.2.2. Medición del pH. Y la temperatura del ambiente .....	79
4.2.2.3. Separación del mosto .....	80
4.2.2.4. Destilación del Licor de la Chirimoya .....	81
4.2.2.5. Evaluación físico química.....	82
<b>4.3. Modelo de investigación .....</b>	<b>83</b>
4.3.1. Modelo lineal aditivo.....	83
4.3.2. Factores y niveles .....	84
4.3.3. Croquis del experimento .....	84
4.3.4. Tratamientos .....	85
<b>4.4. Variables de respuesta.....</b>	<b>86</b>
4.4.1. Concentración de Sólidos Solubles (°brix). .....	86
4.4.2. Parámetros Organolépticos: Olor, Color, Sabor, aspecto. ....	86



4.4.3. Ph de la Chirimoya en el proceso de fermentación.....	87
4.4.4. Recuento Celular .....	87
4.4.5. Temperatura del fermento.....	87
<b>5. RESULTADOS Y DISCUSION.....</b>	<b>89</b>
<b>5.1. Temperatura ambiente .....</b>	<b>89</b>
<b>alcohólica de dos variedades de Chirimoya. ....</b>	<b>91</b>
<b>5.2. Concentración de Solidos Solubles (°Brix) .....</b>	<b>91</b>
<b>5.3. pH.....</b>	<b>95</b>
<b>5.4. Recuento celular.....</b>	<b>98</b>
<b>5.5. Temperatura del fermento.....</b>	<b>102</b>
<b>5.6. Calidad del licor.....</b>	<b>106</b>
5.6.1. Contenido de metanol .....	106
5.6.2. Caracteres organolépticos .....	107
5.6.3. Grado alcohólico .....	107
5.6.4. Acidez Total .....	107
<b>6. CONCLUSIONES.....</b>	<b>107</b>
<b>7. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>110</b>
<b>8. BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>111</b>

## INDICE DE CUADROS

Cuadro 1	Producción de frutas por departamento en Bolivia.....	28
Cuadro 2.	Composición Química en 100 g de pulpa de Chirimoya.....	29
Cuadro 4.	Especies nativas de la zona.....	58
Cuadro 6.	Análisis de varianza para Temperatura Ambiente.....	89
Cuadro 7.	Comparación de los promedios de la Temperatura del Ambiente	90
Cuadro 8.	Análisis de Varianza para la Concentración de Solidos Solubles (°Brix).....	92
Cuadro 9.	Prueba de comparación de medias Duncan ( $\alpha=0.05$ ) para la concentración de solidos solubles (°brix).....	93
Cuadro 10.	Análisis de Varianza para el pH en el proceso de fermentación alcohólica.....	96
Cuadro 11.	Prueba de Duncan ( $\alpha=0.05$ ) para comparar el Ph. ....	97
Cuadro 12.	Análisis de Varianza para la variable Número de Bacterias.....	99
Cuadro 13.	Pruebas de Duncan para comparar el Recuento Celular en dos diferentes Variedades de Chirimoya. ....	100
Cuadro 14.	Análisis de Varianza para la temperatura del fermento.....	102
Cuadro 15.	Pruebas de Duncan ( $\alpha=0.05$ ) para comparar la Temperatura del Líquido del fermento en dos diferentes Variedades de Chirimoya.	104

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Tipos de fruto por la forma botánica, Guirado, et al. (2004).....	25
Figura 2. Distribución mundial de <i>Annona cherimola</i> . Brigd (2000). .....	27
Figura 3. Mapa de Localización de La Provincia Loayza La Lloja- Luribay.....	56
Figura 4. Chirimoya ( <i>Annona cherimola</i> Mill.), variedad Mammillata. ....	61
Figura 5. Chirimoya <i>Annona cherimola</i> Mill. De la Variedad Impresa.....	62
Figura 6. Encajonado de la Chirimoya .....	65
Figura 7. Pesado de la Chirimoya encajonada por Variedad.....	66
Figura 8. Lavado de las Chirimoyas .....	67
Figura 9. Pelado de La Variedad Mammillata .....	68
Figura 10. Eliminación de las cascara a la variedad Mammillata.....	69
Figura 11. Chirimoya de la Variedad Impresa.....	70
Figura 12. Preparación del fermento de la variedad Impresa .....	70
Figura 13. Preparado de la variedad Mammillata.....	71
Figura 14. Toma de muestras para medir la Concentración .....	72
Figura 15. Medición de los Grados Brix, con un Refractómetro.....	73
Figura 16. Aplicación del catalizador mosto de uva en la fermentación alcohólica de la chirimoya.....	74
Figura 19. Distribución del espacio experimental. ....	84
Figura 21 Efecto de la Temperatura Ambiente en el proceso de fermentación.....	77
Figura 22. Comparacion de medias para la concentracion de solidos solubles en el proceso de fermentacion alcoholica de la chirimoya. ....	94
Figura 23. Compracion de medias del pH en el proceso de fermentacion alcoholica de la Chirimoya.....	98
Figura 24. Comparación del número de bacterias en el proceso de fermentación de la chirimoya.....	101
Figura 25. Comparación del Numero de Bacteria en dos variedades de Chirimoya .	102

Figura 26. Mezcla de las destilaciones de la Chirimoya. ....	82
Figura 27. Comparación de la Temperatura del fermento en dos variedades de Chirimoya.....	<b>105</b>
Figura 28. Comparación de medias de la temperatura en el fermento bajo la aplicación de catalizadores.....	<b>106</b>

## INDICE DE ANEXOS

Anexo N° 1	Registros de la variedad Impresa .....	120
Anexo N° 2.	Registro de la variedad Mammillata.....	121
Anexo de figura N° 3.	Encajonado de Chirimoya.....	122
Anexo de figura N° 4	pesado de las chirimoyas.....	122
Anexo de figura N° 5	materiales usados en la evaluación del proceso de fermentación.....	123
Anexo de figura N° 6	preparación del producto .....	123
Anexo de figura N° 7	cernido del mosto de chirimoya .....	124
Anexo de figura N° 8	ollas de destilación “Falca”.....	124
Anexo de figura N° 9	destilación del licor de chirimoya .....	125
Anexo de figura N° 10	medición del grado alcohólico del licor de chirimoya .....	125
Anexo de figura N° 11	licor de chirimoya .....	126
Anexo de figura N° 12	segunda destilación de licor de chirimoya.....	126
Anexo de figura N° 13	segunda destilación de licor de chirimoya.....	127
Anexo de figura N° 14	envasando el licor de chirimoya.....	127

## RESUMEN

Con el seguimiento del presente trabajo de investigación se ha podido demostrar que en la actualidad no se cuenta con procesos de transformación de licor de Chirimoya (*Annona cherimola* Miller), derivados de una destilación a través de la fermentación del fruto natural o bajo la aplicación de catalizadores que ayudaron en la descomposición bacteriana sin que sea perjudicados por bacterias malélicas.

El objetivo de la presente investigación es el de Evaluar el proceso de la destilación de licor de dos variedades de Chirimoya (*Annona cherimola* Miller), Impresa y Mammillata *bajo la aplicación de dos catalizadores* Azúcar y mosto de uva en la comunidad de Lloja perteneciente a la quinta sección de Cairoma.

Por lo cual se han evaluado a dos variedades de chirimoya (Impresa, Mammillata), se aplicaron dos catalizadores mosto de uva y azúcar se contó con seis tratamientos los cuales se dejaron fermentar en un solo ambiente la temperatura promedio de la Comunidad de Anquioma alcanzo 17,91 °C en la época de Invierno, el fermento de la chirimoya alcanzo un pH de 4.0 óptimo para el desarrollo de bacterias y levaduras que reducen la concentración de solidos solubles, la temperatura del fermento fue de 18° C las temperaturas por encima 24 °C puede ocasionar pudrición y presencia de mohos.

En cuanto al análisis organoléptico se encontró características en olor, color, sabor, aspecto propios a la de la Chirimoya según el laboratorio de Química de alimentos.

## 1. INTRODUCCION

La Chirimoya (*Annona cherimola* Miller), proviene de un árbol originario de Los Andes de Sudamérica y se desarrolla en zonas subtropicales. El fruto tiene una forma acorazonada de aproximadamente 10cm de diámetro, es verde gris y está cubierto por intumescencias parecidas a gotas de agua. La pulpa es cremosa de color blanco con ligeros grumos de aspecto gelatinoso con semillas de color negro Su fruto tiene alto valor alimenticio, económico y social por su exquisito sabor y contenido en nutrientes (Morales *et al.*, 2004).

En Bolivia las Anonáceas se encuentran en zonas calientes, pero la ***Annona cherimola* Mill**, solamente se encuentra en las zonas mesotermicas de La Paz, Tarija, Chuquisaca y Cochabamba (Andrade, 1991).

La producción en su totalidad en nuestro país, está destinada para el consumo en fresco. Una gran dificultad que presenta esta fruta para la exportación, es su extrema sensibilidad, al manipuleo la cual hace inviable la exportación. Basta un pequeño golpe o un simple arañón sobre su frágil piel, para que el producto sea descartado, requiriendo condiciones especiales de almacenamiento.

Es importante buscar nuevas alternativas de mercado, debido a su alto contenido en glucosa y sacarosa generalmente se consume como fruta fresca, siendo de esta forma muy agradable. Sin embargo, en los últimos años la demanda de helados y procesados de esta excelente fruta se ha incrementado en todo el país. Asimismo, se utiliza como ingrediente para innumerables postres y se preparan con ella refrescantes bebidas como el yogurt, jugos e incluso licor. La transformación de esta

fruta es de mucha importancia, ya que constituye una alternativa de comercialización a través de la cual, además puede otorgarse un valor agregado al producto.

Según el foro Internacional “*DESARROLLO TERRITORIAL CON IDENTIDAD CULTURAL*”, (Castro, 2000), gerente de La cadena de uvas, vinos y singanis (CUVS), da a conocer que el desarrollo empieza desde la época minera del Cerro Rico de Potosí, donde el mercado Potosino estimuló el desarrollo del singani y otros aguardientes andinos del Perú, Chile y Argentina. La base del surgimiento del singani es un aguardiente andino destilado de vino de la variedad moscatel de Alejandría, que se produce principalmente en los valles de Tarija. Lo que hoy se conoce como Vinos de altura.

No se realizaron trabajos sobre el procesado de destilación de licor en chirimoya ya que llega a ser una de las alternativas de producción y el aprovechamiento de restos de cosecha del fruto, la ventaja será el darle un valor agregado a esos restos de fruta que no son aprovechados.

### **1.1. Objetivo general**

- ♣ Evaluar el proceso de la destilación de licor de dos variedades de Chirimoya (*Annona cherimola* Miller), Impresa y Mammillata *bajo la aplicación de dos catalizadores* Azúcar y mosto de uva en la comunidad de la Lloja perteneciente a la quinta sección de Cairoma.



## 1.2. Objetivos específicos

- ♣ Determinar el contenido de metanol en el proceso de destilación de licor de chirimoya (*Annona cherimola Miller*).
  
- ♣ Determinar la temperatura ambiente de destilación.
  
- ♣ Evaluar los grados Brix en el proceso de destilación de Licor de Chirimoya (*Annona cherimola Miller*), de dos variedades Impresa y Mammillata.
  
- ♣ Determinar la actividad microbiana en el proceso de fermentación alcohólica de la chirimoya de dos variedades.
  
- ♣ Determinar el pH en el proceso de fermentación alcohólica de la chirimoya.

## 2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. Antecedentes del cultivo, origen y distribución

El chirimoyo (*Annona cherímola* Mill.) es un árbol frutal originario de los valles de áreas comprendidas entre los 1.500 y 2.200 m de altitud. Los indígenas cultivaron cuidadosamente la chirimoya en la antigüedad, preservándola en las zonas subtropicales. Actualmente esta especie está presente en huertos tradicionales o sitios naturales en los valles interandinos subtropicales de Bolivia, Perú y Ecuador. (García, 2000).

Owens, (2003), menciona que poblaciones silvestres de chirimoya crecen en valles del sur de Bolivia; en este sentido, Gonzales (2007) y Cherla (2007), consideran que principalmente, los pequeños productores deben ser los custodios de la agrobiodiversidad para mantener el patrimonio genético de esta especie.

Guirado *et al.*, (2004), mencionan que la chirimoya se cultiva de manera comercial en el mundo desde hace más de un siglo, donde los mayores productores son: España, Perú, Bolivia, Chile, Ecuador, California (EEUU), Colombia, Argentina e Islas Madeira de Portugal.

Sin embargo la demanda mundial supera ampliamente a la oferta; por ejemplo en los Estados Unidos, la mayor parte de la fruta no sale de California, que es el único estado productor en ese País (Van Damme y Scheldeman, 1999).

### **2.1.1. La brotación de las flores**

Las fases tanto vegetativa y floral se inicia entre los meses de Septiembre, Octubre, siendo su duración de 2 a 3 meses (De La Rocha, 1966).

Según De La Rocha (1966) y Guirado (2004), las flores son axilares y perfectas; la corola está formada por seis pétalos: tres internos que están atrofiados y tres pétalos carnosos grandes de color verde amarillento; el cáliz formado por tres sépalos pequeños y unidos la flor de chirimoya es hermafrodita, con un gran número de pistilos unicarpelares distribuidos helicoidalmente en una pirámide de tres caras.

Gonzales *et al*, (2007). Que rodeando la base de la misma pirámide se sitúan numerosos estambres por flor también mencionan

### **2.1.2. El inicio del periodo de floración**

Según García, (2000), el inicio del periodo de floración (flores abiertas) ocurren en Septiembre, Octubre. La duración es de 3 y 4 Meses.

### **2.1.3. El periodo de máxima floración**

Según Illescas *et al.*, (2007), el periodo máximo de floración es de 1 mes en la zona Norte entre junio y julio. En la zona Sur es más variable, entre junio y agosto. En los valles centrales de La Paz esta se presenta durante el mes de Octubre.

## 2.2. Fruto

Según Popenoe (1934), el fruto de Chirimoya es un sincarpio, es decir, está formada por la unión de muchos carpelos que se adhieren, pero que se fecundan separadamente (Córdoba, 1961).

De acuerdo a lo señalado por Cervantes (1968), el fruto puede alcanzar su máximo desarrollo es considerarse una baya.

El color de los frutos varía desde el verde oscuro, amarillo verdoso claro o negruzco (Ibar, 1979), la pulpa es de color blanco, muy aromática, de sabor agradable, ligeramente acida, cremosa, azucarada, muy digestiva y altamente alimenticia (Cervantes, 1968; Ibar, 1979). El sabor es característico y está dado por los azúcares totales y los ácidos que contiene (Toll, 1964).

Sturrock (1940), indica que el valor alimenticio del fruto radica en su contenido de azúcares, encontrándose glucosa y sacarosa en proporciones casi iguales. Esto concuerda con lo señalado por Wills, Poi y Greenfield, citados por Pavez (1985), para atemoya, en el cual, durante la maduración disminuye el contenido de almidón, que se encuentra en gran cantidad en las células de la pulpa (Chandler, 1962; Schroeder, 1961) y aumenta la concentración de azúcares.

Según Popenoe, (1934), el contenido de azúcares es alto (18,4 %) y el de ácidos es bajo (0,06%).

### **2.2.1. El Cuajado de Frutos**

Según Illescas *et al.*, (2007), el cuajado de los frutos comienza en noviembre, alcanzando éstos su madurez fisiológica entre los 4 a 6 meses es catalogada por expertos como una de las tres mejores frutas del mundo y la primera de las frutas de las zonas tropicales.

### **2.2.2. Usos e Importancia**

El fruto de la chirimoya es considerado entre los más apreciados por sus cualidades nutritivas y sabor, destacada por su contenido de potasio, calcio, fósforo, hierro, vitaminas A, B1, B2, B3, C, niacina y proteína. Por su bajo aporte de sodio es recomendable para personas que sufren de hipertensión arterial, y por su contenido de glucosa y fructosa es una ayuda para controlar la glucemia en diabéticos (Cherla *et al.* 2007).

Rupprecht *et al.* (1990), indica que las hojas, raíces, corteza, frutos y semillas contienen numerosas sustancias químicas bioactivas, con alguna actividad ya sea insecticida, antitumoral, antiparasitaria, antibacteriana o inmuno-supresora. Bobadilla *et al.* (2003), mencionan que se demostró el efecto tóxico de un extracto de semilla de Chirimoya sobre larvas y pupas del mosquito de la malaria *Anopheles* sp.

Gonzales (2004), indica también que se comprobaron las propiedades anticonvulsivas de palmitona que fue aislada a partir de extractos de hojas.

Bridg (2000), indica que esta especie es promisoría a nivel mundial, no sólo en el mercado de las frutas, sino también en la industria de alimentos procesados.

## **2.3. Descripción botánica y ubicación taxonómica**

### **2.3.1. Descripción morfológica**

De La Rocha, (1966), Guirado (2004) y Cherla, (2008), mencionan que la chirimoya es un árbol de un tamaño hasta ocho metros de altura, de copa redondeada y ramas que nacen en forma irregular. Las hojas son semicaducas, de ocho a veinticinco centímetros de largo, enteros y pubescentes, con pecíolo corto. El largo y ancho de la lámina foliar es variable, así como la forma como ser: ovada, elíptica, obovada, lanceolada.

Según Guirado *et al.* (2004), indican que el fruto es un sincarpio procedente de una sola flor, de forma y tamaño muy variable, según el número de óvulos fecundados, dando lugar a la distinción de diferentes tipos de fruto.

Una vez efectuada la fecundación los carpelos se sueldan periféricamente entre sí por medio de un tejido conectivo. Por el tipo de exocarpo se observan cinco tipos de fruto: 1. Laevis (lisa), 2. Impresa (depresiones suaves), 3. Umbonata (protuberancias pequeñas), 4. Tuberculata (protuberancias medianas), 5. Mamillata (protuberancias largas) Cherla (2008).

Las variedades se agrupan según la forma de sus frutos.

**Impresa.**- En la piel tiene pequeñas depresiones y aureolas parecidas a huellas de dedos. Tiene una gran fertilidad, los frutos son grandes, con pocas semillas y tiene un rápido crecimiento.

Los frutos presentan depresiones suaves en la piel, semejando placas que originan figuras con relieves y poseen forma acorazonada y a veces algo arriñonada (Gardiazabal y Rosenberg, 1987).

Según Ibar (1979), esta variedad es muy productiva por su fácil polinización y en consecuencia por la gran cantidad de frutos que llegan a madurar, por lo que es más cultivado en España. Es árbol poco resistente a la acción de los vientos.

Produce frutos de forma arriñonada o acorazonada, de peso comprendido entre 300 y 600 g. que maduran pronto. Su pulpa es jugosa y tiene sabor semiácido. La piel es de color verde amarillento en el estado de madurez, fina, de poco grosor, lo hace a los frutos pocos resistentes al transporte y al ataque de la “mosca de la fruta”.

**Tuberculata.**- Son frutos que poseen una cubierta fuertemente reticulada y al principio protuberancias marcadas, que se atenúan al madurar y de forma más o menos redondeada o globosa (Gardiazabal y Rosenberg, 1987).

Ibar, (1979), afirma que esta variedad es muy tardía, forma globosa y peso comprendido entre 200 y 300 g. Piel de color verde oscuro, de grosor intermedio. Es muy resistente a los ataques de la mosca de la fruta, al igual que sus raíces al hongo *Phytophthora*.

**Mamillata.**- Se caracterizan por poseer una piel fuertemente reticulada y con acusadas protuberancias, más notorias durante el periodo de crecimiento del fruto a la madurez. Al madurar se funden los carpelos y casi desaparecen las protuberancias, en gran parte del fruto; quedando la piel Lisa en su parte media distal; mientras que la sección basal, próxima al pedúnculo, presenta en la piel marcas y tetillas. El fruto recuerda la forma de una piña (Gardiazabal y Rosenberg, 1987).

Ibar, (1979), menciona que esta variedad tiene los frutos más sabroso y tempranos; su sabor algo acida, es muy aromáticos. Los en desarrollo o madurez, tronco-cónica o acorazonada. Durante el desarrollo del fruto, la piel está fuertemente reticulada y con las protuberancias en la parte más cercana al pedúnculo. El peso del fruto oscila entre 500 y 1000 g., y el grosor de su piel lo hace resistente a los ataques de la Ceratitis. Esta variedad es la presenta el menor porcentaje de semillas en proporción a su peso. Requiere un abonado equilibrado de abonos potásicos con nitrogenados, de lo contrario se resquebraja la piel del fruto.

