

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA**

**FACULTAD DE CIENCIAS BÁSICAS**

**CARRERA DE MICROBIOLOGIA AGRICOLA Y VETERINARIA**



**ESTUDIO DEL ANALISIS FISICOQUIMICO Y PROXIMAL DE UCHUVA (*Physalis peruviana*) DESHIDRATADA POR ACCION DE LA LEVADURA *Candida guilliermondii*.**

MARÍA FERNANDA ARBELAEZ RUÍZ

DAVID ALBERTO FORERO ROBAYO

**TRABAJO DE GRADO**

Presentado como requisito parcial

Para optar al título de

**MICROBIÓLOGO AGRICOLA Y VETERINARIO**

Bogotá D. C.

Julio de 2010

**ANALISIS FISICOQUIMICO Y PROXIMAL DE UCHUVA (*Physalis peruviana*)  
DESHIDRATADA POR ACCION DE LA LEVADURA *Candida guilliermondii*.**

MARÍA FERNANDA ARBELAEZ RUÍZ

DAVID ALBERTO FORERO ROBAYO

**APROBADO**

---

YENNY MARITZA DUEÑAS GÓMEZ

*Químico de Alimento, MSc.*

**DIRECTOR**

---

MARTHA LUCIA BORRERO

Nutricionista Dietista

**JURADO**

**ANALISIS FISICOQUIMICO Y PROXIMAL DE UCHUVA (*Physalis peruviana*)  
DESHIDRATADA POR ACCION DE LA LEVADURA *Candida guilliermondii*.**

MARÍA FERNANDA ARBELAEZ RUÍZ

DAVID ALBERTO FORERO ROBAYO

**APROBADO**

---

INGRID SCHULER GARCIA

**Decana Académica**

**Facultad de Ciencias**

---

JANETH ARIAS PALACIOS

**Director de Carrera Microbiología**

**Facultad de Ciencias**

“La universidad no se hace responsable por los conceptos emitidos por sus alumnos en sus trabajos de tesis. Solo velará porque no se publique nada contrario al dogma y a la moral católica y porque las tesis no contengan ataques personales contrario persona alguna, antes bien se vea en ellas el anhelo de buscar la verdad y la justicia”.

(Artículo 23 de la Resolución N°13 de Julio de 1946 )

## DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios en primer lugar quien es el que nos da la vida, fortaleza y sabiduría para salir adelante cada día.

A mis padres Nelly Ruíz y Rafael Arbeláez quienes son mi motor y los que han dedicado su vida por mí. A mi abuelita quien comparte cada instante a nuestro lado.

A David Forero con quien empezamos este trabajo desde hace un buen tiempo, por su compañerismo, su amistad incondicional y por los momentos compartidos.

A mis amigos de lucha Leidy Chingaté, Eduard Vargas, Alexander Pineda, Javier Acosta y por que no nombrar a Luisa Falla quien desde la distancia nos acompaña, gracias por su amistad.

A Yenny Dueñas nuestra directora quien nos ha acompañado en este proceso, al igual que Gerardo Moreno, mil gracias.

María Fernanda Arbeláez

Dios es el forjador de mis ideas y pensamientos aquí plasmados, primero que todo a Tí, que me has dado la fortaleza y valentía de levantarme y seguir caminando sin importar las circunstancias.

A mis maravillosos padres Sandra Robayo y Luis Forero, quienes con su empeño y dedicación han forjado en mí la persona que hoy soy.

A María Fernanda Arbeláez por ser mi compañera de aventuras, desafíos, metas y por regalarme ese apoyo incondicional no solo en esta tesis, sino en todo lo que hemos vivido y nos falta por vivir, eres mi gran eje y apoyo para continuar con todo. Muchas gracias.

A mis grandes y maravillosos escuderos, Eduard Vargas, Mauricio Trujillo, Alexander Pineda y Javier Acosta, quienes me han brindado su brazo amigo y en ellos siempre encontraré una amistad sincera y comprensiva, de igual manera a la profesora Yenny Dueñas, Luisa Falla y Jenny Brito.

Esto es gracias a ustedes.

David Forero

## **AGRADECIMIENTOS**

Los autores de este trabajo, expresan sus más sinceros agradecimientos a:

A la profesora y Directora Yenny Dueñas, por su maravillosa colaboración y atención prestada, gracias por trabajar y creer en nosotros, por sus excelentes consejos para la vida y por apoyarnos incondicionalmente.

A María Teresa por su colaboración en la explicación de varios procesos a lo largo del trabajo y su apoyo incondicional.

Al profesor Gerardo Moreno, quien con su empuje, logró que esto saliera adelante, gracias por extendernos su mano y apoyarnos.

A la profesora Ximena Rodríguez, por prestarnos sus servicios en el laboratorio de suelos de Microbiología Agrícola, gracias por sus explicaciones y consejos.

A la profesora Martha Borrero, por su tolerancia y paciencia en la entrega del trabajo final, gracias por ser tan comprensiva y por mostrarnos ese don de tan maravilloso, que es la paciencia y sabiduría.

<b>TABLA DE CONTENIDO</b>		<b>Pág.</b>
1	INTRODUCCION	15
2	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	16
2.1	PREGUNTA DE INVESTIGACION	16
2.2	JUSTIFICACION	16
3	MARCO TEORICO (REFERENTES CONCEPTUALES)	17
3.1	UCHUVA	17
3.2	EXPORTACION DEL FRUTO	17
3.3	CARACTERISTICAS NUTRICIONALES	18
3.4	LAS LEVADURAS	18
3.4.1	<i>Candida guilliermondii</i>	18
3.4.2	CRECIMIENTO DE LA LEVADURA	20
4	OBJETIVO GENERAL	21
5	OBJETIVOS ESPECIFICOS	21
6	METODOLOGIA	21
7	RESULTADOS Y DISCUSION	22
7.1	PARAMETROS FISICOQUIMICOS	23
7.1.1	PESO	23
7.1.2	COLOR	24
7.1.3	GRADOS BRIX	25
7.1.4	ACIDEZ Y pH	26
7.2	ANALISIS PROXIMAL	30
7.2.1	HUMEDAD	30
7.2.2	EXTRACTO ETereo	31
7.2.3	FIBRA	33
7.2.4	PROTEINA	34
7.2.5	CENIZAS	36
7.2.6	CARBOHIDRATOS	37
7.2.7	VITAMINA C	38
8	CONCLUSIONES	40
9	RECOMENDACIONES	41
10	BIBLIOGRAFIA	42
11	ANEXOS	44

## LISTA DE TABLAS

Pág.