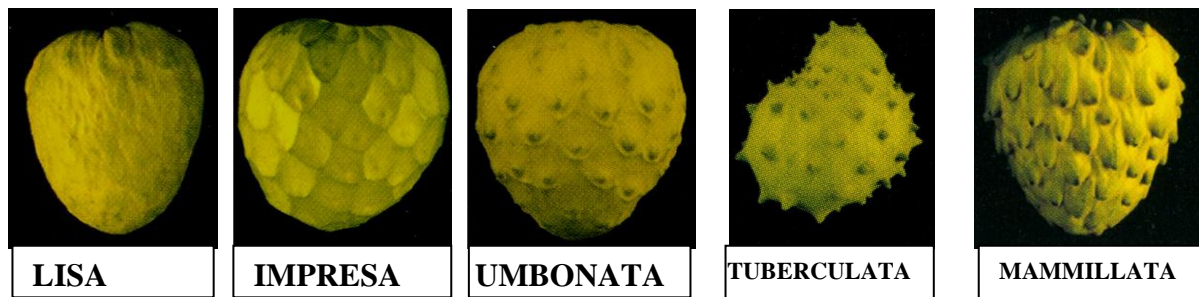
**Umbonata.**- Estos frutos presentan la piel reticulada con numerosos carpelos y protuberancias aguzadas (algo menos que los mamilados). Forma algo semejante a una piña (Gardiazabal y Rosenberg, 1987).

Según Ibar (1979), Tiene forma de piña y un peso de 300-500 g. Piel fina y poco resistente al transporte. Sabor excelente, pero tiene numerosas semillas. Producción regular y poco resistente a los ataques de la mosca.



**Loevis o lisa.**- Los frutos de este grupo se caracteriza por tener la piel lisa, ya que los bordes de los carpelos quedan fundidos y son poco aparentes (Gardiazabal y Rosenberg, 1987).

En todos los países que se cultivan chirimoyos tienen variedades que se han aclimatado y se cultiva (el 90%) la variedad Impresa. La otra variedad que se cultiva (5%) para uso comercial es la Campa (lisa). CereSpain (2001).



**Figura 1. TIPOS de fruto por la forma botánica, Guirado, et al. (2004)**

Guirado, et al. (2004), muestra las diferencias entre las variedades que existe en Bolivia, Perú, Ecuador.

### **2.3.2. Ubicación taxonómica**

Castro (2007), describe taxonómicamente a la Chirimoya como sigue:

Reino: *Plantae* (Vegetal)

División: *Magnoliophyta (Angiospermae)*

Clase: *Magnoliopsida (Dicotiledóneas)*

Subclase: *Magnoliidae*

Orden: *Magnoliales*

Familia: *Annonaceae*

Género: *Annona*

Nombre científico: *Annona cherimola Miller*

Nombre común: Chirimoya

### **2.3.3. Parientes de chirimoya.**

Campbell y Phillips (1994) y De La Barra (2008), reportan que dos de los muchos parientes de chirimoya, los cuales son mencionados en el presente trabajo: un pariente silvestre: *Annona nutans*, Nombre común: Aratiku (guaraní) un híbrido: *A. cherimola X A. squamosa*, Nombre común: Atemoya otras denominaciones que tiene la chirimoya.

### **2.3.4. Nombres botánicos sinónimos de la chirimoya**

De la Barra, (2008), indica Los nombres botánicos sinónimos de la chirimoya son:

*tripetala* Aiton

*pubescens* Salisb.

### 2.3.5. Otros nombres de chirimoyas utilizadas al difundirse en diversos países

Anón (Guatemala), Cherimoya, catuche, momora (Español), Cherimoya, cherimoyer, annona, custard apple (Inglés), Honumanaphala (Canadá), Llakshamanphal (India), Noina ostrelia (Tailandia), Chérimolier (Francés), Cherimólia, cabeça de negro (Portugués), Cerimolia (Italiano), Chirimoyabaum, flachsbaum (Alemán) según Pinto (2005).



Figura 2. Distribución mundial de *Annona cherimola*. Brigd (2000).

El chirimoyo pertenece a la familia de las anonáceas que comprende 122 géneros y 2.100 especies con distribución esencialmente tropical. García, R. (2000).

### 2.4. Características ecológicas y agronómicas

Según Guirado, (2004), menciona que la chirimoya es la única especie del género *Annona* que se desarrolla en climas subtropicales.

Morales *et. al* (2004), indica que bajo condiciones naturales la chirimoya se desarrolla en zonas de tierras altas de los Andes entre 1200 a 2500 m de altitud. No tolera las heladas, requiere una temperatura promedio entre 18 a 22 °C, de 14 a 23 °C en verano y de 5 a 18 °C en invierno; con vientos moderados, humedad relativa ambiental entre 60 a 80 por ciento. Crece en suelos desde pesados a arenosos, con un contenido de materia orgánica entre 1.7 y 2.7 y pH entre 6.5 y 8.5.

## 2.5. Importancia de la Chirimoya

El cultivo de la Chirimoya tiene importancia, debido a que se trata de una actividad agrícola de alto rendimiento por unidad en relación con frutas que tienen demanda, de superficie con potencialidades de avanzar de una agricultura tradicional de bajos rendimientos y productividad (Macia, 2002).

**Cuadro 1 Producción de frutas por departamento en Bolivia.**

DEPARTAMENTO ESPECIE	CONCEPTO	DURAZNO	UVA	MANZANA	CHIRIMOYA
<b>Chuquisaca</b>	Superficie. (has)	1.463	1.530	584	167
	Producción (tn)	8.285	11.337	4.176	1.057
	Rendimiento (kg/ha)	5.661	7.410	7.154	6.311
<b>La Paz</b>	Superficie (has)	828	450	77	157
	Producción (tn)	4.450	2.070	431	890

	Rendimiento (kg/ha)	5.377	4.600	5.610	5.684
<b>Cochabamba</b>	Superficie (has)	2.553	146	379	146
	Producción (tn)	6.188	759	2.229	963
	Rendimiento (kg/ha)	15.802	5.199	5.883	6.595
<b>Potosí</b>	Superficie (has)	505	680	184	
	Producción (tn)	2.832	3.706	1.319	
	Rendimiento (kg/ha)	5.611	5.450	7.157	
<b>Tarija</b>	Superficie (has)	908	1.860	164	61
	Producción (tn)	6.120	17.500	1.016	404
	Rendimiento (kg/ha)	6.738	9.409	6.201	6.657
<b>Santa Cruz</b>	Superficie (has)	273	158	97	119
	Producción (tn)	1.562	1.030	638	787
	Rendimiento (kg/ha)	5.731	6.519	6.562	6.594
<b>Bolivia</b>	Superficie (has)	6.530	4.824	1.485	650
	Producción (tn)	39.050	36.402	9.810	4.100
	Rendimiento (kg/ha)	5.980	7.546	6.606	6.308

FUENTE: Unidad de Estadísticas Agropecuarias y Rurales – MACIA (2002).

### 2.5.1. Importancia de la Chirimoya en la alimentación

Según De La Rocha (2002), señala que el fruto de chirimoya de acuerdo a su composición química es rico en carbohidratos, vitaminas, minerales y ácido ascórbico que sirven para el aprovechamiento de otros alimentos y prevenir las enfermedades carenciales; entre ellos se tienen las frutas y las hortalizas:

#### Cuadro 2. Composición Química en 100 g de pulpa de Chirimoya

<b>COMPOSICION QUIMICA EN 100 g. DE PULPA DE CHIRIMOYA</b>	
Agua	75.70g
Proteínas	0.10g
Grasas	1.00g

Carbohidratos	22.00g
Fibra	1.80g
Cenizas	1.00g
Calcio	24.00mg
Fósforo	47.00mg
Hierro	0.40mg
Vitamina A	0.01UI
Tiamina	0.06mg
Riboflavina	0.14mg
Miacina	0.75mg
Ácido ascórbico	4.30mg
Calorías	81.00 cal

**Fuente:** De la Rocha, (2002).

Por su alto contenido de carbohidratos, vitaminas y minerales es importante para la alimentación humana en cualquier edad y se puede consumir a cualquier hora del día, también reportan que rejuvenece la piel.

## **2.6. Manejo Integrado de Plagas – MIP en la Chirimoya**

Según De La Rocha (2002), el MIP es el uso de estrategias o alternativas de control de plagas, teniendo como última alternativa, el control químico, tratando de preservar los enemigos naturales y mantener en equilibrio el agro ecosistema. También se puede decir que es un conjunto de métodos que se emplean para

controlar una plaga, el MIP requiere información y conocimiento detallado sobre las plagas y los métodos de control.

El mismo autor menciona que el MIP no es una tecnología que se puede aplicar siguiendo una receta, como el caso del control químico. Por ejemplo, se requiere conocer aspectos sobre la biología y comportamiento de los patógenos e insectos, la influencia del clima, la relación del patógeno o del insecto (en sus diferentes etapas) con el desarrollo de la planta y las prácticas de control. Todos estos factores pueden variar de campo a campo y de comunidad a comunidad, por lo tanto las prácticas de control no se pueden generalizar.

Este concepto fue propuesto por primera vez en el año de 1957, momento en el cual se promovía el uso del control biológico y buenas prácticas agronómicas antes de hacer uso de las plaguicidas para controlar las plagas. Desde ese tiempo hasta ahora, muchos agricultores hacen uso de los agroquímicos teniendo en cuenta un calendario de aplicaciones. (De La Rocha, 2002).

### **2.6.1. Plagas en la Chirimoya**

#### **2.6.1.1. Cochinilla en la Chirimoya (*Planococcus citri*, *Pseudococcus fragilis* y *Pseudococcus longispinus*)**

De La Rocha (2002), cita algunas características propias de la planta y de la forma en que se cultiva el chirimoyo favorece el desarrollo de este insecto, protegiéndolo de la acción de enemigos naturales y de los pesticidas.

La forma de conducción (emparronado) y la escasa poda crean un ambiente ideal para la postura de huevos, en los postes de soporte como en el tronco y ramas principales. Las larvas migran posteriormente a las flores y frutos que quedan protegidos por el excesivo follaje. (De La Rocha (2002).

## **2.6.2. Enfermedades**

### **2.6.2.1. Podredumbre del cuello (*Phytophthora sp*)**

Este hongo penetra principalmente a través de heridas en la raíz, dando lugar al necrosamiento de las mismas. El árbol adquiere un aspecto clorótico generalizado. (De La Rocha, 2002).

### **2.6.2.2. Recolección y entierro de frutos postreros del árbol y del suelo**

De la Rocha (2002), indica que durante y después de la época de cosecha de las frutas de chirimoya, se debe recoger todas las frutas caídas, porque son la principal fuente de infestación.



Así mismo menciona el mismo autor que después de haber terminado la época de cosechas no se debe dejar ningún fruto en la planta, porque estos sirven para que las moscas ovopositen y se alimenten.

Todos los frutos infestados recogidos del árbol y del suelo deben ser enterrados a una profundidad no menor de 30 cm. (De La Rocha, 2002),

De La Rocha (2002), indica que la recolección de frutas infectadas, tanto del árbol como del suelo, se controla el alto porcentaje de moscas de fruta, esta práctica se debe hacer durante y después de la cosecha.

### **2.6.2.3. Remoción y rastrillado del suelo**

Según De La Rocha (2002), indica que después de la cosecha de frutas de chirimoya, las larvas y pupas de las moscas de la fruta de la chirimoya, quedan enterradas en el suelo a diferentes profundidades (2 a 3 cm.) manteniéndose en este estado pupal, para dar origen al adulto cuando existen las condiciones óptimas.

El mismo autor da conocer que la población de moscas de la fruta que se encuentra en los huertos de chirimoyo, está influida por el estado fenológico del cultivo. Existe menor cantidad de moscas cuando las plantas están en floración. Incremento de la cantidad de moscas durante y después de la cosecha.

De La Rocha (2002), menciona que se debe enfatizar que los factores climáticos, como la lluvia, la humedad y el calor, estimulan la emergencia de los insectos plagas

enterrados en el suelo. Si no se les mata con la remoción y rastrillado del suelo, estos insectos dañaran nuestros frutos de chirimoyo.

Con una buena remoción y rastrillado del suelo estamos eliminando las fuentes de infestación de diversas plagas (moscas de la fruta, gusanos de tierra, minador de hojas y otros), De La Rocha (2002).

## **2.7. Exigencias climáticas edáficas en la Chirimoya**

El chirimoyo, igual que las demás especies del Género *Annona* que se cultivan, se adapta a diversos tipos de suelos, como pueden ser arenosos, limo-arenosos, o arcillosos, e incluso se ha visto que crecen bien en suelos pedregosos, con la única exigencia de que éstos tengan un buen drenaje, puesto que no soportan los encharcamientos.

### **2.7.1. pH del suelo**

El pH del suelo más adecuado, de acuerdo a la literatura, sería el comprendido entre 6.0 y 7.5. Y con contenidos en carbonato de calcio total inferiores al 7% mencionan García, R (2000) y Ingeniería Agrícola (2008).

### **2.7.2. Temperatura**

El mismo autor indica que la Chirimoya no tolera las heladas produciendo una falta de cuajado; y si las temperaturas son inferiores a  $-1,1^{\circ}\text{C}$  producen manchas negras en la piel y en la pulpa del fruto además de daños en las hojas.

El chirimoyo disminuye su producción en zonas con temperaturas máximas superiores a 30°C en verano, influyendo negativamente en el cuajado del fruto y en el crecimiento del árbol, pudiendo ocasionar quemaduras en hojas y frutos muy expuestos al sol.

En zonas con temperaturas cálidas y con humedad relativamente alta (áreas costeras) el cuajado natural es suficiente para la rentabilidad del cultivo sin llevar a cabo la polinización artificial aunque, actualmente ésta se realiza de forma mayoritaria. García *et al* (2000).

### **2.7.3. Viento**

Es una especie sensible al viento en varios aspectos:

Su expansión está muy limitada debido al número reducido de variedades comerciales disponibles, que además concentran la producción en determinadas fechas y satura el mercado y por sus exigencias Climáticas. Otra razón de su reducida difusión, se debe a sus estrictas exigencias edafoclimáticas. (Ingeniería Agrícola, 2008)

#### **2.7.3.1. Formación de los árboles**

La madera del último año de crecimiento es muy fácil de doblar y orientar hacia donde el productor la necesite, pero también, al ser tan blanda, permite que los vientos dominantes dificulten la formación de los árboles (Ingeniería Agrícola, 2008).

### **2.7.3.2. Vientos fuertes**

Los vientos fuertes también son perjudiciales para el chirimoyo ya que sus ramas más jóvenes pueden doblarse por acción del mismo, provocando una mala formación del árbol. También el viento puede tener un efecto negativo sobre los frutos en su etapa de maduración en el árbol, ya que la piel puede verse dañada debido a los roces que se producen con las ramas (Ingeniería Agrícola, 2008).

### **2.7.3.3. Los vientos secos y las altas temperaturas en floración**

Disminuyen el cuajado (secando los estigmas), influyendo en una efectiva polinización (Ingeniería Agrícola, 2008).

## **2.8. Mercados de la chirimoya**

Según García *et al* (2000), menciona que España es el primer productor de chirimoyas a nivel mundial, con una superficie plantada de unas 3.300 Ha (en la costa de Málaga y Granada) y 30.000 Tm, aproximadamente, de producción anual. En segundo lugar figura Chile, donde la superficie plantada es de 1.316 Ha con una producción anual de 5.500 t.

El mismo autor menciona que hasta ahora los únicos países que han introducido la chirimoya en el mercado europeo han sido Chile y España.

Chile inició su exportación en 1978 con tan sólo 422 kg enviados a Alemania Federal. En años posteriores fueron aumentándolas hasta alcanzar en 1991 la cifra de 73.370 kg distribuidos entre América del Sur (mayormente Argentina) varios países Europeos (entre ellos España), América del Norte (Canadá), y Oriente Medio. (Ingeniería Agrícola, 2008).

## **2.9. Índice de Madurez de la Chirimoya**

El momento de la cosecha se realiza una vez que los frutos han alcanzado ciertas características o índices de madurez momento en el cual la fruta, aunque se coseche firme, será capaz de evolucionar generando aroma, dulzor y ablandamiento. Ingeniería Agrícola, (2008).

La recolección dura aproximadamente tres meses ya que no maduran todos los frutos al mismo tiempo Ingeniería Agrícola, 2008).

Se recomienda cosechar temprano en la mañana, debido al efecto que tiene la temperatura sobre la maduración y posterior ablandamiento del fruto. Ingeniería Agrícola, (2008).

Por ser susceptible a daños mecánicos, el fruto debe ser depositado en envases forrados que los protejan de golpes, vibraciones y roce excesivo. Posteriormente debe ser enviado en forma rápida al packing, para ser enfriada, procesada y almacenada a temperatura adecuada. Ingeniería Agrícola, (2008).

## **2.10. Post cosecha de la Chirimoya.**

El mismo autor también menciona que una vez cosechados los frutos, los frutos deben ser almacenados para su conservación. La conservación permite mantener el fruto por mayor tiempo de almacenaje dependiendo del cultivar, grado de madurez, tamaño, forma de embalaje y temperatura a la que ha sido expuesto.

Según estudios realizados en la variedad Lisa tolera bien temperaturas de almacenaje del orden de 7 a 8 °C, mientras que Impresa sólo puede ser conservada a 10-11°C. Ingeniería Agrícola, (2008).

### **2.10.1. Calidad de la Chirimoya**

El principal índice de madurez para la chirimoya, es el cambio de color de la cáscara de verde oscuro a verde claro o verde-amarillento. Otros indicadores incluyen la aparición de un color cremoso entre segmentos de la cáscara y una mayor suavidad de la superficie de los carpelos. Ingeniería Agrícola, (2008).

### **2.10.2. Humedad relativa óptima**

La humedad óptima de la Chirimoya está de 90-95% (Ingeniería Agrícola, 2008).

### **2.10.3. Tasa de producción de etileno**

Según Ingeniería Agrícola, (2008), las chirimoyas son frutos climatéricos. Se producen altos niveles de etileno (hasta 100-300  $\mu\text{L}/\text{kg}\cdot\text{h}$ , dependiendo del cultivar durante la maduración a 20°C.

#### **2.10.3.1. Efectos del etileno**

Según Ingeniería Agrícola, (2008), la exposición al etileno acelera la maduración de las chirimoyas verdes (pero fisiológicamente maduras); pueden madurar en aproximadamente 5 días si se mantienen a 15°C o 20°C.

## **2.10.4. Desordenes Fisiológicos**

### **2.10.4.1. Daño por frío**

La exposición de las chirimoyas a temperaturas inferiores a 8-12°C, dependiendo del cultivar y estado de madurez, producen daño por frío. Los síntomas incluyen un oscurecimiento y endurecimiento de la cáscara, depresiones, incapacidad de desarrollar buen sabor y pulpa "harinosa". Ingeniería Agrícola, (2008).

### **2.10.4.2. Partiduras de la Chirimoya**

En algunos cultivares la partidura de frutos ocurre en estados avanzados de madurez y con tasas altas de producción de etileno. Se ha sugerido que cambios en la turgencia relacionados con la producción de azúcares neutros durante la maduración provoca movimientos de agua desde la cáscara y posiblemente del receptáculo hacia la pulpa. El incremento en el diámetro del receptáculo aumenta el stress en la pulpa y cáscara, lo que produce la partidura del fruto. Ingeniería Agrícola, (2008).

### **2.10.4.3. Características de empaque de la Chirimoya**

La chirimoya, se empaqueta en bolsas de 1 arroba, también de que existen diferentes sistemas de "empaque" para el traslado de la fruta a los centros de mercado, entre las principales formas de traslado están, en los valles cerrados en canastas especiales y chi'pas (tipo red de cuero con hojas grandes de otras especies

vegetales); en los valles del norte se acostumbra más en cajas y canastas al igual que en los valles del sur. Ingeniería Agrícola, (2008).

#### **2.10.4.4. Medios de transporte de la Chirimoya.**

Según Ingeniería Agrícola, (2008), la fruta es transportada a los diferentes mercados, a través de los siguientes medios de transporte: camiones, camionetas, en función de la distancia.

El transporte es un factor importante en la comercialización del producto fresco, con frecuencia el más determinante. Lo ideal es que el producto se transporte directamente del agricultor al consumidor, como ocurre en las zonas de producción cercanas a las ciudades. En los sistemas de comercialización más complejos donde la fruta tiene que ser transportada a otras ciudades, el costo de los medios de transporte representa una parte importante del precio que paga el consumidor. Ingeniería Agrícola, (2008).

Las pérdidas directamente imputables a las condiciones de transporte son a menudo elevadas. El objetivo de quienes participan en las operaciones de acarreo debe ser que el producto se mantenga en las mejores condiciones posibles durante el transporte y éste se lleve a cabo con rapidez y eficiencia. Para conseguirlo, es necesario que el producto esté convenientemente embalado y que se cargue con las debidas precauciones en un vehículo adecuado. Ingeniería Agrícola, (2008).

Ingeniería Agrícola, (2008), lamentablemente, éstas son condiciones ausentes en la mayoría de los casos.

Los daños y las pérdidas que se producen durante el transporte no refrigerado se deben principalmente a lesiones físicas por aplastamiento y recalentamiento y daños por:



- ♣ Vibración (sacudidas) del vehículo, especialmente por carreteras en mal estado.
- ♣ Manipulación poco cuidadosa del producto embalado al cargarlo y descargarlo.
- ♣ conducción demasiado rápida y mal estado del vehículo
- ♣ Apilamiento incorrecto de la carga, que hace que oscile durante el transporte y pueda llegar a derrumbarse.
- ♣ Mezcla varietal y calidad de la fruta cosechada (estado de madurez).

Según Ingeniería Agrícola, (2008), el recalentamiento acelera el deterioro y la putrefacción naturales, así como el ritmo de pérdida de agua del producto, promueve el deterioro y la descomposición naturales, y hace que la pérdida de agua del producto sea más rápida. Las causas de recalentamiento son:

- ♣ utilización de embalajes insuficientemente ventilados
- ♣ Exposición de las cajas embaladas al sol antes del transporte o de la descarga.

Por estas razones los medios de transporte juegan un papel importante dentro de la cadena de valor y es necesario realizar valoraciones de pérdida por los diferentes medios de transporte a diferentes mercados destino. Ingeniería Agrícola, (2008).

#### **2.10.4.5. Sistema de comercialización**

Los sistemas de comercialización son aún muy precarios que responde a un sistema tradicional, en el que cada nivel como productor, mayorista, minorista actúa con total autonomía, donde el esquema de negocio es perder o ganar, sin conseguir economías de distribución y otras alternativas. Ingeniería Agrícola, (2008).

#### **2.10.4.6. Sistema de ventas y precios**

El sistema de venta se basa, en el caso de la Chirimoya, en la oferta estacional o de temporada. Dependiendo del volumen ofertado a los mercados, los precios tenderán a subir o bajar. Obteniendo buenos precios para el productor al inicio y finalización de la temporada, ofertando a precios bajos volúmenes grandes de fruta en épocas de mayor cosecha (Abril – Julio). Ingeniería Agrícola, (2008).

### **2.11. Cultivo de Chirimoya**

#### **2.11.1. Propagación**

En general se utilizan semillas para la obtención de patrones que posteriormente son injertados con el cultivar deseado (Ingeniería Agrícola, 2008).

#### **2.11.2. Preparación del semillero**

Según García, (2002), el sustrato para la siembra estará compuesto de un 40% de tierra, un 30% de picón y un 30% de turba. Esta mezcla puede colocarse en bandejas u otros recipientes adecuados para la germinación de las semillas o directamente en las bolsas de polietileno que se pretenda utilizar en el vivero. Las semillas no requieren tratamientos especiales antes de sembrarlas, pero si se desea acelerar la germinación se recomienda sumergirlas previamente en agua durante 48 h. Las semillas se entierran, aproximadamente, a 2 cm de profundidad. Una vez

hecha la siembra, como tratamiento preventivo anti fúngico debe regarse con Benomilo o similar a una concentración de 1 gramo/litro. García, (2002).

El mismo autor menciona que el semillero debe estar situado en un lugar sombreado o en invernadero, tratando de evitar la excesiva evaporación del suelo, que debe permanecer con humedad constante hasta la germinación de las semillas.

Las semillas comienzan a germinar al cabo de 6 u 8 semanas. Una vez que las plántulas alcancen unos 10 cm de altura se pasarán a bolsas depolietileno de 40 cm de altura x 30 cm de diámetro. El sustrato de las bolsas estará compuesto por un 50% de tierra, un 25% de picón y un 25% de turba. También en este momento deberá aplicarse un tratamiento antifúngico con Benomilo o similar, a la misma concentración que la mencionada anteriormente. Mientras permanezcan en bolsa en el vivero las plantas deberán abonarse convenientemente. García *et al* (2002).

### **2.11.3. Poda de formación**

Se lleva a cabo en los tres primeros años, con el fin de obtener la adecuada estructura del árbol que le permita soportar, posteriormente, una buena carga. García *et al* (2002).

El mismo autor indica que se realiza la poda en vaso con 3 a 5 ramas principales, formadas a 1 m de altura, aproximadamente. Con esta poda de vaso bajo se disminuyen los problemas con el viento, se facilita la recolección y se aumentan los rendimientos de la polinización manual, donde ésta sea necesaria.

La estructura del árbol deberá estar formada al tercer año, altura en la que el árbol comienza a producir los primeros frutos. García *et al* (2002).

### **2.11.3.1. Poda de mantenimiento en la Chirimoya.**

Según García *et al* (2002), señala que A finales de invierno Consiste en general, en eliminar primero todo el material seco y aquel que esté creciendo hacia el interior y que no tenga grandes posibilidades de recibir abundante luz.

Como las flores aparecen preferentemente en las ramas del año anterior, se deberá tener cuidado de no eliminar este material que es el más productivo. García *et al* (2002).

Se sabe que los frutos de mayor peso y calidad son los producidos en las ramas con dos o más años (aunque en menor número) las cuales fructificarán si eliminamos parte de las ramas del año anterior. García *et al* (2000).

Al ser la madera muy blanda, obliga a recurrir a soportes para evitar que las ramas se quiebren, especialmente por el peso de la fruta o por vientos ocasionales según la zona de cultivo. García *et al* (2002).

## **2.12. Características físico-químicas del fruto de la Chirimoya.**

### **2.12.1. Composición física del fruto Chirimoya.**

#### **2.12.1.1. Análisis físico de La Chirimoya**

Según Julián (2000), indica que la venta de frutos frescos es la forma de comercialización más importante de estos, por lo que preservar su calidad es de gran importancia. Las características físicas son las más importantes a la hora de

elegir un producto para consumirlo o comprarlo, ya que por medio de estas podemos evaluar su calidad, como por ejemplo, la apariencia, el tamaño, forma y color son uno de los principales indicadores. Por lo que resulta importante el máximo cuidado de los frutos durante y posterior a su cosecha.

El mismo autor indica que los frutos de Chirimoya son muy delicados para su tratamiento posterior a la cosecha, ya que para el fruto debe ser expuesta además de otras y que considerar es que tienen una masa individual considerablemente grande (1 kg aproximadamente), por lo que su caracterización física es de gran importancia, ya que permitirá tener algunos parámetros que ayuden, en estudios posteriores a la generación de un empaque es prácticamente único para un producto.

Los parámetros de diámetro promedio y esfericidad, podrían ser útiles para completar, en un proyecto posterior, información para un diseño de empaques al fruto fresco. Lo que permitirá una mejor conservación física y un transporte adecuado para estos frutos. Además estos parámetros podrían ayudar para el diseño de maquinaria y utensilios que permita una mejor cosecha, evitando que estos sufran daños en el exterior, o puedan quedar golpeados o rasgados al cortarlos del árbol. Julián (2000).

Según Cruz *et al* (2000), menciona que existe ciertas características físicas del fruto de la Chirimoya (*Annona cherimola* Miller.) se describe las características morfológicas de cinco especies de anonas. Se observa que el análisis de la morfología del fruto no es específico sobre la variedad.

**Cuadro 3. Algunas características morfológicas de cinco especies de *Annona* Cruz, et al. (2000).**

Especie	Masas (g)	# de semilla	Forma del fruto	Textura de la pulpa	Color pulpa	Text. cascara	Forma de carpelos	msnm
<i>Annona squamosa</i>	322	64.6	Ovoide esférico	Blanda dulce	blanca	áspera	Muy prominente	200-700
<i>Annona cherimola</i>	453	52.4	ovoide	Muy arenosa, blanda, dulce	Blanca	Lisa	No prominente	1000-1800
<i>Annona muricata</i>	1,319	175.0	Ovoide elipsoid al	Arenosa blansa, acida	Blanca	Lisa y equinad a	No prominente	200-700
<i>Annona reticulata</i>	628	80.0	Ovoide esférico	Blanda dulce	Blanca	Lisa	No prominente	30-700
<i>Annona diversifolia</i>	739	69.6	Ovoide elipsoid al	Blanda dulce	Blanca o rosa	Áspera	Prominente y no prominente	100-800

### 2.12.2. Color en la Chirimoya

Cruz *et al* (2000), también da a conocer el color en los alimentos, ya sean procesados o naturales, es uno de los principales atributos sensoriales. El color, además del sabor y textura, juega un papel muy importante en la aceptación de un productor al consumidor, ya que este es un indicador de calidad, es uno de los principales indicativos de que cambios químicos han ocurrido.

### **2.12.3. Concentración de Sólidos Solubles**

Los grados brix, representan el contenido de azúcar y sólidos solubles en total; el sistema refractométrico no solo mide el contenido de azúcar en un líquido, sino que también suma en su lectura de azúcar a todos o casi todos los restantes componentes solubles en agua, o sea que todos aquellos elementos que se disuelven en agua como por ejemplo; aminoácidos, fructuosa, proteínas, sacarosa, vitaminas, etc. En la industria es importante que las frutas tengan altos grados brix, debido a que se reduce la cantidad de sacarosa a agregar; sin embargo, a partir de ella se pueden obtener concentrados, pulpa edulcora, deshidratadas, que sirven de materias primas para otros productos derivados; néctares y refrescos en donde se necesita un mínimo de 10 °brix del producto (Lara 2007).

### **2.12.4. Análisis químico de la Chirimoya**

Julián, (2000), menciona los estudios en composición química de un alimento es el punto de partida para el entendimiento de los procesos metabólicos, y en un futuro nos indica los tipos de procesos a los que el alimento en estudio puede ser sometido sin sufrir alteraciones graves en su composición y características sensoriales. Por otra parte, conocimiento de cierta composición química, nos da un panorama de la funcionalidad biológica que el alimento, puede dar al organismo.

### **2.13. Bebida alcohólica**

La existencia de una gran variedad de bebidas alcohólicas ha permitido la satisfacción de gustos individuales y que su consumo, por lo menos ocasional, sea una costumbre social muy difundida entre los diferentes segmentos de población.

Según la enciclopedia Encarta, es una bebida alcohólica es cualquier líquido con cierta cantidad de alcohol etílico, producida ya sea por destilación o mediante mezclas fermentadas.

Internacionalmente, se ha tratado de dar una definición generalmente aceptada, con la finalidad de establecer reglamentos y disposiciones afines en su elaboración, comercio y consumo. De acuerdo con el grupo Mercosur bebida alcohólica (con excepción de las fermentadas) es el líquido destinado para el consumo humano, con características organolépticas especiales, con un grado alcohólico mínimo de 0.5 % vol. y un máximo de 54% Vol. a 20° Celsius (Art. Tratado de Asunción, 1994).

La Organización Mundial de la Salud considera bebidas alcohólicas aquellas que contengan alcohol etílico en una proporción de 2% y hasta 555 en Volumen OMS Documentos técnicos (1980).

Por otra parte, el consumo de bebidas ha ido incrementándose, de modo que para recomendar cualquier bebida es necesario su clasificación, uso, fabricación, modo de conservación y contenido de alcohol de cada una de ellas Reynoso (2004).

### **2.13.1. Clasificación de bebidas alcohólicas**

Como señala Reynoso (2004), indica que existen más de 7 clasificaciones principales para bebidas alcohólicas las cuales se enumeran a continuación:



Vinos

Singanis

Wisqui

Aguardientes

Licores

Coñac

Cervezas

### **2.13.2. Grado alcohólico.**

Montes (1975), menciona que La graduación alcohólica volumétrica es igual al número de litros de alcohol etílico contenidos en 100 litros medidos ambos volúmenes a la temperatura de 20° c. Se puede expresar la cantidad de alcohol en gramos por litro a 20° c.

Dos métodos pueden seguirse para la determinación del grado alcohólico:

Por destilación.

Por ebullición (método comercial).

### **2.13.3. Destilación**

Como menciona Ramírez, (2008), que la Destilación, proceso que consiste en calentar un líquido hasta que sus componentes más volátiles pasan a la fase de

vapor y, a continuación, enfriar el vapor para recuperar dichos componentes en forma líquida por medio de la condensación. El objetivo principal de la destilación es separar una mezcla de varios componentes aprovechando sus distintas volatilidades, o bien separar los materiales volátiles de los no volátiles. En la evaporación y en el secado, normalmente el objetivo es obtener el componente menos volátil; el componente más volátil, casi siempre agua, se desecha. Sin embargo, la finalidad principal de la destilación es obtener el componente más volátil en forma pura.

El mismo autor menciona que los puntos de ebullición de los componentes de una mezcla sólo difieren ligeramente, no se puede conseguir la separación total en una destilación individual. La separación de agua, que hierve a 100 °C, y alcohol, que hierve a 78,5 °C. Si se hierve una mezcla de estos dos líquidos, el vapor que sale es más rico en alcohol y más pobre en agua que el líquido del que procede, pero no es alcohol puro. Con el fin de concentrar una disolución que contenga un 10% de alcohol (como la que puede obtenerse por fermentación) para obtener una disolución que contenga un 50% de alcohol (frecuente en el whisky), el destilado ha de destilarse una o dos veces más, y si se desea alcohol industrial (95%) son necesarias varias destilaciones. (Ramírez, 2008).

#### **2.13.3.1. Destilación por vapor**

El mismo autor menciona, que si dos líquidos insolubles se calientan, ninguno de los dos es afectado por la presencia del otro (mientras se les remueva para que el líquido más ligero no forme una capa impenetrable sobre el más pesado) y se evaporan en un grado determinado solamente por su propia volatilidad. Por lo tanto, dicha mezcla siempre hierve a una temperatura menor que la de cada componente por separado. El porcentaje de cada componente en el vapor sólo depende de su presión de vapor a esa temperatura. Este principio puede aplicarse a sustancias que

podrían verse perjudicadas por el exceso de calor si fueran destiladas en la forma habitual. (Ramírez, 2008).

La técnica y arte de la destilación consiste en regular el aporte externo de energía (calor), para conseguir un ritmo lento y constante, que permita la aparición de los componentes aromáticos deseados en el momento adecuado. El proceso se desarrolla en dos fases: la vaporización de los elementos volátiles de los mostos, y la condensación de los vapores producidos.

Con la destilación, se obtiene un producto de alrededor de 70° y, al igual que en la elaboración del pisco chileno, se ajusta su graduación alcohólica agregándole agua pura (Spectator A. 2004).

#### **2.13.4. Acidez total.**

Según Montes (1975), menciona que se define la acidez total por la medida de álcali necesario expresado en ácido sulfúrico o en ácido tartárico para alcanzar el pH de equivalencia que se estima de 7.5 a 8.4.

#### **2.13.5. Acidez volátil.**

Según Villanueva (1986), Indica que la acidez volátil está constituida por la suma de los ácidos grasos libres y solidificados, perteneciente a la serie de ácidos acético. Se excluye los ácidos lácticos, succínicos y anhídridos sulfuroso y carbónico.

#### **2.14. Influencia de la temperatura en el licor.**

Según Emile, (1984.), menciona que la temperatura es un factor preponderante para la fermentación, estas no se desarrollan bien más que en una escala de temperatura relativamente corta, hasta 20°C como máximo.

El mismo autor menciona que por debajo de 13 a 14° c. el inicio de la fermentación de una vendimia es prácticamente imposible o es tan lento que corre el riesgo de una activación espontánea. También la fermentación no se produce bien por encima de los 35° c porque las levaduras cesan y mueren incluso; 30 o 32° c por el contrario, en algunos casos puede ser, la fermentación, es decir cuando un fermento de vino preparado es frío lo calentado a una temperatura elevada por encima de 40 a 4° c, donde las levaduras mueren en solo minutos debido a su enfriamiento, es mejor a la temperatura ambiente, la fermentación del vino porque se requiere alcanzar un grado alcohólico; cuando la temperatura de fermentación es alta de 30 a 35° c obtenemos un grado alcohólico de 10 a 60°, lo más adecuado para una fermentación de vino se requiere una temperatura de 20° C como máximo.

Según Peynaud, (1989), menciona también que la temperatura es un factor preponderante para la vida de las levaduras. Estas no se desarrollan bien más que en la escala de temperatura relativamente corta hasta 20°C como máximo. Por debajo de 13 o 14°C el inicio de la fermentación de una vendimia es prácticamente imposible o es tan lento que corre el riesgo de una activación espontanea. Cuando

un depósito no fermenta pasada cinco a seis días los mohos se desarrollan en la superficie del mosto es preciso intervenir para arrancar la fermentación.

Ampuero (2000), indica que La fermentación no se produce bien por encima de los 35°C. Cuando esta temperatura alcanza progresivamente la actividad de las levaduras cesan y mueren Las temperaturas más favorables para la fermentación es la que varía entre 20 y 30°C. la vitalidad del fermento cesa casi enteramente de manifestarse por debajo de 8°C aproximadamente y por encima de una temperatura superior a 6°C; sin embargo aún por debajo de 8°C hay una débil fermentación.

### **2.15. Fermentación.**

Montes (1975), indica que para la fermentación del mosto se usa *Saccharomyces ellipsoideus*, en cepas seleccionadas frecuentemente, tales como la Burgundy a los tokay (existen muchas cepas con distintos nombres).

### **2.16. Evaluación organoléptica.**

Según Montes (1975), indica que el análisis de la destilación se distingue tres aspectos. El examen organoléptico vinculado a la calidad del producto, el examen bacteriológico destinado a revelar las alteraciones y el examen físico-químico para determinar su genuidad y la presencia de adulterantes.

Este examen comprende apreciaciones del aspecto, observando si el producto es limpio, si el producto presenta turbidez tenue e intensa; Otro dato es el color vinculado de las bebidas empleadas, a la acidez del producto y al añejado. El tercer dato se vincula al aroma y sabor del vino estrechamente a su calidad, edad y presencia de gases o enfermedades (Montes, 1975).

### **2.17. Degustación.**

Según Ribereau (1954), menciona al respecto de degustar es probar con atención un producto cuya cualidad se requiere apreciar, es indagar los diferentes defectos y las diferentes cualidades; Es hasta cierto punto analizar, estudiar. Las degustaciones exigen un hábito una educación especial en los sentidos por medio de ejercicios repetidos.