1	Resultado del programa informático <b>Apiweb TM</b> API 20 C AUX, en donde el perfil numérico arrojado por la levadura fue 6776377, identificándose de esta forma la levadura <i>Candida guilliermondii</i> presentando un taxón significativo de 99.7%	19
2	Asimilación de azúcares por <i>Candida spp</i>	20
3	Procedimientos para el análisis de los frutos de uchuva	22
4	Análisis fisicoquímicos para las uchuvas frescas, deshidratadas industrialmente y con la levadura	29
5	Análisis proximal para las uchuvas frescas, deshidratadas industrialmente y con la levadura	40

<b>LISTA DE GRAFICAS</b>		<b>Pág</b>
<b>1</b>	Peso de las uchuvas en los 5 estados de estudio	<b>24</b>
<b>2</b>	Porcentaje de Grados Brix de las uchuvas en los 5 estados de estudio	<b>26</b>
<b>3</b>	Porcentaje de acidez de las uchuvas en los 5 estados de estudio	<b>28</b>
<b>4</b>	Valor de pH de uchuvas en los 5 estados de estudio	<b>29</b>
<b>5</b>	Porcentaje de humedad de las uchuvas en los 5 estados de estudio	<b>31</b>
<b>6</b>	Porcentaje de extracto etéreo	<b>32</b>
<b>7</b>	Porcentaje de extracto etéreo de las uchuvas en los 5 estados de estudio	<b>33</b>
<b>8</b>	Porcentaje de fibra bruta en las uchuvas en los 5 estados de estudio	<b>34</b>
<b>9</b>	Porcentaje de proteínas en las uchuvas en los 5 estados de estudio	<b>35</b>
<b>10</b>	Gramos de cenizas en las uchuvas en los 5 estados de estudio	<b>36</b>
<b>11</b>	Porcentaje de carbohidratos en las uchuvas en los 5 estados de estudio	<b>38</b>
<b>12</b>	Concentración de vitamina C en las uchuvas en los 5 estados de estudio	<b>39</b>

## **LISTA DE IMAGENES**

		<b>Pág</b>
1	Uchuvas utilizadas en el trabajo	25
2	Determinación de pH por medio del indicador universal	27

## RESUMEN

El presente trabajo expone las diferencias y similitudes entre tres frutos de uchuva como son fresca, deshidratada industrialmente y deshidratada con la levadura *Candida guilliermondii*, por medio del análisis fisicoquímico y proximal, con el propósito de conocer si la fruta deshidratada por acción de la levadura cumple con características nutricionales similares con relación al industrial, teniendo como referencia, las características del fruto fresco.

Basados en las características de los frutos para este estudio, se optó por las emplear las técnicas establecidas en las normas A.O.A.C., tanto para los análisis proximales como para las determinaciones fisicoquímicas, en donde, se tuvo en cuenta el peso de los frutos, la NTC 4580 para la determinación de color en el caso de fruto fresco, pH, Brix, al igual que acidez por titulación para los frutos en sus tres condiciones de estudio. De igual manera para los análisis proximales se realizó la técnica de humedad por el método de secado, la extracción de extracto etéreo (Goldfish), extracción de fibra bruta basada en dos digestiones: ácido sulfúrico e hidróxido de sodio, como también la extracción de proteína (Método Kjeldahl), al igual que las cenizas por medio de la calcinación por vía seca, evidenciando, gracias a los anteriores promedios ya enunciados el porcentaje presente de carbohidratos en las muestras de los frutos de cada condición estudiada.

Los resultados obtenidos mostraron, a nivel fisicoquímico, que la uchuva fresca frente a los otros frutos deshidratados presentaron un peso mayor debido al contenido presente de agua, por otra parte se encontró que en los frutos deshidratados por la levadura *Candida guilliermondii* y por el método industrial reflejaron un porcentaje de acidez mucho menor en relación al fruto fresco y con respecto a los Brix, tanto frutos industriales como con levadura presentaron un alto valor basados en los del fruto fresco. En cuanto al análisis proximal, se obtuvo tanto para grasa como para proteínas, porcentajes similares para las uchucas industriales y las deshidratadas con la levadura. En el análisis de fibra bruta el valor más alto correspondió a las uchucas deshidratadas con *Candida guilliermondii*, al igual que cenizas seguido por las deshidratadas industrialmente y con una bajo porcentaje en uchucas frescas. Con respecto a los carbohidratos, las uchucas deshidratadas por los métodos industrial y levadura se reflejaron porcentajes muy altos entre 34 y 40% aproximadamente a diferencia del fruto fresco en donde solo se obtuvo un 1%.

Se realizó la prueba de vitamina c en donde los resultados evidenciaron que las uchuvas deshidratadas con la levadura tienen un contenido de vitamina considerablemente alto, teniendo en cuenta la fragilidad de ésta.

Estas pruebas lograron demostrar las similitudes existentes entre los tratamientos de deshidratación (industrial y levadura) posibilitando una nueva opción de ofrecer en el mercado actual una alternativa natural de comercialización de este fruto teniendo en cuenta algunas recomendaciones de menor importancia pero que fortalecerían más aún este producto.

## ABSTRACT

The present study describes the differences and similarities between three cape gooseberry fruits such as fresh, dried and dehydrated industrially with the yeast *Candida guilliermondii*, through physicochemical analysis and proximal, with the aim of knowing if the fruit dehydrated by the action of yeast meets with similar nutritional characteristics in relation to industrial, as a reference, the characteristics of fresh fruit.

Based on the characteristics of the fruit for this study, we opted for the established techniques used in the AOAC standards, both for proximal analysis to physicochemical determinations, where, took into account the weight of the fruit, the NTC 4580 for the determination of color in the case of fresh fruit, pH, °Brix, acidity as qualification for the fruits in the three study conditions. Similarly for proximal analysis technique was carried out by the method of humidity drying, extraction of crude fat (Goldfisch), extraction of crude fiber digestion based on two: sulfuric acid and sodium hydroxide, as well as protein extraction (Kjeldahl method), like the ashes through a dry calcination, showing, thanks to the previous set averages and the percentage of carbohydrate present in the samples of the fruits of each condition studied.

The results showed, at the physicochemical, the cape gooseberry fresh compared to other dried fruits had a higher weight due to water content present on the other hand was found in dried fruits by the yeast *Candida guilliermondii* and by the industrial method showed a much smaller percentage of acidity in relation to fresh fruit and with respect to the °Brix, both industrial and fruit with yeast showed a high value based on the fresh fruit. As for the proximate analysis, was obtained for fat to protein, similar percentages for industrial and dried Tomato with yeast. In the analysis of crude fiber was highest value for dried Tomato with *Candida guilliermondii*, like ash followed by the industrially dehydrated with a low percentage of fresh cape gooseberry. With regard to carbohydrates, the dried Tomato by industrial methods and yeast showed very high rates between 34 and 40% fresh fruit unlike where only 1% was obtained.

Test was made vitamin c, where the results showed that the yeast dried Tomato have a significantly higher vitamin content, taking into account the fragility of it.

These tests were able to demonstrate the similarities between the treatment of dehydration (industrial and yeast) allowing a new option on the market today offer a natural alternative marketing of this fruit, taking into account some minor recommendations but further strengthen this product .

## 1. INTRODUCCION

Colombia es un país agrícola por excelencia, en donde la agroindustria representa un 12,7% del total del Producto Interno Bruto (PIB). Dentro de este sector, cabe resaltar la participación que tuvo el grupo de las frutas exóticas, el cual fue de gran importancia debido al crecimiento que tuvo su producción y exportación, en donde, como principal actor de esta dinámica sobresale la uchuva (*Physalis peruviana*). Según datos reportados por el DANE entre los años 2000 y 2004 el área sembrada tuvo un incremento del 60% y la producción de un 44%, otorgándole una privilegiada posición a la uchuva en mercados europeos como lo son Holanda, Bélgica, Alemania, España, Francia, Italia y Portugal, principalmente.

Dicha exportación de este fruto ha venido incrementándose debido también a su amplia variedad de subproductos, como son mermeladas, compotas, pulpas y recientemente uchuvas deshidratadas; sin embargo, para lograr esta comercialización, se debe cumplir con ciertas reglas desde el momento del cultivo, hasta la obtención del producto final, donde el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) es uno de los entes encargados de supervisar la efectividad del proceso bajo las normas establecidas en los convenios.

Ante el incremento notable en el consumo local y extranjero, se hace necesario adoptar nuevas tecnologías que coadyuven en el mejoramiento de las condiciones de cosecha y postcosecha, con el fin de obtener frutos de excelente calidad que permitan una buena comercialización, ya que la uchuva es considerada un producto altamente perecedero debido a las características fisiológicas que presenta. Por lo tanto, es indispensable establecer un adecuado manejo del fruto durante el almacenamiento y transporte con el fin de mantener un alto grado de calidad que el mercado internacional exige.

Desde el año 2000 se ha estado realizando estudios que demuestran el efecto de *Candida guilliermondii* sobre la retardación en la maduración de frutos. Por tal razón, éste estudio pretendió brindar una opción viable para prolongar la vida útil de la uchuva mediante la aplicación y evaluación de la levadura *in vivo* a diferentes concentraciones sobre el fruto.

Este trabajo toma como base algunas muestras de uchuvas trabajadas en investigaciones anteriores correspondientes a 3 lotes de éste fruto, que fueron deshidratados por inmersión con la levadura *Candida guilliermondii* a 3 tiempos distintos como son 8, 12 y 14 horas. A éstas muestras se les efectuaron los análisis fisicoquímicos comprendidos por técnicas como color, peso, pH, Brix, y acidez; de igual manera se llevó a cabo el análisis proximal que involucró procesos como humedad, grasa, fibra bruta, proteína, carbohidratos y Vitamina C. Estas mismas determinaciones, se realizaron a las uchuvas deshidratadas por un proceso industrial y a los frutos frescos. Con los

resultados obtenidos, se compararon cada una de las determinaciones por medio de un análisis de varianza como prueba estadística, con los cuales se lograron evidenciar que el método de deshidratación por la levadura sea nutricionalmente igual o mayor con respecto a los demás (fresco e industrial), para de esta manera, ofrecer tanto al agricultor como a la industria una alternativa de comercialización.

## **2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACION**

### **2.1 Pregunta de investigación**

¿Es posible que las características nutricionales que brinda el fruto de la uchuva deshidratada sometida a diferentes tiempos de inmersión con la levadura *Candida guilliermondii*, se asemejan a los frutos deshidratados presentes en el mercado ó sus características sean a los del fruto fresco?

### **2.2 Justificación**

Una de las limitantes que se presentan en el período de postcosecha de la uchuva, es que no se han estudiado de manera eficiente los diferentes cambios que involucra el proceso de maduración, ya que esta condición juega un papel importante, teniendo en cuenta que la uchuva es comercializada bajo diferentes estados de maduración y a su vez, almacenada en distintas condiciones, como lo son temperatura, humedad relativa, entre otras.

Al hablar del fruto de la uchuva (*Physalis peruviana*) deshidratada por un medio biológico, como lo es en este caso por la levadura *Candida guilliermondii*, a primera vista se aprecia un fruto de características físicas similares al fruto deshidratado por métodos artificiales ya existentes en el mercado.

Basados en este aspecto, sería pertinente saber si este fruto sometido bajo esta condición de deshidratación biológica, cumple con parámetros similares tanto en las características fisicoquímicas como en las proximales, que puedan brindarle al consumidor un producto alimenticio nutritivo, donde el mercado sea cada vez más amplio y de mejor calidad por ser un producto 100% natural.

Entre otros contextos, la relación agricultor – fruto, podría llegar a tener un valor agregado en cuanto a que el productor obtendría de esta manera una forma biológica de conservación del fruto a niveles de cosecha, como posible controlador biológico y postcosecha con la aplicación de la levadura, generando así un rango de menor pérdida y mayores ingresos que posiblemente llegarían a ser aprovechados por el agricultor para la manutención del cultivo.

Podría pensarse que el fruto de la uchuva deshidratada por la levadura *Candida guilliermondii*, probablemente cumpla con las características fisicoquímicas y con el contenido en macronutrientes presentes proximales en la fruta deshidratada por métodos industriales.