### **2.18. Limpidez.**

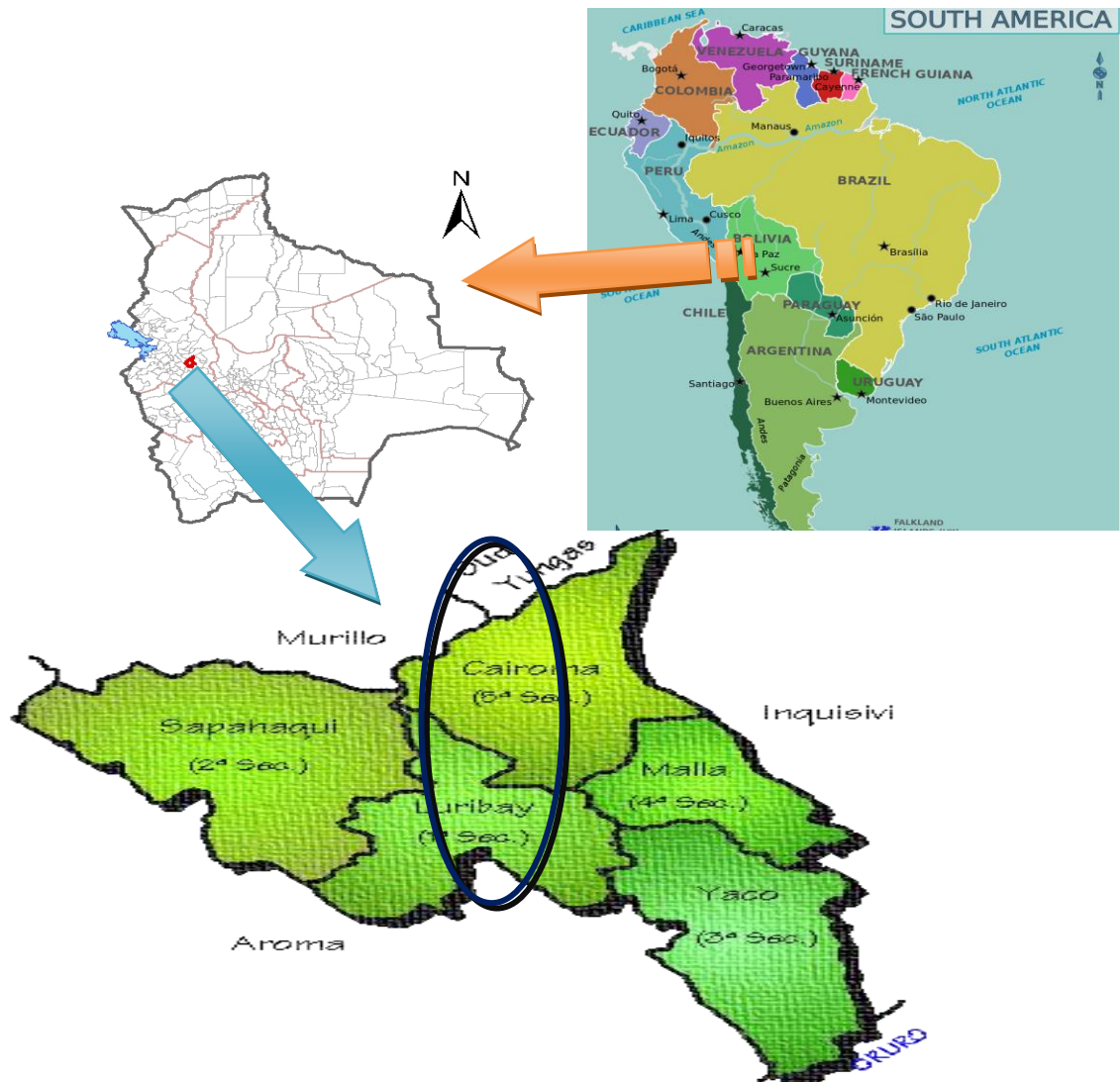
Peynaud, (1989), indica que la limpidez es una de las cualidades que el consumidor exige, tanto en la botella como en la caja. Inmediatamente se ve que un vino esta turbio hay en los signos de alteración y no predispone siempre en contar de un vino aun cuando tenga un buen sabor.

La limpidez debe ser una cualidad permanente. No basta que un vino sea limpio, en un momento dado gracias a la aplicación de un método adecuado de clarificación, es preciso que mantenga una limpidez cualesquiera que sean las condiciones de temperatura, de aireación y de iluminación a que están sometidos, lo cual ya es más difícil de conseguir. Hay que lograr no solo la limpidez. Sino la fijación de una limpidez menciona Peynaud, (1989).

### **3. LOCALIZACION**

#### **3.1. Ubicación del área de estudio**

El presente trabajo de investigación de destilación de licor de chirimoya se realizó en la primera sección de la provincia Loayza "Anquioma", las chirimoyas fueron llevadas de la comunidad de La Lloja Provincia Loayza Quinta sección Cairoma con una ubicación geográfica de  $16^{\circ}44'39.51''$  latitud sur y  $67^{\circ}34'24.49''$  longitud oeste, una altitud de 2664msnm.



**Figura 3. Mapa de Localización de La Provincia Loayza La Lloja- Luribay.**

La comunidad de Luribay “Anquioma” ubicada a 75 Km de la Ciudad de La Paz. Esta zona es conocida como productora en elaboración de Singani.

### **3.2. Descripción agroecológica de la Zona de Cairoña “La Lloja”.**

#### **3.2.1. Clima**



Por su ubicación en la vertiente Sur oriental de la Cordillera Oriental boliviana, la sección presenta una extraordinaria variedad de climas. Su situación geográfica condiciona la diferenciación hídrica que abarca de región árida y sub, húmeda seca, y que no solo es causa de diferencia de las precipitaciones, sino por la humedad atmosférica y la formación de neblinas. Esto se ve en las grandes diferencias latitudinales que determina las diferencias térmicas; el límite de heladas es un factor de suma importancia para la vegetación y usos de tierra. Factores como pendiente determinan las variaciones locales de clima de la sección municipal (Sanjinés 2003)

### **3.2.2. Temperatura**

La temperatura promedio anual de Cairoma es de 17 °C con vientos predominantes y con presencia de heladas invernales, acentuándose en los meses de junio y agosto. En primavera las temperaturas son regulares con variaciones, observándose en la zona sin riesgo de heladas primaverales, la temperatura en el verano alcanza a 220 y 240 días. Con una humedad relativa de media del 52.0% según los registros del (SENAMHI).

### **3.2.3. Precipitación**

Según la estación meteorológica más próxima (Luribay), mostrando un promedio de 415 mm. Los meses que registran promedios más altos de precipitación son los meses de Diciembre a Enero con 81.9 y 83.4mm y las menores precipitaciones se da en los meses de Junio a Julio con 4.8 y 2.0 mm (Guerra, 2003).

### 3.2.4. Fisiografía

Esta Zona se encuentra en la Provincia geomorfológica de la cordillera oriental. Se caracteriza por presentar paisaje de montañas y serranías de origen estructural modelados procesos glaciales. Estos Valles son profundos y encajonados con pequeñas terrazas aluviales como resultado de procesos de erosión en forma de deslizamiento y torrente de barro (Guerra, 2003).

### 3.2.5. Flora

La Sección Municipal de Cairoma, debido a la influencia del crecimiento poblacional, quienes año tras año vienen talando indiscriminadamente, sin tomar en cuenta la presencia de especies nativas, sin embargo existe una presencia de especies vegetales de importancia descritos en el siguiente cuadro (Guerra, 2003).

**Cuadro N° 4. Especies nativas de la zona.**

Nombre Científico	Nombre Común	Piso Ecológico
<i>Prosopis juliflora</i>	Algarrobo	Valle
<i>Schinus molle</i>	Molle	Valle
<i>Efedra Americana</i>	Sanu sanu	Valle
<i>Salís angustifolia</i>	Sauce	Valle
<i>Poacea</i>	Cañahueca	Valle
<i>Puya raimundi</i>	Puya	Cabecera de valle

<i>Satureja boliviana</i>	Q'hua	Cabecera de valle
<i>Festuca dolicophylla</i>	Chilliwa	Cabecera de valle
<i>Cassia sp.</i>	Mutumutu	Cabecera de valle
<i>Stipa ichu</i>	Ichu	Cabecera de valle
<i>Eucaliptus globulus</i>	Eucalipto	Cabecera de valle
<i>Verbena officianalis</i>	Verbena	Cabecera de valle

Fuente: PDM – Cairoma 2004

### 3.2.6. Fauna

La fauna silvestre constituye un potencial aún no valorado por los pobladores de la Quinta Sección. La extinción de algunas especies provocaría desequilibrios en el ecosistema, por constituirse éstos en biorreguladores naturales (Guerra, 2003).

### 3.2.7. Suelo

Son suelos generalmente pocos profundos a profundos en pendientes escarpadas a muy escarpadas pardo grisáceo, pardo oscuro, pardo amarillento , pardo rojizo franco arenosos a franco arcillosos con grava y piedras , nada a poco desarrollados fertilidad natural alta a baja neutro a suavemente alcalino , y cierto predominio de afloramiento rocoso .

En las serranías, consideradas como el paisaje predominante, generalmente la formación de suelos es muy escasa por las excesivas pendientes y erosión severa. El escaso suelo es poco profundo, pardo amarillento, franco arenoso gravoso y presenta afloramiento rocoso.

## **4. MATERIALES Y METODOLOGIA**

### **4.1. Materiales para el proceso de destilación de licor de Chirimoya.**

#### **4.1.1. Material biológico**

Se aprovechó los frutos de Chirimoya (*Annona cherimola* Mill.), en descomposición de dos variedades que son:

- ♣ Mammillata

- ♣ Impresa

La Chirimoya de la Variedad Mammillata, se caracteriza por presentar una concentración de sólidos solubles 26 ° brix, la piel del fruto presenta protuberancias pronunciadas puntiagudas, los frutos son de tamaño grande aceptable en el mercado por su alto grado de dulzura (Gardiazabal y Rosenberg 1987).



**Figura 4.** Chirimoya (*Annona cherimola* Mill.), variedad Mammillata.

Así como menciona (Gardiazabal y Rosenberg 1987), la variedad Impresa tiene una concentración de sólidos solubles de 25°Brix, es característico por alcanzar la madurez completa del fruto son de gran tamaño aceptado en el mercado por su característica en la textura del fruto a comparación de la Mammillata.



**Figura 5.** Chirimoya *Annona cherimola* Mill. De la Variedad Impresa.

#### **4.1.2. Material de Campo**

- ♣ Manteles de recolección de chirimoya
- ♣ Romanilla
- ♣ Periódico
- ♣ Chipas
- ♣ Paja
- ♣ Pallañas

#### **4.1.3. Materiales y equipos**

- ♣ Refractómetro Abbe Modelo LR45227 (Fisher Scientific)
- ♣ PH (para líquido)
- ♣ Alcoholímetro G.L.

- ♣ Termómetro
- ♣ Falca de destilación
- ♣ 6 Turriles de plástico de capacidad 200lt
- ♣ 4 lt. Mosto de uva
- ♣ 1 qq de Azúcar
- ♣ Cámara fotográfica
- ♣ Romanilla
- ♣ Microscopio
- ♣ 2 bañadores
- ♣ 1 carga de leña
- ♣ Agua

## **4.2. Metodología**

### **4.2.1. Procedimiento de investigación**

#### **4.2.1.1. Recolección del fruto**

La recolección del fruto se realizó en la Provincia Loayza quinta sección Cairoma “La Lloja, zona que está dedicada a la producción de Chirimoya, en el sector sea identificado más de cinco variedades de las cuales de acuerdo a sus características en dulzura, forma del fruto se escogió dos variedades figura 4 y 5.

Se realizó la recolección de frutos muy maduros, con ataques de la mosca de la fruta, con picaduras de avispas, con inicio de pudrición, mal formado y pequeños estos frutos con esas características no son destinados al mercado y son ofrecidos como alimento para animales o dejados en los huertos estos frutos no tiene un costo adicional para el productor. Después de recolectarlos los frutos se los encajono y fueron llevados a Luribay – Anquioma donde se procedió a la elaboración de licor de chirimoya.

El encajonado se realizó para ambas variedades en cuatro cajones de la variedad Mammillata, de igual manera se encajono cuatro cajones de la variedad Impresa.





**Figura 6. Encajonado de la Chirimoya**

#### **4.2.1.2. Pesado y selección**

La exposición de las chirimoyas a temperaturas inferiores a 8-12°C, dependiendo del cultivar y estado de madurez, produce daño por frío. Los síntomas incluyen un oscurecimiento y endurecimiento de la cáscara, depresiones, incapacidad de desarrollar buen sabor y pulpa "harinosa" (Ingeniería Agrícola, 2008). Estas características hacen que el fruto no se destine para el consume en fresco y sean desechados.

Las chirimoyas se llevaron a la Comunidad de Anquioma e inmediatamente se realizó la preparación, empezando por el pesado de la caja vacía con 30 lb, la chirimoya por variedad pesaron 120 lb, que equivale a 200 chirimoyas por variedad.

- ♣ Variedad Impresa 120 lb.
- ♣ Variedad Mammilata 120 lb.



**Figura 7. Pesado de la Chirimoya encajonada por Variedad**

#### **4.2.1.3. Limpieza de los frutos de Chirimoya**

Moreno (1990), indica que muchos son los casos de conservación en los que se aplica la limpieza, o ausencia de microorganismos, como factor de conservación. La cantidad de microorganismos o carga bacteriana puede ser consecuencia del grado de contaminación y del desarrollo microbiano. La calidad de muchos productos está determinada por la cantidad de microorganismos que poseen.

En la preparación de los fermentos para la destilación se realizó la eliminación de impurezas con agua potable, con el objeto de eliminar la tierra, polvo, hojas y ramillas que están presentes en están en la fruta posteriormente se hizo escurrir el agua por gravedad la limpieza se realizó en forma manual.

Según ITDG (1997), la fruta debe sumergirse en el tiempo justo y luego extraerse y lavarse con agua corriente. Si no se lava bien la superficie de la fruta, esta se oscurecerá rápidamente o por la presencia de impurezas en el fruto puede existir la presencia de microorganismos que alteren el proceso de fermentación.



**Figura 8. Lavado de las Chirimoyas**

#### **4.2.1.4. Pelado de la Variedad Mammillata**

Así como reporta ITDG (1997), que las frutas son pulpeadas con su cáscara siempre y cuando ésta no tenga ninguna sustancia que al pasar a la pulpa no le ocasione cambios en sus características organolépticas. El pelado se puede hacer en forma manual, empleando cuchillos o en forma mecánica.

El pelado de la Chirimoya se realizó para la variedad Mammillata, de acuerdo a su característica de esta variedad, por presentar protuberancias pronunciadas y tener la cascara gruesa. Muy pronunciadas en forma de puntas, como la forma de dedos en el fruto, de esta variedad su madurez es lenta por el grosor de su piel y por sus

características propias, para que la fermentación sea rápida se la descascara y se la dejó con cascara para observar cual es la reacción en el proceso de fermentación.



**Figura 9. Pelado de La Variedad Mamillata**

Antes de realizar el pelado se realizó la medición de la Concentración de Sólidos Solubles con un refractómetro, se observó que la variedad Mamillata presenta 26 grados brix, la medición de los Grados Brix se realizó a frutos que han alcanzado la madurez completa.



**Figura 10. Eliminación de las cascaras a la variedad Mammillata.**

#### **4.2.1.5. Triturado de la Variedad Impresa**

A la variedad Impresa, por las características que presenta el fruto en la cascara casi lisa con pocas protuberancias y la cascara delgada, se trituro a la fruta completa sin eliminar la cascara para la preparación del fermento y se evitara que la existencia de mohos que alteraran la fermentación alcohólica.

Ibar (1979), menciona que la chirimoya de esta variedad se caracteriza por alcanzar el índice de madurez más adelantado a comparación de la variedad Mammillata.



**Figura 11. Chirimoya de la Variedad Impresa.**



**Figura 12. Preparación del fermento de la variedad Impresa**



**Figura 13. Preparado de la variedad Mammillata**

#### **4.2.1.6. Medición de los Grados Brix en la preparación.**

Lara (2007), menciona que en la industria es importante que las frutas tengan altas concentraciones de sólidos solubles °brix, debido a que en los diferentes procesos se reduce la cantidad de sacarosa.

La concentración de sólidos solubles de la variedad Impresa es de 25°brix, por la textura del fruto llegó a madurar mucho más rápido, en el proceso de fermentación alcohólica los grados brix de acuerdo a los tratamientos llega a reducir convirtiéndose el azúcar en alcohol.

La variedad Mammillata fue preparada de la misma manera, pero extrayendo la cascara ya que presenta protuberancias esta variedad tiene una concentración de sólidos solubles con 26 °brix, es una de las variedades más dulces.

Durante este proceso fue necesario realizar controles de la concentración de sólidos solubles, el cual fue bajando en la Chirimoya de 26 -18 ° Brix.



**Figura 14. Toma de muestras para medir la Concentración de Sólidos Solubles (grados brix).**





**Figura 15. Medición de los Grados Brix, con un Refractómetro**

#### **4.2.1.7. Preparación del Fermento con la Aplicación de Mosto de Uva.**

La preparación del fermento se realizó con la aplicación de mosto de uva obtenido de la misma zona, la preparación para ambas variedades Impresa y Mammillata se aplicó 4 litros mosto de uva presenta levaduras naturales que se encuentran presentes en el mosto del proceso de fermentación del singani de uva fueron obtenidas *Saccharomyces Ellipsoidus* para que cumpla la función de iniciar la actividad microbiana y no exista presencias de hongos en la fermentación.



**Figura 16. Aplicación del catalizador mosto de uva en la fermentación alcohólica de la chirimoya.**



**Figura 17. Aplicación del Mosto de Uva de variedades Mammillata e Impresa.**



**Figura 18. Mosto de uva *Saccharomyces Ellipsoidus***

#### **4.2.1.8. Preparación del fermento de Chirimoya sin Aplicación de Azúcar.**

ITDG (1997), indica que el uso de azúcar se emplea para dar al néctar de la fruta el dulzor adecuado. La concentración del azúcar en solución se puede medir mediante un instrumento llamado refractómetro que da los grados Brix (porcentaje de sólidos solubles).

La preparación del fermento de Chirimoya sin la aplicación de Azúcar, se realizó para ambas variedades mammillata e impresa, sin la aplicación de catalizadores se dejó fermentar. La chirimoya pura, para observar la reacción entre los demás tratamientos que se realizó en la evaluación dejando actuar con la concentración de sólidos solubles 25-26 grados brix. Presentes en esta fruta.



**Figura 19. Variedad Impresa sin la aplicación de catalizadores**



**Figura 20. Agitación del mosto de chirimoya**

#### 4.2.1.9. Fermento de Chirimoya preparada con azúcar.

La fermentación es el proceso de mayor importancia, inmediatamente terminando la adición de azúcar, se inicia la actividad microbiana y empieza a fermentar dando lugar a una serie de cambios químicos que suceden dentro la masa del mosto, por la acción de la glucosa y la sacarosa; entre tanto el jugo azucarado en un principio, pierde poco a poco sus propiedades. En el proceso se ha ido observando las propiedades de dulzura transformando el azúcar en licor y se incrementa más el grado alcohólico, el agente de esta transformación es un organismo microscópico presente en la levadura vínica naturales *Saccharomyces Ellipsoidus* y que se produce con una rapidez en el mosto líquido para su fermentación.



**Figura 21. Inicio de la fermentación alcohólica de la Chirimoya**



**Figura 22. Preparación del Fermento de Chirimoya con azúcar.**

#### **4.2.2.1. Medición del Recuento Celular**

El recuento celular de los fermentos se realizó diario, la actividad microbiana empieza desde el primer momento en que se preparó el fermento con 27 bacterias la concentración de sólidos solubles depende del estado de madurez del fruto y puede alcanzar de 20 a 30 grados brix. En la chirimoya, la madurez a la que ha alcanzado la fruta es la que cumple la función de activar a todo microorganismo y de que se haya transformado en alcohol.

El número de bacterias también suele ser un indicador de la fermentación alcohólica haya finalizado, tiene gran relación con la concentración de sólidos solubles grados brix. Y el número de bacterias en la fermentación por la intensa actividad; el azúcar se va transformando en alcohol, cuando finalizo el número de bacterias al igual que la

concentración de sólidos solubles también llegó a ser cero momento adecuado para la destilación.



**Figura 23. Recuento celular de los fermentos de la Chirimoya.**

#### **4.2.2.2. Medición del pH. Y la temperatura del ambiente**

Carbonell (1963), menciona que la fermentación continúa satisfactoriamente cuando el pH del mosto ha sido ajustado entre 4 a 4,5. Este pH favorece a la levadura y es lo suficientemente bajo para inhibir el desarrollo de muchos tipos de bacteria.

Las mediciones en el proceso de fermentación se realizaron todos los días en dos horas fijas de acuerdo a la temperatura de lugar de destilación, es importante mencionar como actúa el proceso de fermentación anaeróbica a temperatura bajas y altas.