### **3. MARCO TEORICO (REFERENTES CONCEPTUALES)**

#### **3.1 UCHUVA**

La uchuva es una fruta originaria de los Andes, perteneciente a la familia *Solanaceae*, y al género *Physalis*, de los que cuenta con más de ochenta variedades encontradas en estado silvestre. Su hábito es arbustivo, con un tallo de color verde, presenta una raíz fibrosa, hojas enteras, sus flores son hermafroditas (Rubio *et al.*, 2001).

El fruto, el cual se comercializa, es una baya, de color verde, naranja y/o amarilla dependiendo de su estado de madurez, considerado como climatérico, es decir, que después de su recolección sigue su proceso de maduración debido a que aumenta la tasa respiratoria (Ligarreto *et al.*, 2005). Éste se encuentra cubierto por un cáliz que le confiere protección contra insectos, pájaros, patógenos y condiciones climáticas extremas (Rubio *et al.*, 2001).

#### **3.2 Exportación del fruto**

Colombia es catalogada como uno de los países con mayor exportación en el mercado de la uchuva, otorgándole así diferentes formas de aprovechamiento en el campo de la salud nutricional, tanto, que le han atribuido marcadas ganancias a nivel productivo por su fuerte demanda, convirtiéndola en un alimento apetecido en estos mercados. El principal productor mundial de la uchuva es Colombia, cultivándose actualmente tres tipos de uchuva originarias de Kenia, Sudáfrica y Colombia (Rubio *et al.*, 2001).

Actualmente, el cultivo de uchuva se localiza en la mayoría de los altiplanos de los trópicos y en varias partes de los subtrópicos, incluyendo el Caribe, con una producción continua a lo largo del año, contando con algunos cultivos programados de acuerdo con las ventajas de exportación en los mercados europeos de 9 a 11 meses, desde el momento de la primera cosecha (Rubio *et al.*, 2001).

En cuanto al proceso de deshidratación de la uchuva se podría decir que es costoso por el bajo rendimiento que da este fruto sometido a este tratamiento, debido a que la uchuva tiene un alto contenido de agua (79.6 %) (Fonseca, 2002) y su pérdida sería muy marcada, sin embargo, el producto del fruto deshidratado presenta ventajas para el productor ya que este logra vender toda la producción aunque exista abundancia del fruto y daños en este, sin importar el estado o nivel de maduración en el que se encuentra la fruta (Rubio *et al.*, 2001)

### **3.3 Características Nutricionales**

El análisis proximal estudia la composición de los alimentos. Este procedimiento tiene como fundamento conocer el contenido de materia seca, extracto etéreo, proteína bruta, fibra cruda, cenizas y finalmente, carbohidratos, presente en un alimento.

Gracias a las parámetros nutricionales que posee la uchuva, como lo son su alto contenido de fibra cruda, sus carbohidratos y su fuente de vitamina C, al igual que su marcada composición de minerales como el hierro y el fósforo, se le atribuyen propiedades medicinales usadas en diferentes regiones de Colombia, gracias a las propiedades nutricionales que posee (Rubio *et al.*, 2001).

El agua contenida dentro del fruto ocupa cerca del 85% de su volumen que es indispensable para el transporte y metabolismo de las sustancias como azúcares y ácidos. La estructura le confiere elasticidad, estabilidad y turgencia, forma y tamaño al fruto, pues los ingredientes nutritivos de los frutos se sintetizan de los elementos del agua y suelo provenientes de las raíces y los fotoasimilados (hojas), siendo las células del fruto almacenamientos dinámico de agua (Rubio *et al.*, 2001).

La maduración del fruto corresponde a la fase final de crecimiento y desarrollo de éste, del cual se presenta una serie de cambios, generalmente coordinados que llevan a la senescencia. En este proceso se obtienen cambios tanto de síntesis como de degradación, tal es el caso de la tasa de respiración, en donde, se presenta la producción de etileno hasta cuando el fruto alcanza su madurez de consumo, luego de esto la intensidad respiratoria disminuye (Galvis *et al.*, 2005).

### **3.4 LAS LEVADURAS**

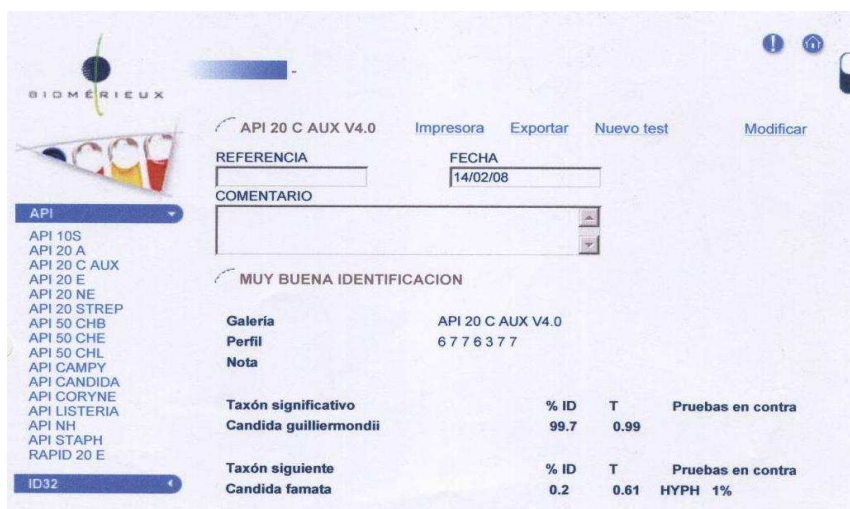
Las levaduras son hongos microscópicos unicelulares y la mayoría están clasificadas como Ascomycetes. Presentan células esféricas, ovales o cilíndricas con una división celular que se lleva a cabo por gemación. Las levaduras no forman micelio ni filamentos y la población de estas permanece como una colección de células aisladas. Estos hongos microscópicos unicelulares se hallan ampliamente distribuidos en la naturaleza, crecen en hábitats donde hay azúcares, por ejemplo en frutas, flores y la corteza de los árboles. Su importancia es por la capacidad que tienen para realizar la fermentación de carbohidratos produciendo distintas sustancias (Brock, 1991).

#### **3.4.1 *Candida guilliermondii***

Esta cepa no patógena se aisló en la Pontificia Universidad Javeriana en el año 2000, de tomates heteroinjertados y cultivados en Sogamoso. Presenta propiedades deshidratantes de frutos maduros. Se han realizado trabajos de grado desde el año 2000 en diferentes temas como deshidratación, antagonismo y control biológico sobre frutos como Banano bocado (*Musa*

*acuminata*), tomate (*Lycopersicon sculentum*), mango (*Mangifera indica*), uchuva (*Physalis peruviana*), manzana (*Malus domestica*) y piña (*Ananás comosus*) (Moreno, 2009)

Inicialmente se realizaron estudios basados en pruebas bioquímicas que lograron identificar la levadura objeto del actual estudio, en donde fueron evaluados parámetros como crecimiento (mediante la turbidez) y cambio de pH (viraje e color), mediante los cuales se logró comprobar la ausencia de CO<sub>2</sub>, indicando la carencia de metabolismo fermentativo por parte de la levadura, reflejado en el programa informático **Apiweb TM** en los resultados de la tabla 1. (Escobar y Buitrago, 2009).



**Tabla 1:** Resultado del programa informático **Apiweb TM** API 20 C AUX, en donde el perfil numérico arrojado por la levadura fue 6776377, identificándose de esta forma la levadura *Candida guilliermondii* presentando un taxón significativo de 99.7%.

Trabajos previos han mostrado que el mejor tiempo de inoculación de la uchuva madura sometida a una inmersión de 5 minutos con la levadura *Candida guilliermondii* es de 8 horas con un promedio de 4,30E+06 cel/mL y una biomasa de 1.535 g/L (Morales y Parrado, 2009).

Posterior a estos estudios, la identificación de la levadura fue sometida al método API 20C AUX, para de esta forma poder conocer con mayor precisión los resultados, y a su vez lograr evidenciar la asimilación de azúcares por parte de la levadura reportados en la Tabla 2 (Escobar y Buitrago, 2009).

HIDRATO DE CARBONO	RESULTADO DE LA ASIMILACION
Glucosa	Positivo
Sacarosa	Positivo
Lactosa	Negativo
Xilosa	Positivo
Fructosa	Positivo
Galactosa	Positivo
Celobiosa	Positivo

**Tabla 2:** Asimilación de azúcares por *Candida spp.* Fuente: ESCOBAR y BUITRAGO, 2009.

### 3.4.2 Crecimiento de la levadura

Este puede ser considerado como la sucesión de interacciones entre el entorno y sus componentes principales que son las células, en donde el medio aporta los elementos necesarios para su desarrollo, que a su vez, es modificado por el metabolismo de las células, generándose condiciones favorables en función de su humedad, temperatura y pH ó por la presencia de sustancias antimicrobianas (Ganceno y Serrano, 1989).

La levadura *Candida guilliermondii*, considerada como no patógena debido a que no forma tubo germinal, entre muchas de sus propiedades puede hidrolizar la xilosa, que está compuesta por cinco carbonos y un alcohol, lográndola convertir a xilitol. (Arruda, 2009).

Estudios anteriores a este en la Pontificia Universidad Javeriana se han centrado en el efecto de la levadura perteneciente al género *Candida spp* sobre frutos como el tomate y el banano. En donde los resultados obtenidos reflejarón que la levadura disminuía la actividad de la poligalacturonasa PG encargada del proceso de maduración en postcosecha y de la producción de etileno, siendo capaz de retardar la maduración del fruto aproximadamente por 30 días (Morales y Parrado, 2009). El xilitol posee características anticariogénicas, que es también muy usado en pacientes diabéticos por su contribución al metabolismo de la insulina; también previene la otitis, osteoporosis y las infecciones respiratorias. La FDA ha clasificado al xilitol como GRAS (Generally Recognized as Safe), lo cual hace que se pueda utilizar con otros azúcares o solo. Este azúcar es conseguido por una reacción de hidrogenación química o biotecnológicamente, utilizando a la levadura asimilando la xilosa (Arruda, 2009)

El metabolismo de la Xilosa realizado por la levadura *C. guilliermondii* comienza con la reducción de la Xilosa a Xilitol que es catalizada por NADPH dependiente de la enzima Xilosa-reductasa. El Xilitol es oxidado a Xilulosa por NADP dependiente de la enzima Xilitol deshidrogenasa (XDH) y la Xilulosa es luego fosforilada a Xilulosa 5 fosfato la cual puede ser luego convertida en Piruvato por medio de la conexión entre las pentosas fosfato y la glicolisis (Silva *et al.*, 2007)

Esta cepa se conservó en refrigeración a 4 °C, en donde se fue recuperada en agar YGC y llevada a incubar a 25°C +/- 2 durante 4 días (Merck, 2008).

Trabajos previos han buscado determinar la capacidad que tiene la aplicación de la levadura in vivo a diferentes concentraciones sobre la uchuva, con el fin de obtener la retardación de la levadura maduración del fruto y adicionalmente observar el efecto a lo largo del tiempo, siendo ésta una alternativa biotecnológica, que conlleve a un beneficio potencial a nivel tecnológico, económico y social (Morales y Parrado, 2009).

#### **4. OBJETIVO GENERAL**

Realizar el análisis proximal y fisicoquímico al fruto de la uchuva (*Physalis peruviana*) deshidratada por medio de la levadura (*Candida guilliermondii*), como también a la fruta fresca y a la deshidratada por medios industriales.

#### **5. OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Estudiar la composición proximal de los frutos de uchuva: frescos, deshidratados por técnicas industriales y deshidratadas con la levadura *Candida guilliermondii*.
- Realizar el análisis fisicoquímico a los frutos de uchuvas frescas y deshidratadas.
- Observar los cambios a nivel nutricional de las uchuvas frescas, deshidratadas industrialmente y con la levadura.

#### **6. METODOLOGIA**

En trabajos anteriores (Morales y Parrado, 2009), se seleccionaron uchuvas en estado de maduración 4 – 5, las cuales fueron sumergidas en 3 concentraciones diferentes de levadura en caldo nutritivo de *Candida guilliermondii*, en su fase exponencial durante 8, 12 y 14 horas por 5 minutos.