La temperatura es un factor muy importante ya que de esto dependia el tiempo que llevara a cabo todo el proceso de destilación a temperaturas altas la actividad microbiana era muy alta, por esta razón se realizó un recuento diario de las bacterias. El pH, la temperatura del líquido y la temperatura Ambiente del lugar.



**Figura 24. Medición de la Temperatura Ambiente. Termómetro.**

#### **4.2.2.3. Separación del mosto**

Una vez realizada todas las mediciones y de se ha observado que la concentración de solidos solubles y de que la actividad microbiana ya no es tan intensa, cuando llega a cero, se trabaja directamente con el producto se debe realizar un cernido o una separación del mosto y el líquido.

Este proceso se realiza con mucho cuidado, la separación no debe entrar sustancias sucias, debe sumamente puro líquido y límpido.





**Figura 24. Separación del Mosto de Chirimoya**



**Figura 25. Separación del Mosto para la destilación**

#### **4.2.2.4. Destilación del Licor de la Chirimoya**

El proceso de destilación se realizó en una falca hecho de cobre y estaño, de capacidad de 80 litros, en la primera destilación para la variedad Mammillata se obtuvo 40 litros de “Zupia” para la variedad Impresa se obtuvo 40 litros también obteniendo “Zupia”, se realizó una segunda destilación donde se une el líquido de las dos variedades para obtener el producto final que es el licor de chirimoya. La

destilación es a base de vapor, en la destilación se utilizó leña para el calentado de las ollas donde ocurre una alteración donde el vapor adquiere la forma líquida por enfriamiento de agua potable en los calderos. De esta separación de 80 l se obtuvo 40 l de licor de chirimoya.



**Figura 26.** Mezcla de las destilaciones de la Chirimoya.

#### **4.2.2.5. Evaluación físico química.**

El examen físico químico vinculado en la calidad del producto, con un análisis realizado en los laboratorios de **INLASA** mostrando caracteres organolépticos color propio de la destilación, sabor característico a la chirimoya, olor a chirimoyas, con un aspecto líquido limpio. (INLASA, 2010).

### 4.3. Modelo de investigación

#### 4.3.1. Modelo lineal aditivo

El modelo estadístico que corresponde al Diseño Completamente al Azar, propuesto por Calzada, (1970).

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \alpha\beta_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Dónde:

$Y_{ijk}$  = Observación cualquiera

$\mu$  = Media general

$\alpha_i$  = Efecto del i-esimo Variedades

$\beta_j$  = Efecto del j-esimo Catalizador

$\alpha\beta_{ij}$  = Efecto de la interacción del factor Variedad\*Catalizador

$\varepsilon_{ijk}$  = Error experimental

### 4.3.2. Factores y niveles

El experimento presentara los siguientes factores y niveles:

**Factor (A):** Variedades

Nivel a1: *Impresa con cáscara*

Nivel a2: *Mammillata* sin cáscara

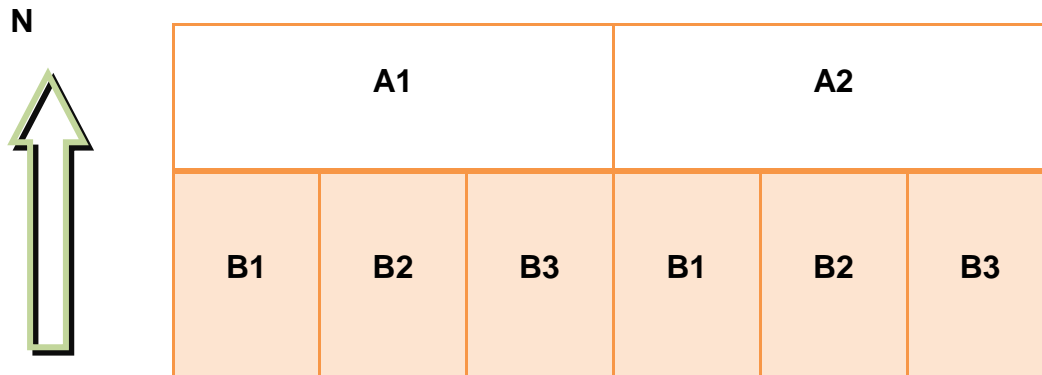
**Factor (B):** Catalizador

Nivel b1: Mosto de Uva *Saccharomyces Ellipsoidus*

Nivel b2: Con Azúcar

Nivel b3: Sin Azúcar

### 4.3.3. Croquis del experimento



Figura

Distribución del espacio experimental.

#### 4.3.4. Tratamientos

El presente investigación se llevó a cabo de la siguiente manera, los tratamientos fueron establecidos de la siguiente manera.

Dos variedades de Chirimoya sometido a fermentación natural, diluida bajo dos Catalizadores “azúcar y mosto de uva”.

- T1= A1\*B1** (Impresa Con Cascara \* Mosto de Uva)
- T2= A1\*B2** (Impresa Con Cascara\* Con Azúcar)
- T3= A1\*B3** (Impresa Con Cascara\* Sin Azúcar)
- T4= A2\*B1** (Mammillata Sin Azúcar Cascara\* Mosto de Uva)
- T5= A2\*B2** (Mammillata Sin Azúcar Cascara\* Con Azúcar)
- T6= A2\*B3** (Mammillata Sin Azúcar Cascara\* Sin Azúcar)

Se tuvo en total 6 tratamientos con 6 repeticiones

Para cantidades de unidades experimentales se calcula de la siguiente manera.

$$U.E. = \text{Tratamiento} * \text{Repeticiones}$$

$$U.E. = 6 * 6$$

$$U.E. = 36$$

#### **4.4. Variables de respuesta**

##### **4.4.1. Concentración de Sólidos Solubles (°brix).**

En la industria es importante que las frutas tengan altos grados brix, debido a que se reduce la cantidad de sacarosa; sin embargo, a partir de ella se pueden obtener concentrados de pulpa edulcora, deshidratadas, que sirven de materias primas para otros productos derivados; néctares y refrescos en donde se necesita un mínimo de 10 °brix del producto (Lara 2007).

Concentración de sólidos solubles de los mostos que se expresa en grados brix en la chirimoya de la Variedad Mammillata es de 26 °brix, La Variedad Impresa es de 25° brix. Se midió con un Refractómetro.

Para conocer la concentración de sólidos solubles se realizó la medición desde el inicio de la preparación del fermento tomando a la chirimoya por variedad. Tomando en cuenta la dilución del Azúcar y la aplicación del mosto de uva.

##### **4.4.2. Parámetros Organolépticos: Olor, Color, Sabor, aspecto.**

Los parámetros organolépticos Olor, Color, Sabor, aspecto del producto destilado se midieron al final del ensayo a partir de un análisis organoléptico que fue realizado en los laboratorios de INLASA. Del Licor de Chirimoya, considerando parámetros y normas de IBNORCA.

#### **4.4.3. Ph de la Chirimoya en el proceso de fermentación**

Carbonell (1963), menciona que la fermentación continua satisfactoriamente cuando el pH del mosto ha sido ajustado entre 4 a 4,5. Este pH favorece a la levadura y es lo suficientemente bajo para inhibir el desarrollo de muchos tipos de bacteria.

La medición del pH, se utilizó un pH-metro previamente calibrando antes de cada prueba con agua destilada.

El pH es un factor limitante en el proceso de la fermentación ya que las levaduras se encuentran afectadas claramente por el ambiente, bien sea alcalino o ácido. Por regla general el funcionamiento de las levaduras está en un rango que va aproximadamente desde 3.5 a 5.5 pH. Harden (1914).

La medición del pH se ha realizado desde el primer día que empezó la fermentación del mosto líquido, más concretamente cada día al igual que en el caso de la concentración de Solidos Solubles; es importante mencionar que el Ph inicial fue de 4.0 en el caso de la variedad Mammillata y de igual manera para la variedad Impresa.

#### **4.4.4. Recuento Celular**

El recuento celular se realizó con ayuda de un microscopio, en el cual se contaron la cantidad de células (Levaduras) todos los días desde la preparación hasta el final.

#### **4.4.5. Temperatura del fermento**

Frazier (1972), durante la fermentación se mantiene la temperatura cerca de los 24 °C ya que temperaturas demasiado altas inhiben a las levaduras y pueden favorecer el desarrollo de levaduras salvajes o de bacterias acéticas que causan el deterioro del producto.

Cruz (2001), menciona que la mayor parte de las cepas comerciales de levadura se mantienen en temperaturas entre 32 y 38 °C, pero cuando existe peligro de contaminación bacteriana, como los países tropicales, se recomiendan temperaturas más bajas. Bajo estas condiciones la operación a pH 4,5-5,0 también ayuda a restringir el crecimiento bacteriano. El control adecuado de la temperatura debe tener en cuenta la evolución relativamente pequeña del calor asociado con el proceso anaeróbico, y también, la evolución mucho mayor del calor asociado con la propagación aeróbica de la levadura.



## 5. RESULTADOS Y DISCUSION

Se realizó análisis de varianza para cada variable de respuesta, a las dos variedades de Chirimoya sometido a dos tipos de catalizador y poder evaluar la misma. Los datos obtenidos fueron sometidos a un análisis Estadístico de acuerdo al modelo descrito con la ayuda del programa SPSS, para alcanzar los objetivos planteados.

### 5.1. Temperatura ambiente

Durante en el transcurso de la evaluación se registraron datos de la temperatura ambiente, dentro del ambiente donde se preparó el producto en la medición donde la temperatura fue la misma para los seis tratamientos.

**Cuadro 6. Análisis de varianza para Temperatura Ambiente**

<b>FV</b>	<b>GL.</b>	<b>SC.</b>	<b>CM.</b>	<b>FC</b>	<b>Ft (5%)</b>
Variedades	1	0.000	0.000	0.000	1.000NS
Catalizador	2	0.000	0.000	0.000	1.000NS
Variedades * Catalizador	2	0.000	0.000	0.000	1.000NS
Error	102	293,6	6.509		
Total	107	293,6			

NS: No Significativo

**Coefficiente de variación: 9.14%**

El coeficiente de variación fue de 9.14% por lo tanto los datos son confiables para la variable Temperatura Ambiente cuyo valor es inferior al 30%, limite considerado como máximo para investigaciones de campo.

En el Cuadro 6, se observa que no se tuvo diferencias estadísticas entre variedad y catalizador y entre la interacción variedad \* catalizador en la temperatura ambiente. Los datos de experimento cumplen con los requisitos del análisis de varianza.

Al respecto Peynaud (1989), indica que las levaduras se desarrollan bien en el rango de 20 a 30 °C, y por debajo de 13 °C la fermentación es lenta y da lugar a que el mosto sea atacado por mohos que se desarrollan en su superficie.

En los días calurosos el proceso puede superar los 35°C disminuyendo la actividad de los microorganismos y en algunos casos causando la muerte como sugiere el mismo autor.

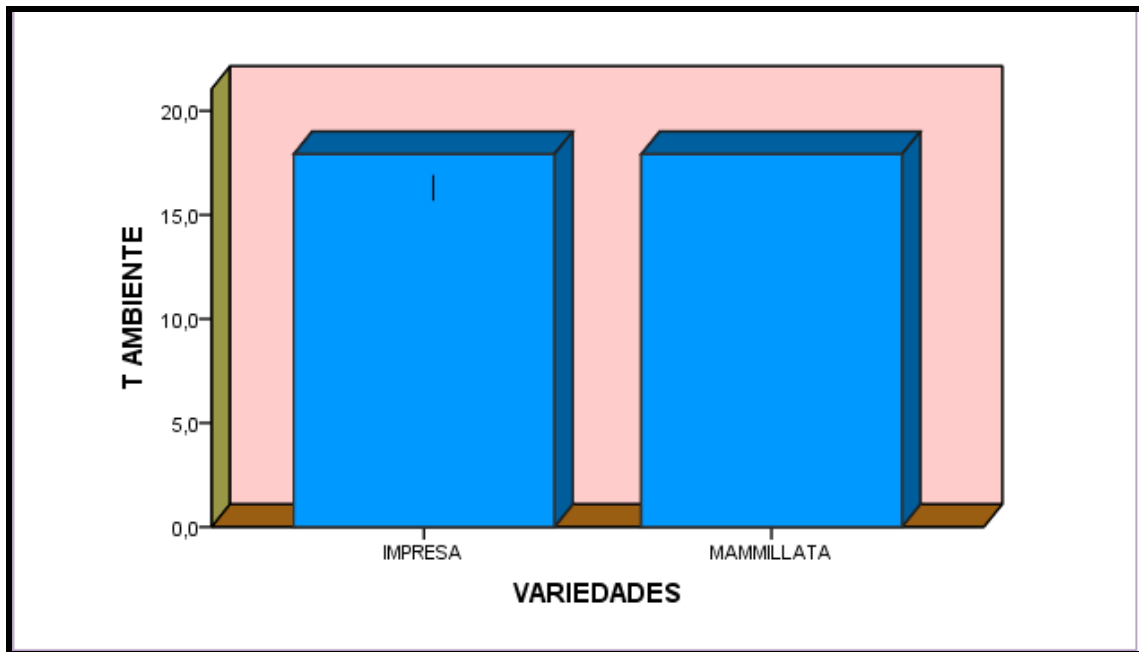
#### **Cuadro 7. Comparación de los promedios de la Temperatura del Ambiente**

<b>CATALIZADOR</b>	<b>MEDIAS (T. Amb.)</b>
Mosto de uva	17.91
Con azúcar	17.91
Sin azúcar	17.91

Según los resultados obtenidos, en la clasificación de Duncan los tratamientos no presentan diferencias estadísticas ni numéricas, debido a que los tratamientos terminaron en un mismo tiempo, el 17,91°C indica que se presentó temperaturas favorables en el proceso de fermentación alcohólica donde las levaduras se desarrollaron bien y no exista mohos u otro tipo de alteraciones en el fermento.

La Figura 21 muestra el comportamiento de la temperatura en las dos variedades de chirimoya, según los datos obtenidos se observó un comportamiento igual para las dos variedades, no existiendo variación en el proceso de fermentación alcohólica en el tiempo que fue evaluado.

**Figura 21 Efecto de la Temperatura Ambiente en el proceso de fermentación alcohólica de dos variedades de Chirimoya.**



## 5.2. Concentración de Sólidos Solubles (°Brix)

La concentración de Sólidos Solubles (°Brix), para las dos variedades estudiadas como ser Impresa y Mammillata presentaron a inicios diferencias en la concentración de sólidos solubles la variedad Impresa presentó 25 °Brix y la variedad Mammillata de 26 °Brix.

El Cuadro 8, detalla en el Análisis de Varianza para la concentración de Sólidos Solubles (°Brix), el mismo muestra niveles de significancia así como el coeficiente de variación que refleja su confiabilidad y el manejo que se tuvo en la investigación.

**Cuadro 8. Análisis de Varianza para la Concentración de Sólidos Solubles (°Brix).**

FV	GL.	SC.	CM.	FC	Ft (5%)
Variedades	1	0.148	0.148	0.01	0.9225NS
Catalizador	2	177.69	88.845	5.71	0.0045**
Variedades * Catalizador	2	24.9718	12.485	0.80	0.4510NS
Error	102	1669,431	15.553		
Total	107	1872,243			

\*: Significativo

\*\* : Altamente Significativo

NS: No Significativo

**Coefficiente de variación:** 25.15%

El coeficiente de variación fue de 25.15% por lo tanto los datos son confiables.

El Cuadro 8 de análisis de varianza para la concentración de sólidos solubles (°Brix), al nivel del 5 % de significancia no expresa diferencias significativas para las variedades, para el catalizador se encuentra alta significancia debido a la incorporación de dos tipos de catalizadores esto hace la diferencia en la concentración de sólidos solubles en cada tratamiento.

El mismo cuadro a la vez no muestra diferencias significativas en la interacción de los factores variedad \* catalizador señalando que ambos factores son independientes, es decir que cuando el factor variedad cambia de nivel, la aplicación de catalizadores no cambia su comportamiento.

En el factor variedad, los resultados concuerdan con Farre y Hermoso (1987), que los grados brix no dependen de la variedad si no del estado de madurez en el que se recoge el fruto. Estableciendo un rango de 20-30° brix para todas las variedades.

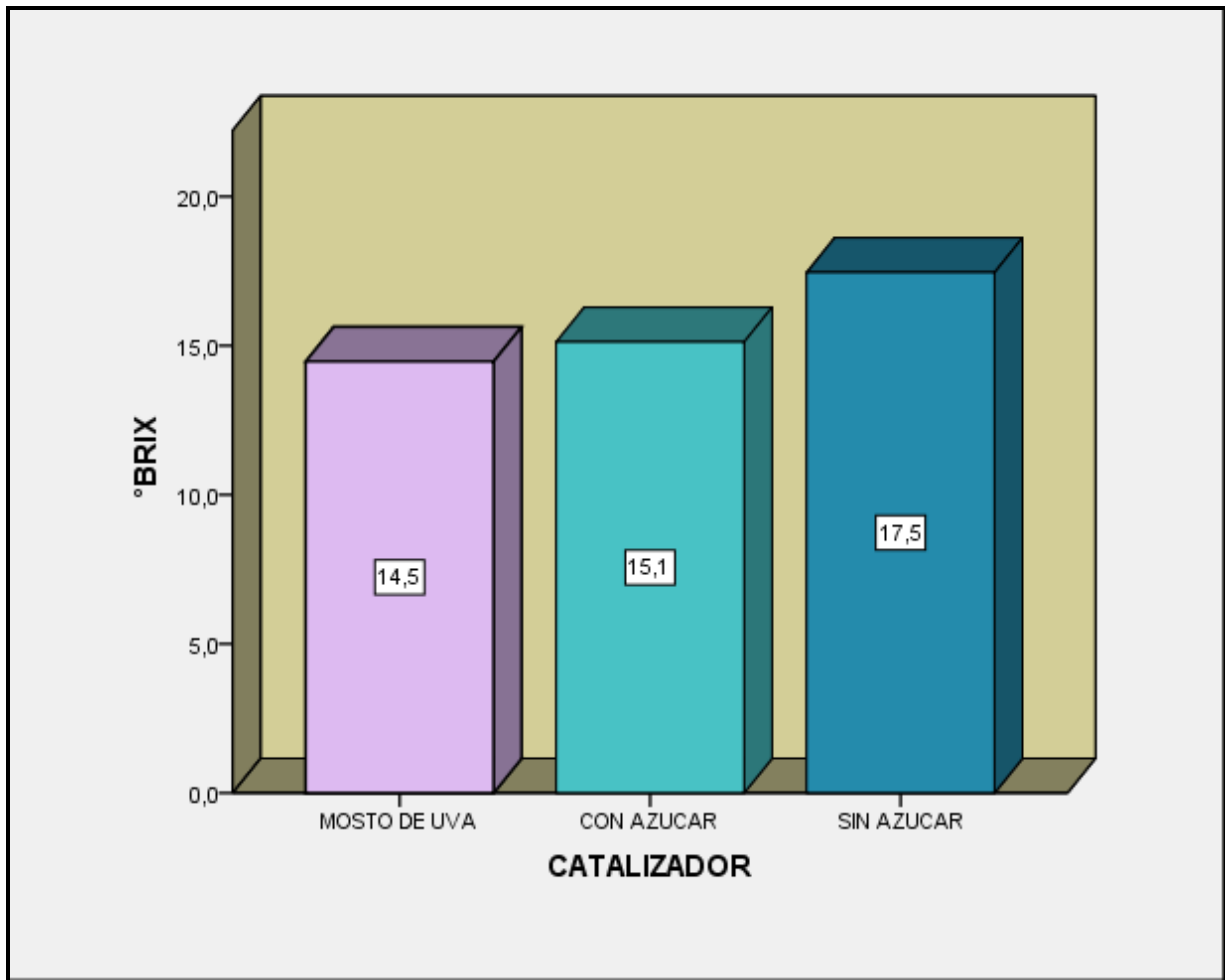
**Cuadro 9. Prueba de comparación de medias Duncan ( $\alpha=0.05$ ) para la concentración de sólidos solubles (°brix).**

CATALIZADOR	MEDIAS	DUNCAN ( $\alpha=0.05$ )	
		A	B
MOSTO DE UVA	14.47	A	B
CON AZUCAR	15.12	A	
SIN AZUCAR	17.46		

La prueba múltiple de Duncan al nivel de 5% de significancia indica que existen diferencias significativas entre el mosto de uva y la aplica de azúcar que alcanzaron un promedio de 14.47 ° brix, 15.12 ° brix; frente al tratamiento que no se incorporó azúcar y alcanzando un promedio de 17.46 ° brix. Encontrando desventaja para la obtención del licor así como no se incorpora catalizador tampoco se obtiene el licor este tratamiento es muy espeso deficiente en líquido. De igual manera la concentración de sólidos solubles llega a terminar en el mismo tiempo. Encontrándose de esta manera igual a los demás tratamientos obteniendo el mismo producto y con la misma concentración de sólidos solubles al obtener el fermento.