Para los diferentes tratamientos como son, frutos frescos, frutos deshidratados comerciales y deshidratados por acción de la levadura (*Candida guilliermondii*), como se menciona anteriormente, se realizaron mínimo por triplicado cada uno con los siguientes procedimientos, tal como se aprecia en la tabla 3:

<b>PARAMETRO EVALUADO</b>	<b>METODOLOGIA</b>
Color	NTC 4580
Peso	Balanza Analítica
Ph	A.O.A.C. 10.041/84
Brix	Refractómetro
Acidez	A.O.A.C. 31.231/84,942.15/90
Humedad	A.O.A.C. 7.003/84,930.15/90
Extracto Etéreo	A.O.A.C. 7.060/84,920.39/90
Fibra Bruta	A.O.A.C. 7.066/84.962.09/90
Proteínas	A.O.A.C. 960.52
Cenizas	A.O.A.C. 31.012/84,940.26/90
Carbohidratos	Se realizó por diferencia de los demás componentes que consta el análisis proximal – 100
Vitamina C	Método Colorimétrico de la 2-nitroanilina

**Tabla 3:** Procedimientos para el análisis de los frutos de uchuva.

Los frutos frescos provienen de un mismo lote que se comercializa actualmente por una cadena de supermercados a nivel nacional, y los frutos deshidratados industrialmente, son elaborados y procesados por la empresa FRUTAR LTDA, ubicada en Bogotá, D.C.

Se realizó un análisis de varianza, aplicado a cada procedimiento, para de esta forma poder comparar entre cada uno de estos, cuál posee mayor similitud entre los mismos ó cuales se alejan más de una posible comparación, ya que no cumplen con características semejantes.

## **RESULTADOS Y DISCUSION**

Para un mejor entendimiento, se presentarán los resultados con su respectiva discusión, primero para los parámetros fisicoquímicos y posteriormente lo relacionado con el análisis proximal realizado a las 5 muestras de uchuvas en el Laboratorio de Química de Alimentos de la Pontificia Universidad Javeriana.

## **7.1 Parámetros Fisicoquímicos**

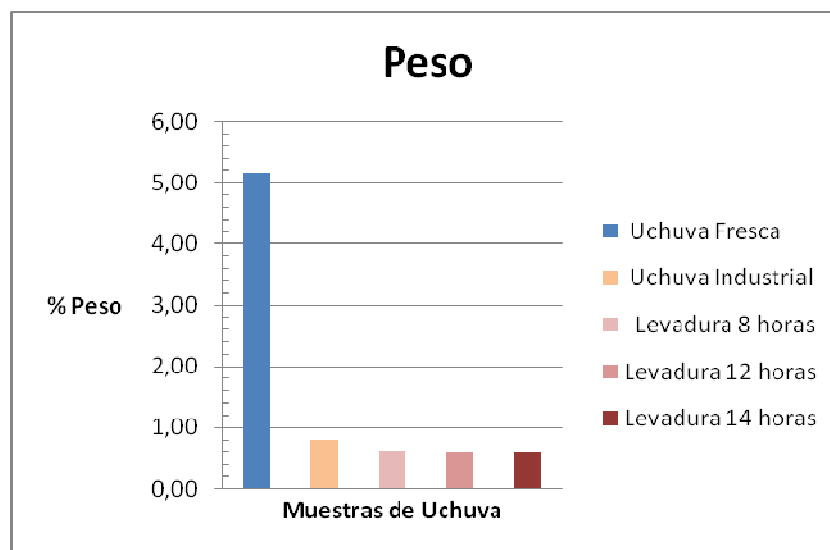
### **7.1.1 PESO**

En la tabla 4 se expresan resultados promedio del peso que posee cada uchuva en su respectivo tratamiento, en donde el fruto fresco tuvo un mayor peso debido a la cantidad de agua presente dentro de este, como lo es también lógico pensar, que debido a los procesos de secado tanto a nivel industria como el llevado en el laboratorio por la acción de la levadura como se observa en la gráfica 1, en donde, éstos hayan reflejado una pérdida considerable de peso, debido quizá, al desligamiento de agua contenida dentro de los mismos como una forma de preservación del fruto (Ureña y Encina, 2007).

Adicional a lo anterior, el fruto de la uchuva fresca es capaz de acumular grandes cantidades de agua y sacarosa hasta su estado de madurez de consumo (color amarillo anaranjado), lo que indica un suministro hídrico hasta el último momento antes de la cosecha, en detrimento de la calidad y longevidad en postcosecha (Fischer y Martínez, 1999).

Una de las ventajas de la deshidratación es precisamente prolongar el tiempo de vida útil de los frutos y evitar pérdidas en todos los aspectos. Cabe pensar que sería beneficioso para el productor, ya que necesitaría usar más uchucas para una posible comercialización conllevando a una alta rentabilidad, sin embargo este parámetro propone mayor uso de frutos en poscosecha, lo que tendría como consecuencia deshidratar más frutos con la levadura, por lo cual se perdería menos del mismo una vez recolectados de la planta.

Es probable que la pérdida de agua de las uchucas deshidratadas con la levadura, puedan brindar una condición más estable en cuanto a la inocuidad y poca contaminación por agentes microbianos.



**Gráfica 1.** Peso de las uchuvas en los 5 estados de estudio.

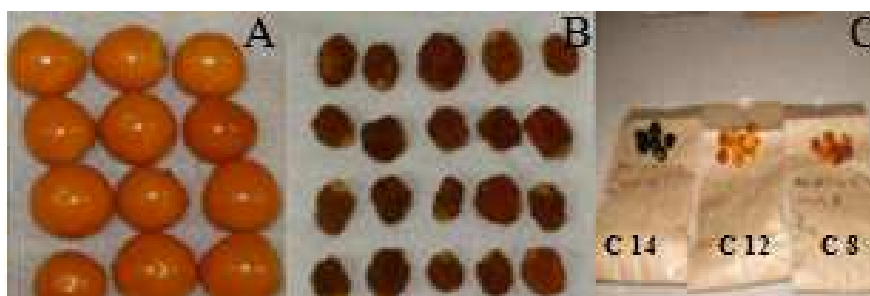
### 7.1.2 COLOR

El color es una característica muy importante ya que por su apariencia se puede intuir cómo es la condición actual de la fruta. Teniendo en cuenta la NTC 4580, se clasificó a las uchuvas frescas entre los 4 y 5 grados de maduración. Para las uchuvas deshidratadas industrialmente, solo se observó el color amarillo de tonalidad oscura y para las deshidratadas bajo la acción de la levadura correspondientes a las 8 y 12 horas se obtuvo coloraciones amarillas oscuras ó color ámbar, y para las de 14 horas ya el color era café, como se puede observar en la foto 1. El color de las frutas se debe a variados compuestos ó pigmentos como clorofilas, carotenoides, antocianinas, flavonoides, entre otros (Jimenez *et al.*, 2004).

Cuando las frutas son sometidas a calor se generan tonalidades entre amarillo oscuro y café debido a la reacción de Maillard, en donde un conjunto de reacciones químicas se producen entre las proteínas y los azúcares reductores (Rincón *et al.*, 2008), como reflejaron las uchuvas industriales en estudio. Para el caso de las uchuvas deshidratadas con la levadura se pueden generar reacciones químicas entre los mismos componentes, debido quizá, a la activación de enzimas por parte tanto de la uchuva como de la *Candida guilliermondii*.

Este género de levaduras es llamado también “Blanco Brillante” lo que indica que no poseen pigmentos como carotenoides (Odds, F. 1988), por lo tanto no es posible que la levadura le otorgue un color al fruto, es decir que el aspecto de las uchuvas deshidratadas es propio de su proceso de maduración a través del tiempo; teniendo en cuenta que la levadura cumple un rol importante en la retardación del fruto, debido quizá a la concentración presente en cada hora, como se puede ver la hora 14 mostró un color café ya que la levadura para esta hora se encontraba terminando la fase exponencial y por ende cambian las características de la levadura.

Dicho parametro se convertiria de gran importancia, en cuanto a su comercializacion, ya que expone al consumidor como seria el fruto en su interior en cuanto a su sabor ó características propias de lo que se desee ofrecer al mercado.



**Foto 1.** 3 Uchuvas utilizadas en el trabajo: frescas (A), deshidratadas industrialmente (B) y deshidratadas bajo la acción de la la levadura *C. guilliermondii* (C), hora 14 (C14), hora 12 (C12) y hora 8 (C8).

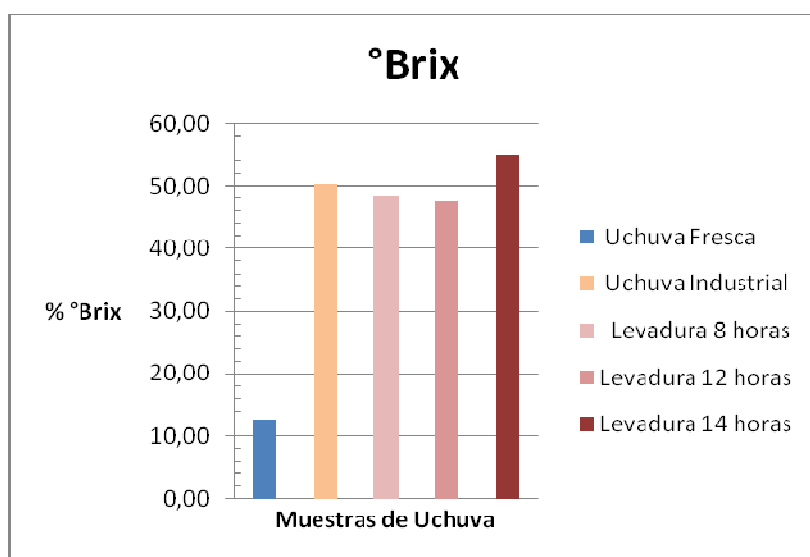
### 7.1.3 GRADOS BRUX

También llamados sólidos solubles, son un índice del grado de madurez de las frutas, en especial de las cítricas. Esto se debe a que no solo se encuentran azúcares sino también ácidos orgánicos principalmente el ácido cítrico y pequeñas cantidades de sales inorgánicas como ésteres los cuales son los que le dan el sabor característico a las frutas (Morin, 1980).

En la gráfica 2 se aprecian los resultados obtenidos para los Brix en los 5 tratamientos de uchuva. Se observa que el contenido en sólidos solubles para la uchuva fresca es más bajo, con respecto a los demás frutos. Entre tanto, las uchuvas que han sido deshidratadas, la tendencia en el porcentaje es similar, sin embargo, en el caso de las uchuvas sometidas bajo el efecto de la levadura a las 14 horas, presentaron mayor cantidad de sólidos solubles con respecto a los otros tratamientos, debido quizá a que la pérdida de agua permitió la intensificación de los sabores y por ende la posible presencia de ésteres en la muestra y de componentes mencionados inicialmente. Además de esto, los frutos de la uchuva son ricos en azúcares (11 a 10 g de carbohidratos digeribles en 100 g de peso fresco); los frutos maduros contienen entre 13 y 15 Brix y los frutos pintones entre 9 y 13 Brix. Igualmente almacenan un buen contenido de ácidos (1,6 a 2,0 % de acidez en frutos maduros) (Herrera, 2000). El mayor contenido de azúcares lo constituye la sacarosa, con un contenido de unas 2,5 veces mayor que el de glucosa y fructosa, los cuales aumentan durante el periodo de maduración del fruto, hasta el día 77 después de plena floración, como consecuencia de la hidrólisis del almidón. (Fischer *et al.*, 1997).

Los principales ácidos orgánicos en el fruto de uchuva (cítrico, málico y oxálico) disminuyen durante el periodo de maduración, debido a la actividad de las deshidrogenasas; estos ácidos se utilizan en el proceso respiratorio y/o se emplean en el metabolismo secundario del fruto. El contenido del ácido ascórbico (vitamina C) en la uchuva es alto y a diferencia de otros frutos, aumenta durante la maduración (Fischer y Martínez, 1999).

Posiblemente, dichos índices reflejaron una lectura en su mayoría de ácidos orgánicos presentes en los frutos deshidratados con la levadura, ya que sería lógico pensar que la levadura utilizó los azúcares como fuente de carbono, para su desarrollo y por ende lo predominante en los frutos son el ácido cítrico, oxálico y málico respectivamente, como lo evidenció el análisis de pH y acidez posteriormente.



**Gráfica 2.** Porcentaje de Grados Brix de las uchucas en los 5 estados de estudio.

El análisis que arrojó ANOVA corroboró que existen diferencias estadísticamente significativas entre los valores de los diferentes tratamientos.

#### 7.1.4 ACIDEZ y pH

El sabor y color de las frutas están influenciadas por los ácidos presentes, como el ascórbico, su valor varía dependiendo de la cantidad presente. En las frutas el ácido que predomina es el cítrico en donde se puede encontrar hasta un 60% (Matissek *et al.*, 1998).