Estos resultados pueden deberse a que la aplicación de dos tipos de catalizador por separado a cada tratamiento, estos catalizador activan la fermentación bacteriana. De forma que no influye en el tiempo de finalización del fermento.

La no incorporación de azúcar, no llega a ser significativa, debido a que no causa ninguna variación en la concentración de sólidos solubles el tiempo de la fermentación.



**Figura 22. Comparacion de medias para la concentracion de solidos solubles en el proceso de fermentacion alcoholica de la chirimoya.**

La concentración de sólidos solubles grados brix en la dos variedades comparadas y sometidas a dos tipos de catalizador como es el mosto de uva, la aplicación de azúcar y la no aplicación de azúcar han sido evaluados para comparar las medias en el proceso de fermentación alcohólica; la aplicación de catalizadores presencia diferencias significativas. Comprobándose de esta manera lo manifestado por Farre

y Hermoso (1987), que los grados brix no dependen de la variedad si no del estado de madurez en el que se recoge fruto, estableciendo un rango de 20 a 30 grados brix para todas las variedades.

Toda fermentación que tenga propiedades azucaradas sufre esta transformación de manera espontánea debido a la acción de las levaduras que, en ausencia de aire, destruyen la glucosa y otros azúcares produciendo dióxido de carbono y etanol Carretero (2006).

En la Figura 22. El tratamiento que fue incorporado con el catalizador mosto de uva *Saccharomyces ellipsoideus*. Es una de las levaduras más activas en la vinificación. Fermenta glucosa, sacarosa y maltosa, obteniendo alcohol de un proceso biológico de fermentación en plena ausencia de aire, originado por la actividad de algunos microorganismos que procesan los hidratos de carbono como la glucosa, la fructosa, la sacarosa, el almidón, para obtener como productos finales: un alcohol en forma de etanol dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) en forma de gas y unas moléculas de ATP que consumen los propios microorganismos en su metabolismo celular energético anaeróbico (Buchanan, 2007).

En el proceso de fermentación se observaron que la concentración de sólidos solubles va bajando cada punto diario hasta convertir el azúcar en alcohol el valor medido en refractómetro llegó a un valor de cero. Momento de realizar la separación del y proceder a la destilación del licor. Al final de la fermentación llegó a perder el 95 al 98 % de los azúcares que ha principios tuvo.

### **5.3. pH**

El pH medido para el análisis de varianza en la fermentación alcohólica de la chirimoya de dos variedades Impresa y Mammillata.

**Cuadro 10. Análisis de Varianza para el pH en el proceso de fermentación alcohólica**

FV	GL.	SC.	CM.	FC	Ft (5%)
Variedades	1	0.0833	0.0833	3.13	0.080NS
Catalizador	2	0.0347	0.0173	0.65	0.5236NS
Variedades * Catalizador	2	0.1760	0.0880	3.30	0.0409*
Error	102	2,758	0.0377		
Total	107	3,052			

\*: Significativo  
 NS: No Significativo

**Coefficiente de Variación= 3.99%**

El coeficiente de variación fue de 3.99 % por lo tanto los datos son confiables.

El Cuadro 10 no muestra diferencias significativas en el factor variedad y en la interacción variedad \* catalizador a un nivel de significancia del 5 % señalando que las diferencias en el pH son verdaderas, en cuanto al factor catalizador no presenta significancia, según Macias (1993), el pH para una mayor actividad de los microorganismos están en el rango de 4 a 6.

Carbonell (1963), menciona que la fermentación continua satisfactoriamente cuando el pH del mosto ha sido ajustado entre 4 a 4,5. Este pH favorece a la levadura y es lo suficientemente bajo para inhibir el desarrollo de muchos tipos de bacteria.

El pH es un factor limitante en el proceso de la fermentación ya que las levaduras se encuentran afectadas claramente por el ambiente, bien sea alcalino o ácido. Por regla general el funcionamiento de las levaduras está en un rango que va aproximadamente desde 3.5 a 5.5 pH. Harden (1914).



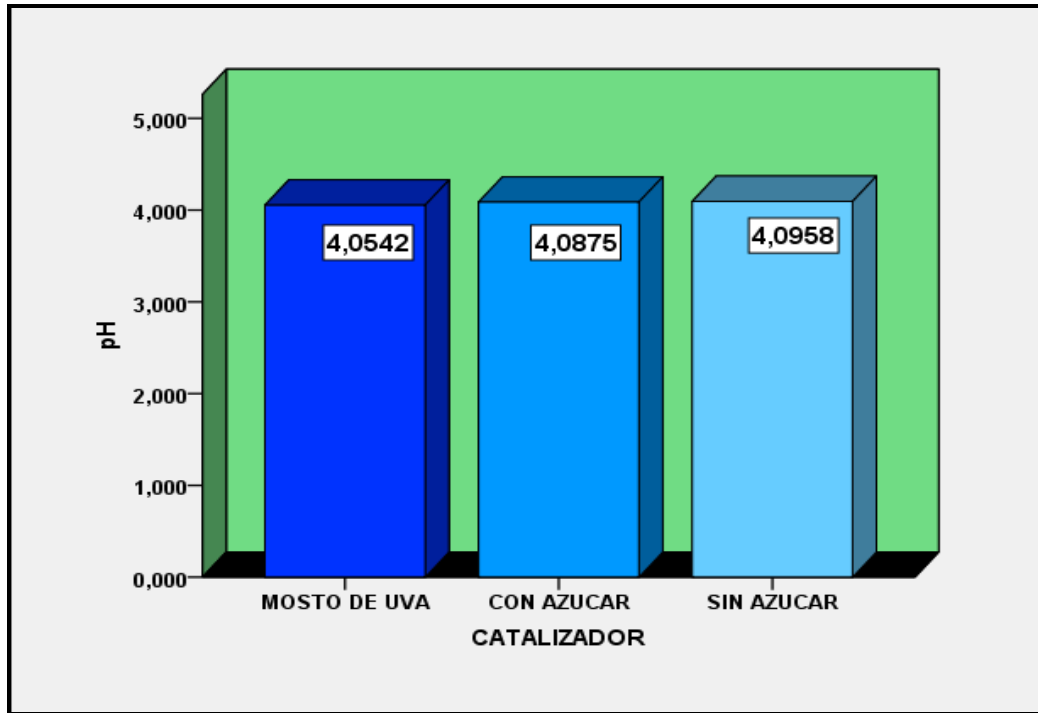
**Cuadro 11. Prueba de Duncan ( $\alpha=0.05$ ) para comparar el Ph.**

<b>CATALIZADOR</b>	<b>MEDIAS (pH.)</b>
Mosto de uva	4.06
Con azúcar	4.09
Sin azúcar	4.10

De acuerdo a la clasificación de Duncan, en la aplicación del catalizador en las dos variedades y la aplicación de los catalizadores no presentaron diferencias significativas para el pH. Todas las medias son similares.

De acuerdo a los datos obtenidos del pH. En el proceso de fermentación del mosto, podemos mencionar que para la producción de etanol durante la fermentación a temperaturas por encima de los 10 °C y pH 4,0 hacen suponer que estos son el pH y temperatura óptimos de proceso para la levadura *Saccharomyces* Tal como menciona Carbonell (1963) y Macias (1993).

Estos resultados coinciden con lo mencionado Moreno (1990), quien afirma que la fermentación continua satisfactoriamente cuando el pH del mosto ajustado entre 4 a 4.5. Este pH favorece a la levadura y es lo suficientemente bajo para inhibir el desarrollo de muchos tipos de bacterias.



**Figura 23. Comparación de medias del pH en el proceso de fermentación alcohólica de la Chirimoya.**

La Figura 23 demuestra lo mencionado por Macías (1993), que la fermentación a temperatura por encima de los 10 °C y Ph de 4,05-4,08 y 4,09 se desarrollaron en temperaturas favorables debido a la presencia de levaduras.

Los tres tratamientos presentaron medias similares debido a las buenas condiciones en la evaluación sin la presencia de agentes perjudiciales como mohos, bacterias perjudiciales.

#### **5.4. Recuento celular**

Las bacterias son capaces de acidificar el mosto en ausencia de alcohol, es decir, solo a partir de azúcar. Por esta razón se realizó el recuento celular para la destilación de licor de Chirimoya.

**Cuadro 12. Análisis de Varianza para la variable Número de Bacterias**

<b>FV</b>	<b>GL.</b>	<b>SC.</b>	<b>CM.</b>	<b>FC</b>	<b>Ft (5%)</b>
Variedades	1	92.593	92.593	5.79	0.0180*
Catalizador	2	181.556	90.778	5.68	0.0047**
Variedades * Catalizador	2	9.407	4.707	0.29	0.7459NS
Error	102	1731,347	36.911	2.31	
Total	107	2014,859			

\*: Significativo

\*\* : Altamente significativo

**NS:** No Significativo

**Coefficiente de Variación=26,76%**

El coeficiente de variación (CV) es de 26.76 % indica que los datos son confiables puesto que su valor es menor al 30% porcentaje considerado como límites para trabajos de campo, al respecto Calzada (1972), señala un rango de 9- 30 % de CV como aceptable.

El Cuadro 13 muestra que existe diferencia significativas en el factor variedad un nivel de significancia del 5 %, lo cual indica que las diferencias entre el catalizador es altamente significativa debido a la incorporación de mosto de uva que es una levadura que cumple la función de iniciar la actividad celular en el mosto, Las concentraciones límite dependen del tipo de azúcar así como de la levadura responsable de la fermentación alcohólica (Kun L. 2006).

**Cuadro 13. Pruebas de Duncan para comparar el Recuento Celular en dos diferentes Variedades de Chirimoya.**

CATALIZADOR	MEDIAS	DUNCAN ( $\alpha=0.05$ )	
		A	B
MOSTO DE UVA	14.00	A	B
CON AZUCAR	14.00	A	
SIN AZUCAR	17.00		

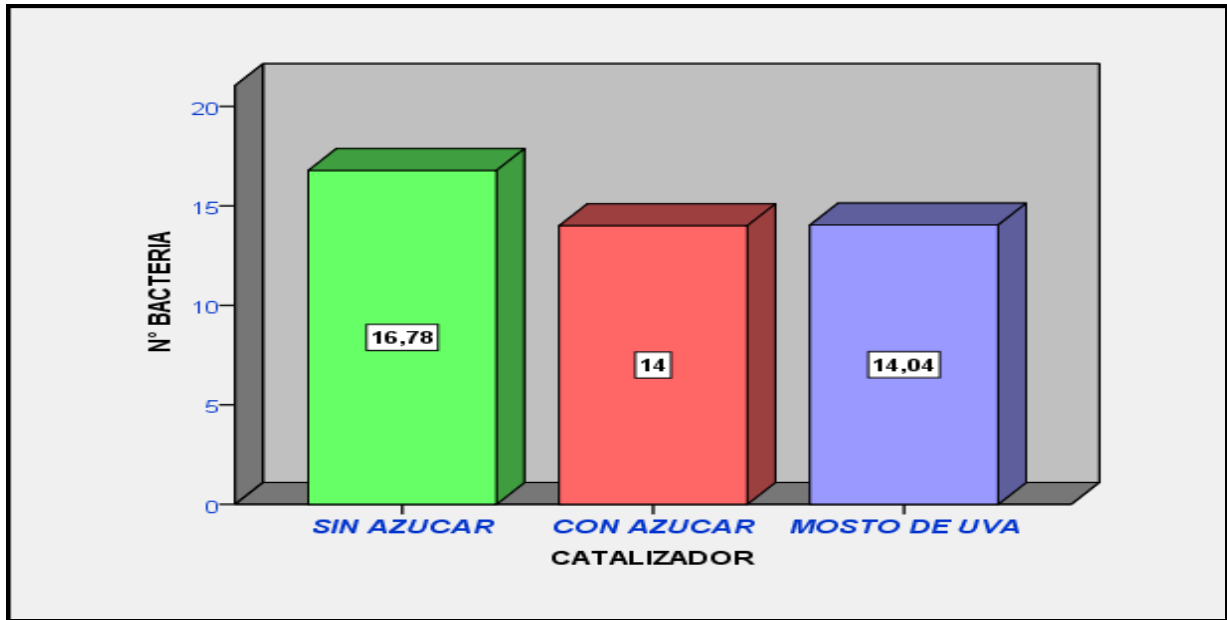
Utilizando comparación de medias (Duncan 5%), se obtuvieron dos grupos estadísticamente diferentes, el primer grupo compuesto por el catalizador mosto de uva con un número de bacterias de 14.00 y otro el azúcar que tuvo una media de 14.00 bacterias y el segundo grupo compuesto por el tratamiento sin la aplicación de azúcar (puro) con 17.00 bacterias, los tratamientos con catalizador presentaron un número de bacterias menor al tratamiento que no se aplicó catalizador y se dejó actuar un producto puro.

Las bacterias crecen en el mosto y en la parte fermentativa pueden sobrevivir los primeros estadios de la fermentación. El mosto también le proporciona un sabor, olor característico del fruto (Jorgensen, 1959).

La misma prueba señala que al tratamiento que ha actuado con los azúcares propios del fruto ha existido una mayor actividad celular. Indicando de esta manera que numerosas bacterias y hongos pueden interferir durante la fermentación y producir alteraciones perjudiciales o beneficiosas tal como señala (Carretero, 2006).

Estos resultados tienen relación con Beltran (2002), Algunas cepas de bacterias tienen eficiencias de fermentación altas sin necesidad de fijación, incluso a relativas

velocidades de movilidad, tal y como puede ser el caso de *Zymomonas mobilis*. No obstante posee una alta resistencia a sobrevivir a concentraciones elevadas de etanol, Una de las características de esta bacteria es que emplea el metabolismo de la glucosa, en lugar de la más habitual.



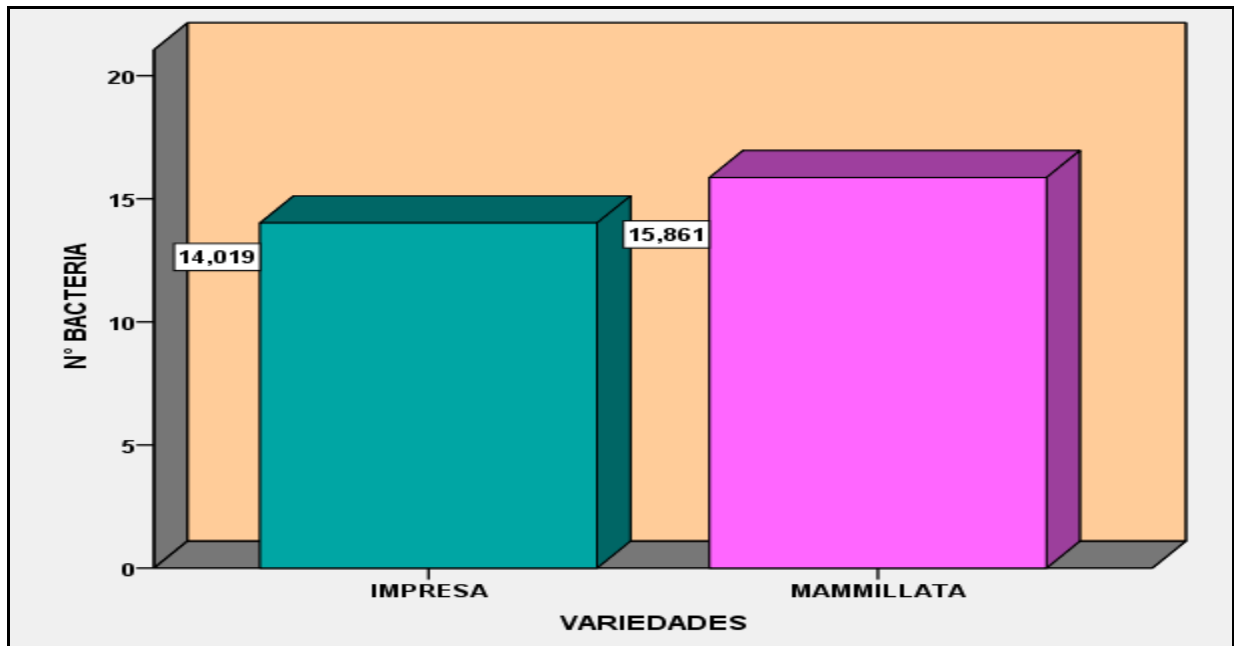
**Figura 24. Comparación del número de bacterias en el proceso de fermentación de la chirimoya.**

El recuento de levaduras disminuyó. Durante la fermentación, las levaduras asimilaron casi la totalidad de azúcares para crecer; luego durante la producción de etanol no hubo casi cambios hasta el envasado.

En el proceso de fermentación alcohólica de la chirimoya se ha registrado un mayor número de bacterias en el tratamiento sin azúcar alcanzado un promedio de 17 bacterias debido a que en el fruto existen levaduras que actúan en la descomposición del fruto que favorecen la fermentación.

Se puede mencionar que los tratamientos que fueron aplicados con catalizador presentaron una media de 14 bacterias para ambos tratamientos que no está por

debajo donde se hayan apropiado bacterias no benéficas el trabajo fue evaluado de manera correcta, el número menor bacterias no ha alterado el producto.



**Figura 25. Comparación del Numero de Bacteria en dos variedades de Chirimoya .**

El número de bacteria no es significativa en las dos variedades de chirimoya, la acción de las bacterias en la chirimoya es de mantener las propiedades físicas en el producto final, la variedad Impresa tiene un promedio de 14 bacterias a comparación de la variedad Mammillata con 15 bacterias pero esta relación no ha alterado la transformación de alcohol.

### 5.5. Temperatura del fermento

**Cuadro 14. Análisis de Varianza para la temperatura del fermento**

FV	GL.	SC.	CM.	FC	Ft (5%)
----	-----	-----	-----	----	---------

Variedades	1	12,358	12.00	5.44	0.0218*
Catalizador	2	6,389	2.925	1.33	0.2703NS
Variedades * Catalizador	2	15,526	7.000	3.17	0.0463NS
Error	97	211,319	0.948	0.43	
Total	107	245,593			

\*: Significativo

NS: No Significativo

### **Coefficiente de Variación: 7,96%**

El coeficiente de variación fue de 7.96 % por lo tanto los datos son confiables.

El cuadro 14 muestra diferencias significativas en el factor variedad a un nivel de significancia del 5% señalando que las diferencias de temperaturas en las dos variedades no presentaron igualdad.

No se encontró diferencias significativas el factor catalizador Frazier (1972), durante la fermentación se mantiene la temperatura cerca de los 24 °C ya que temperaturas demasiado altas inhiben a las levaduras y pueden favorecer el desarrollo de levaduras salvajes o de bacterias acéticas que causan el deterioro del producto.

No se encontró diferencias significativas en la interacción de los factores variedad\* catalizador, por lo tanto ambos factores no son independientes, es decir que cuando el factor variedad no cambia de nivel, la aplicación de catalizadores tampoco cambia su comportamiento.

El incremento de la temperatura del fermento varia en las dos variedades debido al ambiente en el que se preparó el producto, la temperatura ambiente son las que intervinieron en la variación de las temperaturas en la fermentación.

**Cuadro 15. Pruebas de Duncan ( $\alpha=0.05$ ) para comparar la Temperatura del Líquido del fermento en dos diferentes Variedades de Chirimoya.**

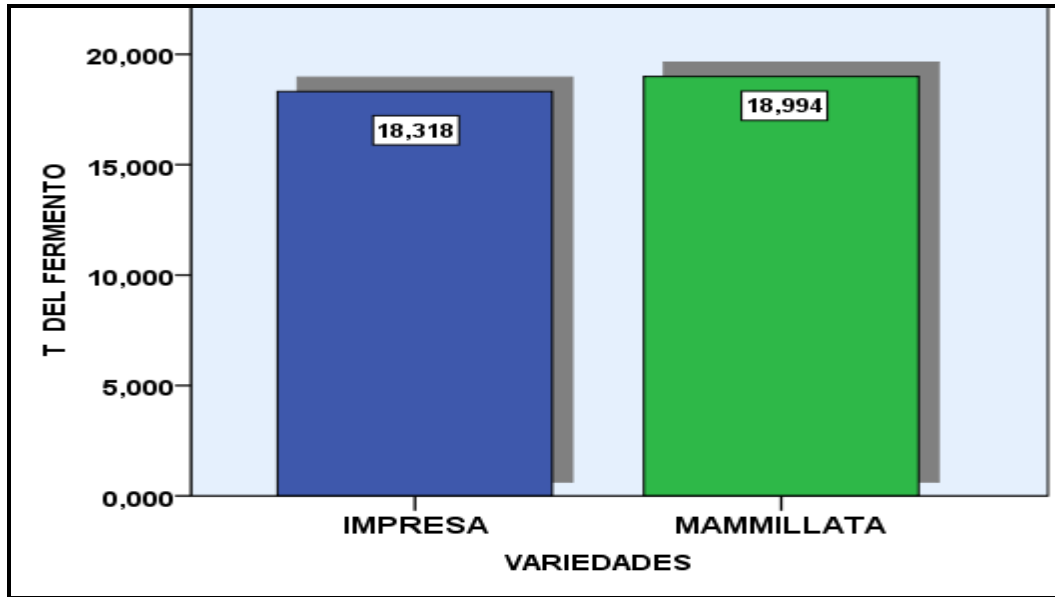
<b>CATALIZADOR</b>	<b>MEDIAS (T. Ferm.)</b>
Mosto de uva	18.33
Con azúcar	18.89
Sin azúcar	18.72

La prueba de comparación de Duncan (cuadro 15) al nivel del 5% de significancia, en la aplicación de dos tipos de catalizadores en el proceso de fermentación alcohólica no presenta diferencias estadísticas pero si presentan diferencias numéricas coincidiendo con Moreno (1990), la presencia de una temperatura demasiado baja para este proceso, o sea 15 ° C, reduce la fermentación y puede permitir el desarrollo de bacterias, moho y levaduras salvajes.

Las temperaturas que se presentaron en la fermentación alcohólica están en un rango para el tratamiento que ha sido aplicado con mosto de uva presentaron una temperatura de 18.33 ° C, al tratamiento que se aplicó azúcar con una media de temperatura en el fermento de 18.89 ° C y al tratamiento sin la aplicación de catalizadores presentó una media de 18.72 ° C. Estos datos son favorables en la elaboración de bebidas alcohólicas debido a que estas temperaturas no se presentaron ningún tipo de alteraciones en el proceso de fermentación.

Moreno (1990), menciona que la inoculación del mosto se realiza a una temperatura de 15 a 25 ° C y depende de cierto modo, de la temperatura exterior. Durante la fermentación aumenta la temperatura del mosto, a temperatura de 30 °C, el alcohol se evapora rápidamente y aumenta el desarrollo microbiano.

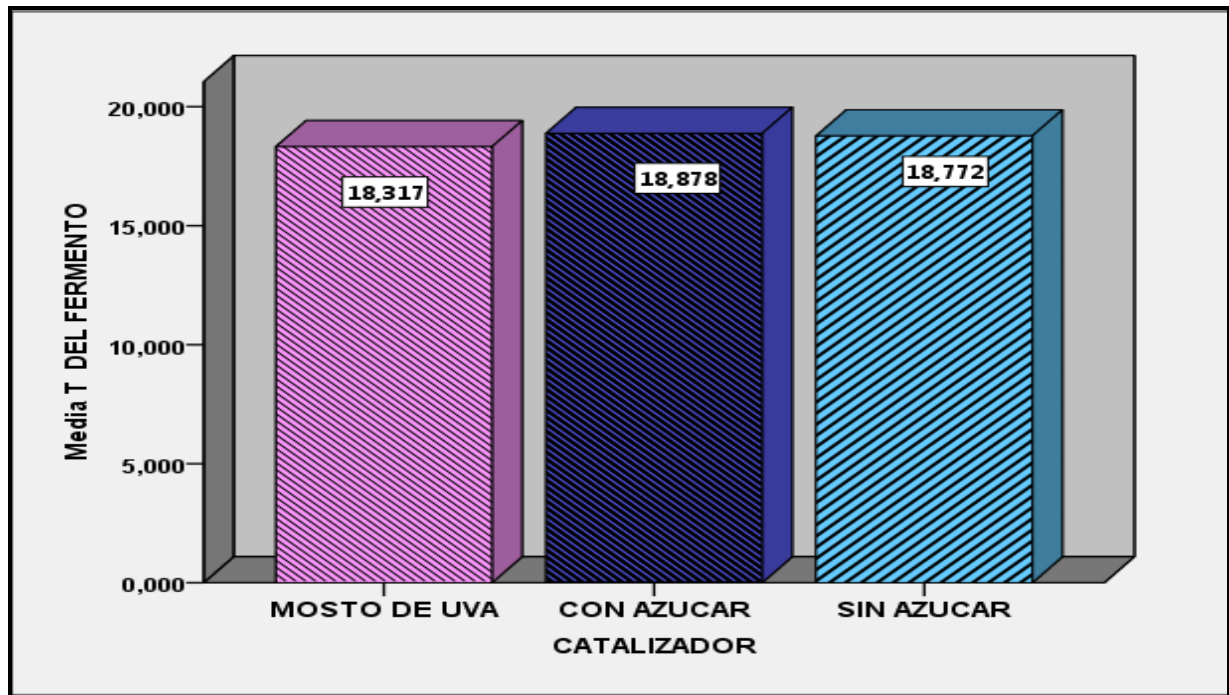




**Figura 25. Comparación de la Temperatura del fermento en dos variedades de Chirimoya**

En la figura 25 se presenta una variación en la temperatura del fermento, en la variedad Impresa la media de la temperatura en el proceso de fermentación se observaron que fueron de 18.32 °C a comparación de la variedad Mammillata que presento una media de 18.99 °C. Estas temperaturas son favorables para el desarrollo de bacterias y levaduras benéficas en el proceso de fermentación alcohólica.

Las temperaturas altas favorecen en el desarrollo de microorganismos que transforman el azúcar en alcohol, transformándolo al alcohol con características físicas del fruto, obteniendo un olor, sabor, propio a la chirimoya mencionado por (Julián, 2000).



**Figura 26. Comparación de medias de la temperatura en el fermento bajo la aplicación de catalizadores.**

De acuerdo a la gráfica podemos decir; que dentro de la aplicación de los catalizadores se tuvo temperaturas eficientemente a los tratamientos que fueron aplicados con azúcar que alcanzaron una media de 18.87°C, también presentaron una media de 18.77 °C afirmando lo mencionado por Moreno (1990), que las levaduras que existen en el mosto se desarrollan arriba de los 10°C, influenciado por la temperatura exterior y por encima de los 30 °C se evapora el alcohol.

## **5.6. Calidad del licor**

### **5.6.1. Contenido de metanol**

De acuerdo a los resultados obtenidos por el laboratorio de toxicología de alimentos los resultados, ver Anexos el contenido de metanol del licor de chirimoya está

dentro de los rangos permitidos según las normas de elaboración de singani rangos establecidos de 0-500 ml/L. el contenido de metanol es del 0.28ml/L.

#### **5.6.2. Caracteres organolépticos**

Según el laboratorio de química de alimentos el carácter del licor de chirimoya son caracteres propios en color, olor, sabor, aspecto propio a la chirimoya ver anexos.

#### **5.6.3. Grado alcohólico**

Según la norma NB 172-1977 el grado alcohólico del licor de chirimoya es del 48 % las referencias de límite mínimas 18-maximas 54%.

#### **5.6.4. Acidez Total**

Según la norma NB 040-1973 es del 1.99 mg/1000ml, rango apto para el consumo por IBNORCA.

## **6. CONCLUSIONES**

De acuerdo a los objetivos planteados y los resultados obtenidos en el trabajo de investigación, conforme a las condiciones y materiales con los que se contó en el proceso de fermentación alcohólica de la Chirimoya y la destilación se llegó a la siguiente conclusión.

♣ La influencia de la Temperatura ambiente en el proceso de fermentación alcohólica de la chirimoya en los 6 tratamientos planteados, la temperatura es un factor que influye en la fermentación alcanzando temperaturas optimas de 17, 91°C en las dos variedades.

♣ La concentración de solidos solubles que se registraron en el momento de la fermentación alcohólica de chirimoya, para cada tratamiento En cuanto a la concentración de solidos solubles (°brix), el mejor tratamiento son las variedades que no fueron sometidas a ningún tipo de catalizador “sin azúcar” de 17,5(°brix); alcanzando mejores resultados tanto numéricas y eficientes en la aplicación del catalizador “Azúcar” con 15,1(°brix), superior al tratamiento que fue sometido al catalizador “mosto de uva” con 14.5 (°brix).

♣ En relación al pH en los tratamientos no se presentaron diferencias estadísticas pero si numéricas el tratamiento con la aplicación del catalizador mosto de uva con una media estadística de 4.05, el tratamiento con azúcar con 4.08, el tratamiento sin la aplicación de azúcar con un pH de 4.09, favorables en la fermentación.

♣ En cuanto a la variable recuento de bacterias el grupo que presenta mayor número de bacterias es el tratamiento de sin la aplicación de azúcar de 17 bacterias, se encuentra similitudes estadísticas en los tratamientos que fueron aplicados con los catalizadores azúcar, mosto de uva.

♣ En comparación con las dos variedades el número de células en las dos variedades mammillata es de 16 bacterias observando mayor actividad microbiana superior a la variedad impresa 14 bacterias.

♣ Para la variable temperatura del fermento se ha observado que existe similitudes estadísticas pero diferencia numéricas encontrando con 18.88 °C, con la aplicación de azúcar 18.77°C, 18.34°C con mosto de uva encontrando temperaturas favorables con la aplicación de los catalizadores.

♣ La temperatura del fermento en las dos variedades impresa y mammillata encontrando temperatura superior de 19 °C, en comparación a la variedad impresa de 18 °C, temperaturas favorables en las dos variedades.

♣ En el análisis de laboratorio realizado en los laboratorios de toxicología de INLASA, los resultados de contenido de metanol es del 0.28ml/L, en Bolivia no existe una norma establecida para este tipo de análisis sea realizado mediante normas establecidas por IBNORCA, bajo normas argentinas en las que nos basamos y realizó el análisis en base a la norma IB-324010. El análisis del contenido de metanol esta entre los parámetros establecidos de 0 a 500ml/L. Obteniendo un resultado de 0.28ml/L IBNORCA.

♣ La evaluación organoléptica se obtuvieron resultados de sabor, olor, color característicos a las de la chirimoya según el laboratorio de química de alimentos INLASA.

♣ El grado alcohólico obtenido es de 48 % en el licor de chirimoya, permitido por IBNORCA evaluado por el método NB 172-1977 rango establecido de 18-54%.

♣ El licor de chirimoya tiene acidez total de 1.99 mg/100ml. Que está dentro de los rangos establecidos por IBNORCA.

## **7. RECOMENDACIONES**

♣ Desde un punto de vista técnico se recomienda realizar el uso de los catalizadores azúcar y mosto de uva que cumplen la misma función de iniciar la actividad microbiana en el proceso de fermentación del licor de chirimoya.

- ♣ Se recomienda realizar este tipo de trabajos, con el fin de aprovechar todo producto y darle un costo económico a los frutos que no tienen valor alguno y darle un valor agregado.
  
- ♣ Se recomienda sacar permiso de SENASAG, y aportar de materiales a los sectores de producción frutícola y apoyo económico para el desarrollo de estos sectores.
  
- ♣ Se recomienda realizar normas de elaboración de licor de Chirimoya debido a que no existe normas Bolivianas respecto a la elaboración de licores de frutas conjuntamente con el sector en base a proyectos.
  
- ♣ Repetir la experiencia del presente trabajo de investigación, con el fin de validar los resultados obtenidos, con el ensayo ya sea de aplicación de catalizadores o activadores celulares o en comparación con otros productos que se planteen estrategias de innovación a los sectores frutícolas.

## **8. BIBLIOGRAFIA**

- ♣ **AMPUERO, F. (2000)**, Tesis elaboración de vinos de dos variedades de UVA UMSS. (Fecha de consulta 9 de noviembre 2010).

♣ **BELTRAN (2002).** Analysis of yeast populations during alcoholic fermentation: a six year follow-up study.", G, MJ Torija, M Novo, N Ferrer, M Poblet, JM Guillamon, N Rozes y A Mas. *Systematic and Applied Microbiology*, 25: 287-293,

♣ **BOBADILLA A., M (2000); ZAVALETA E., G.; GIL F. F.; POLLACK V., L.;** [Fecha de consulta: 11 de enero 2010] Disponible en: [http://www.fao.org/docrep/X2450S/x2450s09.htm#el\\_fomento\\_del\\_cultivo\\_de\\_la\\_chirimoya\\_en\\_América\\_Latina](http://www.fao.org/docrep/X2450S/x2450s09.htm#el_fomento_del_cultivo_de_la_chirimoya_en_Am%C3%A9rica_Latina).

♣ **BRIDG, H. 2000.** Micropropagation and Determination of the in vitro Stability of *Annona cherimola* Mill. and *Annona muricata* L. Tesis Ph. D. Landwirtschaftlich-Gärtnerischen Fakultät der Humboldt-Universität zu Berlin [Version HTML] [Fecha de consulta: 7 Noviembre 2008] Disponible en: <http://edoc.hu-berlin.de/dissertationen/bridg-hannia-2000-03-24/HTML/bridg.html>

♣ **CAMPBELL, C.W.; PHILLIPS, R. L. 1994.** La atemoya. Trad. Rubén Regalado y C. F. Bale. Florida, EEUU. Departamento de Ciencias Hortícolas, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida. 4 p. [Fecha de consulta: 7 Noviembre 2008] Disponible en: [http://miami-dade.ifas.ufl.edu/pdfs/tropical\\_fruit/La%20Atemoya1.pdf](http://miami-dade.ifas.ufl.edu/pdfs/tropical_fruit/La%20Atemoya1.pdf)

♣ **CARRETERO (2006).** INNOVACIÓN TECNOLÓGICA EN LA INDUSTRIA DE BEBIDAS pag. 83 Procesos de fabricación de bebidas alcohólicas

♣ **CASTRO R., J. J. 2007.** Cultivo de la anona (*Annona cherimola* Mill.). San José, Costa Rica. Ministerio de Agricultura y Ganadería. 75 p.



- ♣ **CERVANTES, G. A. (1968).** El Chirimoyo. Publicación de capacitación agraria. N° 31 Madrid. P. 42.
  
- ♣ **CORDOVA, V. J. (1961).** La Chirimoya. Agricultura Tropical. Colombia. 17(II): 647 -664.
  
- ♣ **CHERLA. 2007.** D1 Selección de los caracteres más informativos. Promotion of sustainable cherimoya production systems in Latin America through the characterization, conservation and use of local germplasm diversity. Sixth framework programme. 7 p. [Fecha de consulta: 10 Noviembre 2010] Disponible en: <http://www.cherla.com/documentos-publicaciones>. El proyecto CHERLA. [página web] [Fecha de consulta: 10 Noviembre 2010] Disponible en: [http://www.cherla.com/el-proyecto\\_es.shtml](http://www.cherla.com/el-proyecto_es.shtml).
  
- ♣ **CHANDLER, H. (1957).** The Growing Fruit. Deciduous Orchard. Philadelphia. Lea and Febiger. Pp. 96 – 121.
  
- ♣ **CRUZ (2001).** Proceso biotecnológico del Alcohol, edit. Wulf Crueger pag. 17.
  
- ♣ **DE LA ROCHA G., G. 1966.** Cultivo de la chirimoya y resultados experimentales alcanzados. México D.F., México. Centro Regional de Ayuda Técnica, Agencia para el Desarrollo Internacional (A. I. D.) – Departamento de Fruticultura y Horticultura de la Estación Experimental Agrícola de “La Molina”, Ministerio de Agricultura del Perú. 25 p.

♣ **FRAZIER L, (1972).** Microbiología de alimentos editoriales Acribia, España, pp 35.

♣ **GARCIA R. GALAN V., HERNANDEZ P., 2000** DEPARTAMENTO DE FRUTICULTURA TROPICAL [Fecha de consulta: 3 de Noviembre 2010] Disponible en: secretaria general técnica Santa Cruz. Instituto Canario de Investigaciones Agradas. ICIA, Pp 8,9 ,10.

♣ **GARDIABAL, F. Y ROSENBERG, G. (1987).** Cultivo del Chirimoyo. Univ. Cataolica Valparaiso, Facultad de Agronomía, Quillota, Chile. P. 110.

♣ **GOBIERNO MUNICIPAL CAIROMA PDM – Cairoma 2004,** ubicación del sector frutícola Provincia Loayza (consulta: 24 de julio 2010) alcaldia de cairoma.

♣ **GONZALES T., M. E. 2004.** Las anonáceas: fuente de fármacos con efectos en el sistema nervioso central. En: Memoria del XLVII Congreso Nacional de Ciencias Fisiológicas, 1 – 4 Agosto de 2004. 198 p. (Nº 47, 1994, Veracruz, México). Sociedad Mexicana de Ciencias Fisiológicas, A. C. – Universidad Veracruzana, Instituto de Neuroetología. p. 87 [Fecha de consulta: 28 Junio 2009] Disponible en: [www.smcf.org.mx/publicacion/memorias2004.pdf](http://www.smcf.org.mx/publicacion/memorias2004.pdf)

♣ **GUIRADO S., E.; HERMOSO G., J. M.; PÉREZ DE OTEYZA, M. A.; FARRÉ M., J. M. 2004.** Introducción al cultivo de chirimoyo. Granada, España. Caja Rural de Granada, Estación Experimental "La Nacla". 83 p.

♣ **GUIRADO S. E. (2004).**El cultivo de la chirimoya. Granada, España, estación experimental "La Nacia". 83 p.

- ♣ **GUERRA M. (2003).** Aspectos Físicos Naturales del Municipio de Cairoma pp. 55-56.
  
- ♣ **HARDEN, A. (1914),** Alcoholic Fermentation", Ed. Longmans, Green and co.pag, 27 -28.
  
- ♣ **IBAR, L. (1979).** Cultivo de aguacate, chirimoyo, mango papaya. Barcelona, Aedos. Pp. 121 -144.
  
- ♣ **ILLESCAS, J. L.; BACHO, O.; FERRER, S. 2007.** Análisis de los principales frutos tropicales comercializados. Departamento de Seguimiento de Precios y Mercados. Empresa Nacional Mercasa. Distribución y Consumo. Sep-Oct. (España) 2007:47-50. [Fecha de consulta: 7 Noviembre 2008] Disponible en: [http://www.mercasa.es/nueva/revista/pdf95/frutos\\_tropicales.pdf](http://www.mercasa.es/nueva/revista/pdf95/frutos_tropicales.pdf)
  
- ♣ **INGENIERIA AGRICOLA, 2008** Manejo básico de la Chirmoya disponible: Ingeniería Agrícola <http://www.ingenieriaagricola.cl>.
  
- ♣ **ITDG. (1997).** Programa de Sistemas de producción y acceso a mercados. Curso Técnico N 56-14.Néctares y mermeladas.
- ♣ **JORGENSEN (1959).** Microbiología de las fermentaciones industriales. Editorial Acribia. España, pp. 17.
  
- ♣ **JULIAN (2000).** Composición Física del Fruto de Chirimoya P. 23 -56 [Fecha de consulta: 11 de Mayo de 2010] Disponible en [www.annona.org/articles/volume\\_15/volume.pdf?PHPSESSID=94f6191d9e710d3d138a0afc110f3de3](http://www.annona.org/articles/volume_15/volume.pdf?PHPSESSID=94f6191d9e710d3d138a0afc110f3de3).

♣ **KUN L. (2006)**; Microbial Biotechnology: Principles And Applications", World Scientific; ISBN 981-256-676-7; Capítulo 8.

♣ **LARA C, (2007)**. Evaluación Fisicoquímica y Bromatológica de la Guayaba agria (*psidium araca*) en dos estados de maduración pag 16.<http://www.Bromat/Guayaba/x56.htm>.

♣ **MACIA (2002)**. Importancia Economica del Chirimoyo Annona cherimola Mill. En Bolivia P. 67 -89. [Fecha de consulta: 12 mayo 2010] Disponible en [www.Macia.org/articles/volume\\_15/volume.pdf?PHPSESSID=94f6191d9e710d3d138a0afc110f3de3](http://www.Macia.org/articles/volume_15/volume.pdf?PHPSESSID=94f6191d9e710d3d138a0afc110f3de3).

♣ **MORALES A., A. R.; CUEVA C., B.; AQUINO V., P. S. 2004**. Diversidad genética y distribución geográfica de la Chirimoya Annona cherimola Mill. en el Sur de Ecuador. Lyonia (U.S.A.) 7(2): 159-170. [Fecha de consulta: 12 Abril 2007] Disponible en [www.lyonia.org/articles/volume\\_15/volume.pdf?PHPSESSID=94f6191d9e710d3d138a0afc110f3de3](http://www.lyonia.org/articles/volume_15/volume.pdf?PHPSESSID=94f6191d9e710d3d138a0afc110f3de3).

♣ **MORENO E. (1990)**. Microbiología de la Bebida función del pH pp. 26 – 35.

♣ **MONTES (1975)**. Tipos de fermentación Bacterianas P. 25- 23 [Fecha de consulta: 29 Marzo 2010] Disponible en: [http://www.fao.org/docrep/X2450S/x2450s09.htm#fermentacion\\_bacteriana](http://www.fao.org/docrep/X2450S/x2450s09.htm#fermentacion_bacteriana).

♣ **OMS Documentos técnicos (1980)**. Organización Mundial de la Salud normas para la elaboración de licores.

- ♣ **OWENS, C. 2003.** Genetic Diversity of *Annona cherimola* Mill in South Central Bolivia. Tesis M. Sc. in forestry. Michigan Technological University, EEUU. [Fecha de consulta: 24 Junio 2009] Disponible en: <http://forest.mtu.edu/pcforestry/people/1999/owensKristina.pdf>
  
- ♣ **PEYNAUD, E. 1984, E 2da ED., 1984.** neología practica de vino pp 125-12.
  
- ♣ **REYNOSO. (2004),** Clasificación de Bebidas Alcohólicas pp. 2-3 Disponible: [www. Bebidas Alcohólicas%20teoria%2004.pdf](http://www.BebidasAlcoholicas.com/teoria/2004.pdf)(Fecha de consulta:24 de Noviembre 2010).
  
- ♣ **PAVEZ, L. M. (1985).** Respuesta a la polinización artificial y determinación de cambios físicos y químicos del fruto de Chirimoya en distintos cultivares en la zona de la Cruz. Tesis Ing. Agrónomo. Fac de Agronomía. Univ. Católica de Valparaíso. P. 110.
  
- ♣ **PINTO, A. C. de Q. 2005a.** Origin and Distribution. Chapter 3. En: *Annona species*. Monografía. Southampton, UK. International Centre for Underutilised Crops, University of Southampton. pp. 17-20. [Fecha de consulta: 24 Noviembre 2010] Disponible en: [www.icuc iwmi.org/files/R7187\\_\\_Annona%20monograph%202005.pdf](http://www.icuc.iwmi.org/files/R7187__Annona%20monograph%202005.pdf)
  
- ♣ **PROINPA. 2006.** Trabajando para mejorar la producción y comercialización de nuestros productos. PROINPA presenta el Proyecto CHERLA [página web] [Fecha de consulta: 8 noviembre 2010 Disponible en:<http://www.proinpa.org/noticias>.
  
- ♣ **POPENOE, W. (1934).** Manual of tropical and subtropical fruits. New York, Mac Millan. Pp. 161 -195.

♣ **RAMIREZ (2008).** Distillation de bebidas P. 1 -5 [Fecha de consulta: 29 Marzo 2010] Disponible en: [http://www.fao.org/docrep/X2450S/x2450s09.htm#\\_destilaci3n\\_de\\_licores](http://www.fao.org/docrep/X2450S/x2450s09.htm#_destilaci3n_de_licores).

♣ **RUPPRECHT, J. K.; HUI Y. H.; MC LAUGHLIN, J. L. 1990.** Annonaceous Acetogenins: A Review.” Journal of anti-feed ant Natural Products, 53 (2) : 237-278. Citado por: CORDEIRO, M.C.R. Y PINTO, A.C. DE Q. 2005. Properties. Chapter 6. pp. 33-38. En: Annona species. Monografía. Southampton, UK. International Centre for Underutilised Crops, University of Southampton. [Fecha de consulta: 24 Noviembre 2006] Disponible en: [www.icuc-iwmi.org/files/R7187\\_-\\_Annona%20monograph%202005.pdf](http://www.icuc-iwmi.org/files/R7187_-_Annona%20monograph%202005.pdf).

♣ **SPECTATOR A. (2004).** «Apuntes sobre Grapas, Piscos y Singanis», Viñas, Bodegas & Vinos de América del Sur. Ediciones Granica S.A.. ISBN 987-20914-1-2.

♣ **SERESPAIN (2001).** Variedades de Annona cultiva el 90%p. 35: 45-46.

♣ **SCHROEDER, C.A. (1961).** Hand pollination studies on the cheroya. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 43: 39 – 41.

♣ **SISNIEGAS G., M. 2003.** Efecto bioinsecticida del extracto etan3lico de las semillas de Annona cherimola Mill. “chirimoya”, A. muricata L. “guanábana” y Cucurbita maxima L. estadio y pupas de Anopheles sp. pág. 63. En: I Congreso Internacional de Científicos Peruanos. Actas de Evento. Lima, 2-5 de enero de 2003. [Fecha de consulta: 28 Junio 2009] Disponible en: [http://www.geocities.com/zosimohuaman/Resumenes\\_I\\_CICP\\_MA\\_2003.pdf](http://www.geocities.com/zosimohuaman/Resumenes_I_CICP_MA_2003.pdf)

♣ **SANJINES R. (2003).** Valoración Turística de la Cordillera Quimsa Cruz y otros atractivos del Municipio de Cairoma pp.49-50.

♣ **TOLL, T. (1964).** El cultivo de la Chirimoya en Tucumán y sus posibilidades. Est. Exp. Tucumán. Circular N° 173 P.

♣ **VAN DAMME, P.; SCHELDEMAN, X. (1999).** El fomento del cultivo de la chirimoya en América Latina. En: Los Productos Forestales no Madereros y la Generación de Ingresos. Revista internacional de silvicultura e industrias forestales. FAO - Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. 50(198). [Fecha de consulta: 29 Marzo 2006] Disponible en: [http://www.fao.org/docrep/X2450S/x2450s09.htm#el\\_fomento\\_del\\_cultivo\\_de\\_la\\_chirimoya\\_en\\_América\\_Latina](http://www.fao.org/docrep/X2450S/x2450s09.htm#el_fomento_del_cultivo_de_la_chirimoya_en_América_Latina).

## Anexo N° 1 Registros de la variedad Impresa

REP	VARIETADES	CATALIZADOR	T AMBIENTE	°BRIX	PH	T DEL FERME	N° BACTERIA	
1	1	1	17,5	18,0	4,38	22	18	IMPRESA CON CASCARA*mosto de uva
2	1	1	18,0	17,8	4,43	21	18	IMPRESA CON CASCARA*mosto de uva
3	1	1	18,5	17,2	4,33	19	17	IMPRESA CON CASCARA*mosto de uva
4	1	1	19,0	17,0	4,20	19	17	IMPRESA CON CASCARA*mosto de uva
5	1	1	18,5	16,6	3,80	16	16	IMPRESA CON CASCARA*mosto de uva
6	1	1	19,0	16,0	4,00	17	16	IMPRESA CON CASCARA*mosto de uva
1	1	1	18,5	15,8	4,00	18	15	IMPRESA CON CASCARA*mosto de uva
2	1	1	18,5	15,6	4,03	15	15	IMPRESA CON CASCARA*mosto de uva
3	1	1	17,5	15,2	4,00	17	14	IMPRESA CON CASCARA*mosto de uva
4	1	1	19,0	15,0	3,98	19	14	IMPRESA CON CASCARA*mosto de uva
5	1	1	20,0	14,8	4,00	18	13	IMPRESA CON CASCARA*mosto de uva
6	1	1	19,0	14,0	4,00	18	12	IMPRESA CON CASCARA*mosto de uva
1	1	1	18,5	13,6	4,03	17	11	IMPRESA CON CASCARA*mosto de uva
2	1	1	19,1	13,4	3,98	17	10	IMPRESA CON CASCARA*mosto de uva
3	1	1	16,0	13,0	4,00	17	9	IMPRESA CON CASCARA*mosto de uva
4	1	1	16,8	12,8	4,03	17	8	IMPRESA CON CASCARA*mosto de uva
5	1	1	12,5	12,6	4,03	18	7	IMPRESA CON CASCARA*mosto de uva
6	1	1	16,5	12,0	4,00	16	6	IMPRESA CON CASCARA*mosto de uva
1	1	2	17,5	20,0	4,00	18	19	IMPRESA CCON CASCARA/con Azucar
2	1	2	18,0	19,8	4,00	18	19	IMPRESA CCON CASCARA/con Azucar
3	1	2	18,5	19,0	4,00	18	18	IMPRESA CCON CASCARA/con Azucar
4	1	2	19,0	18,6	4,00	19	8	IMPRESA CCON CASCARA/con Azucar
5	1	2	18,5	18,4	4,00	18	17	IMPRESA CCON CASCARA/con Azucar
6	1	2	19,0	17,0	4,00	19	17	IMPRESA CCON CASCARA/con Azucar
1	1	2	18,5	17,0	3,98	18	16	IMPRESA CCON CASCARA/con Azucar
2	1	2	18,5	16,0	4,00	18	16	IMPRESA CCON CASCARA/con Azucar
3	1	2	17,5	15,0	4,00	20	15	IMPRESA CCON CASCARA/con Azucar
4	1	2	19,0	14,0	3,90	17	14	IMPRESA CCON CASCARA/con Azucar
5	1	2	20,0	13,0	4,00	19	13	IMPRESA CCON CASCARA/con Azucar
6	1	2	19,0	12,0	4,00	18	13	IMPRESA CCON CASCARA/con Azucar
1	1	2	18,5	12,0	4,00	19	12	IMPRESA CCON CASCARA/con Azucar
2	1	2	19,1	11,2	4,00	20	11	IMPRESA CCON CASCARA/con Azucar
3	1	2	16,0	10,0	4,63	18	10	IMPRESA CCON CASCARA/con Azucar
4	1	2	16,8	9,8	4,43	18	9	IMPRESA CCON CASCARA/con Azucar
5	1	2	12,5	9,2	4,25	16	8	IMPRESA CCON CASCARA/con Azucar
6	1	2	16,5	9,0	4,20	17	7	IMPRESA CCON CASCARA/con Azucar
1	1	3	17,5	25,0	3,80	19	24	IMPRESA con CASCARA /SIN AZUCAR
2	1	3	18,0	24,0	4,00	21	23	IMPRESA con CASCARA /SIN AZUCAR
3	1	3	18,5	23,0	4,00	20	22	IMPRESA con CASCARA /SIN AZUCAR
4	1	3	19,0	22,0	4,03	15	21	IMPRESA con CASCARA /SIN AZUCAR
5	1	3	18,5	22,6	4,00	19	20	IMPRESA con CASCARA /SIN AZUCAR
6	1	3	19,0	21,4	3,93	21	19	IMPRESA con CASCARA /SIN AZUCAR
1	1	3	18,5	20,8	4,08	19	18	IMPRESA con CASCARA /SIN AZUCAR
2	1	3	18,5	19,0	4,15	17	17	IMPRESA con CASCARA /SIN AZUCAR
3	1	3	17,5	18,0	4,03	20	16	IMPRESA con CASCARA /SIN AZUCAR
4	1	3	19,0	17,0	3,98	18	15	IMPRESA con CASCARA /SIN AZUCAR
5	1	3	20,0	16,2	4,00	20	14	IMPRESA con CASCARA /SIN AZUCAR
6	1	3	19,0	15,0	4,03	18	13	IMPRESA con CASCARA /SIN AZUCAR
1	1	3	18,5	14,4	4,13	19	12	IMPRESA con CASCARA /SIN AZUCAR
2	1	3	19,1	13,0	4,08	19	11	IMPRESA con CASCARA /SIN AZUCAR
3	1	3	16,0	12,0	4,00	17	10	IMPRESA con CASCARA /SIN AZUCAR
4	1	3	16,8	11,0	4,03	18	8	IMPRESA con CASCARA /SIN AZUCAR
5	1	3	12,5	10,0	4,05	19	9	IMPRESA con CASCARA /SIN AZUCAR
6	1	3	16,5	9,0	3,95	21	7	IMPRESA con CASCARA /SIN AZUCAR



## Anexo N° 2. Registro de la variedad Mammillata

REP	VARIETADES	CATALIZADOR	T AMBIENTE	*BRIX	PH	T DEL FERME	N° BACTERIA	
1	2	1	17,5	19,0	4,25	21	20	MAMMILLATA sin CASCARA/mosto de uva
2	2	1	18,0	18,8	4,55	20	20	MAMMILLATA sin CASCARA/mosto de uva
3	2	1	18,5	18,0	4,10	16	19	MAMMILLATA sin CASCARA/mosto de uva
4	2	1	19,0	17,4	3,98	18	19	MAMMILLATA sin CASCARA/mosto de uva
5	2	1	18,5	17,2	4,00	20	18	MAMMILLATA sin CASCARA/mosto de uva
6	2	1	19,0	16,4	4,00	21	18	MAMMILLATA sin CASCARA/mosto de uva
1	2	1	18,5	16,0	4,00	20	17	MAMMILLATA sin CASCARA/mosto de uva
2	2	1	18,5	15,2	3,88	20	16	MAMMILLATA sin CASCARA/mosto de uva
3	2	1	17,5	14,0	3,93	19	16	MAMMILLATA sin CASCARA/mosto de uva
4	2	1	19,0	13,6	4,00	18	15	MAMMILLATA sin CASCARA/mosto de uva
5	2	1	20,0	13,0	4,03	19	15	MAMMILLATA sin CASCARA/mosto de uva
6	2	1	19,0	12,0	4,00	20	14	MAMMILLATA sin CASCARA/mosto de uva
1	2	1	18,5	11,0	4,00	16	13	MAMMILLATA sin CASCARA/mosto de uva
2	2	1	19,1	10,8	4,03	16	12	MAMMILLATA sin CASCARA/mosto de uva
3	2	1	16,0	10,6	4,03	19	11	MAMMILLATA sin CASCARA/mosto de uva
4	2	1	16,8	10,0	4,00	18	10	MAMMILLATA sin CASCARA/mosto de uva
5	2	1	12,5	9,4	4,03	20	9	MAMMILLATA sin CASCARA/mosto de uva
6	2	1	16,5	8,0	4,00	18	8	MAMMILLATA sin CASCARA/mosto de uva
1	2	2	17,5	21,0	4,05	19	20	MAMMILLATA sinCASCARA/con azucar
2	2	2	18,0	20,0	4,00	18	20	MAMMILLATA sinCASCARA/con azucar
3	2	2	18,5	19,8	4,03	20	19	MAMMILLATA sinCASCARA/con azucar
4	2	2	19,0	19,2	4,05	19	19	MAMMILLATA sinCASCARA/con azucar
5	2	2	18,5	19,0	4,08	19	18	MAMMILLATA sinCASCARA/con azucar
6	2	2	19,0	18,6	4,00	18	17	MAMMILLATA sinCASCARA/con azucar
1	2	2	18,5	18,0	4,03	20	16	MAMMILLATA sinCASCARA/con azucar
2	2	2	18,5	17,0	4,03	20	16	MAMMILLATA sinCASCARA/con azucar
3	2	2	17,5	17,0	4,00	20	15	MAMMILLATA sinCASCARA/con azucar
4	2	2	19,0	16,0	4,00	17	14	MAMMILLATA sinCASCARA/con azucar
5	2	2	20,0	15,0	3,95	20	14	MAMMILLATA sinCASCARA/con azucar
6	2	2	19,0	14,0	3,98	21	13	MAMMILLATA sinCASCARA/con azucar
1	2	2	18,5	13,2	4,00	20	12	MAMMILLATA sinCASCARA/con azucar
2	2	2	19,1	12,8	3,95	20	11	MAMMILLATA sinCASCARA/con azucar
3	2	2	16,0	12,0	4,50	22	10	MAMMILLATA sinCASCARA/con azucar
4	2	2	16,8	11,0	4,35	21	10	MAMMILLATA sinCASCARA/con azucar
5	2	2	12,5	10,0	4,25	19	9	MAMMILLATA sinCASCARA/con azucar
6	2	2	16,5	9,8	4,55	19	9	MAMMILLATA sinCASCARA/con azucar
1	2	3	17,5	26,0	4,13	16	25	MAMMILLATA SIN CASCARA /SIN AZUCAR
2	2	3	18,0	25,0	4,03	17	24	MAMMILLATA SIN CASCARA /SIN AZUCAR
3	2	3	18,5	24,0	4,28	18	23	MAMMILLATA SIN CASCARA /SIN AZUCAR
4	2	3	19,0	23,0	4,43	20	22	MAMMILLATA SIN CASCARA /SIN AZUCAR
5	2	3	18,5	22,0	4,33	20	21	MAMMILLATA SIN CASCARA /SIN AZUCAR
6	2	3	19,0	21,0	4,20	20	20	MAMMILLATA SIN CASCARA /SIN AZUCAR
1	2	3	18,5	20,0	3,80	20	19	MAMMILLATA SIN CASCARA /SIN AZUCAR
2	2	3	18,5	19,0	4,10	19	18	MAMMILLATA SIN CASCARA /SIN AZUCAR
3	2	3	17,5	18,0	4,43	18	18	MAMMILLATA SIN CASCARA /SIN AZUCAR
4	2	3	19,0	17,0	4,30	19	17	MAMMILLATA SIN CASCARA /SIN AZUCAR
5	2	3	20,0	16,0	4,25	20	17	MAMMILLATA SIN CASCARA /SIN AZUCAR
6	2	3	19,0	15,0	4,05	16	16	MAMMILLATA SIN CASCARA /SIN AZUCAR
1	2	3	18,5	14,0	3,88	17	16	MAMMILLATA SIN CASCARA /SIN AZUCAR
2	2	3	19,1	13,0	4,30	18	15	MAMMILLATA SIN CASCARA /SIN AZUCAR
3	2	3	16,0	12,0	4,43	21	15	MAMMILLATA SIN CASCARA /SIN AZUCAR
4	2	3	16,8	11,0	4,33	18	14	MAMMILLATA SIN CASCARA /SIN AZUCAR
5	2	3	12,5	10,0	4,20	17	13	MAMMILLATA SIN CASCARA /SIN AZUCAR
6	2	3	16,5	9,0	3,80	20	12	MAMMILLATA SIN CASCARA /SIN AZUCAR



**Anexo de figura N° 3. Encajonado de Chirimoya**



**Anexo de figura N° 4 pesado de las chirimoyas**



**Anexo de figura N° 5 materiales usados en la evaluación del proceso de fermentación**



**Anexo de figura N° 6 preparación del producto**



**Anexo de figura N° 7 cernido del mosto de chirimoya**



**Anexo de figura N° 8 ollas de destilación "Falca".**

**Anexo de figura N° 9 destilación del licor de chirimoya**



**Anexo de figura N° 10 medición del grado alcohólico del licor de chirimoya**





**Anexo de figura N° 11 licor de chirimoya**



**Anexo de figura N° 12 segunda destilación de licor de chirimoya**



**Anexo de figura N° 13 segunda destilación de licor de chirimoya**



**Anexo de figura N° 14 envasando el licor de chirimoya**