En alimentos el grado de acidez indica el contenido en ácidos libres. Dicho resultado se expresa como el porcentaje del ácido predominante en el material, como en este caso, donde el ácido predominante en uchuva es el ascórbico. A su vez el pH “potencial de hidrogeniones” es una medida de la acidez o alcalinidad de una solución, cuyo valor indica la concentración de

iones hidronio  $[H^+]$  presentes en determinadas sustancias. El pH comúnmente maneja una escala general para disoluciones acuosas que va de 0 a 14, siendo ácidas las disoluciones con pH menores a 7 y alcalinas las que tienen pH mayores a 7 (Nielsen, 2009).

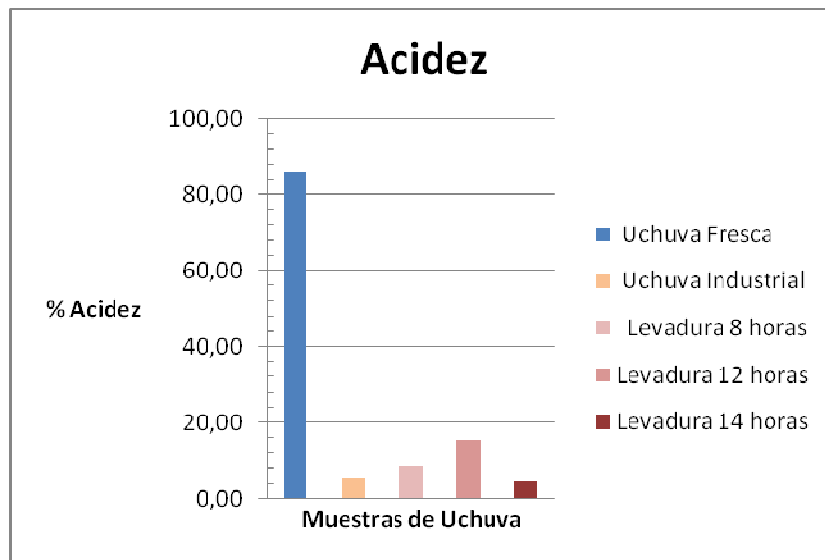
Es posible situarse en una comparación en la cual se presentó una gran diferencia frente a la acidez de frutos frescos como los deshidratados tanto por levadura como por industria, ya que se podría decir que los frutos conservados mediante deshidratación, logran contener mayor cantidad de ácidos y no de azúcares, debido quizá a su transformación a través del tiempo y la poca disponibilidad de agua presente en estos frutos.

El índice de acidez mostró que las levaduras industriales lo tuvieron muy bajo al compararlas con las frescas, de igual forma, para el caso de las uchuvas tratadas con la levadura, cabe anotar que las que fueron sometidas a 12 horas inmersión en la levadura son las que tienen un mayor porcentaje. Estos datos son confirmados con la toma de pH ya que el rango se encontró entre 2 y 4 como se observa en la foto 2.



**Foto 2.** Determinación de pH por medio de papel indicador universal.

La gráfica 3 indicó que las uchuvas que fueron sometidas a 12 horas en contacto con la levadura tienen un porcentaje mayor de acidez, posiblemente a que la concentración de la levadura logró retener mayor cantidad de ácidos y a su vez logró utilizar los azúcares contenidos como fuente de carbono.

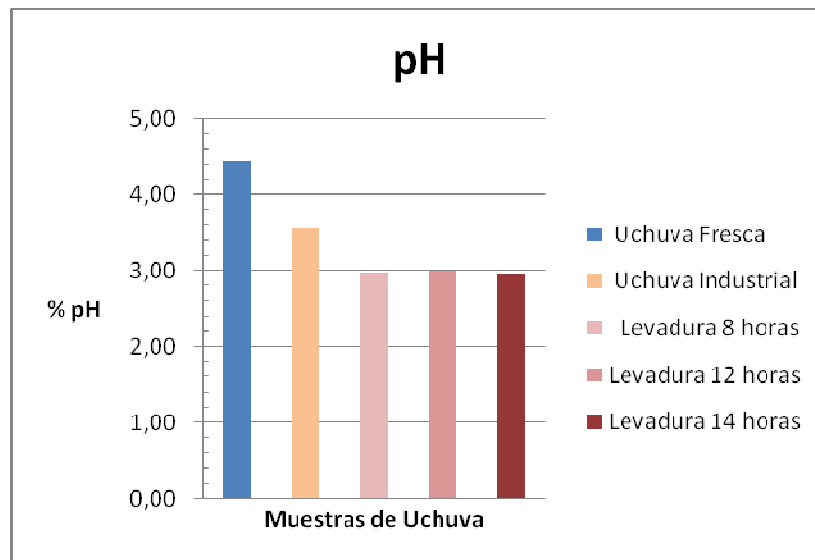


**Gráfica 3.** Porcentaje de Acidez de las uchucas en los 5 estados de estudio.

El comportamiento del pH en las uchucas deshidratadas por acción de la levadura es similar al presentado por Morales y Parrado (2009), el pH de las uchucas deshidratadas industrialmente aumentó al igual que los resultados para la fruta fresca, que muestra la gráfica 4, esto se debe a que la fruta es ácida y por ende va a tener un elevado valor de pH.

El grado de acidez debe ser trabajado con especial cuidado, para mostrar las características del fruto, ya que es demasiado marcada su tendencia cítrica, esto podría convertirse en una ventaja para aquellos consumidores con prevalencia a consumir productos de origen ácido, pero sería un componente determinante para quienes sufren por ejemplo de sensibilidad dentaria ó que posean afecciones como gastritis o úlceras a nivel digestivo.

Es considerable, utilizar métodos o técnicas más precisas, que logren un calculo de porcentaje de acidez aproximado y correcto, debido propablemente a que una gota de hidróxido de sodio contiene gran cantidad de miliequivalentes que pueden llegar a alterar por así decirlo, para cambiar la titulación de una forma inequívoca.



**Gráfica 4.** Valor de pH de uchuvas en los 5 estados de estudio.

Los análisis de ANOVA para pH, acidez y Brix mostraron que no hay evidencia estadísticamente significativa para decir que los tratamientos a los que fueron sometidos las uchuvas son iguales.

En la tabla 4 se presenta un resumen general de los parámetros fisicoquímicos evaluados en las uchuvas.

Promedio Análisis Fisicoquímico	Peso (g)	Color	Brix	pH	Acidez
Uchuvas Frescas*	5,16	4 - 5	12,77	4,43	86,13
Uchuvas Deshidratadas industrialmente*	0,80	Amarillo	50,33	3,57	5,50
Uchuvas <i>C. guilliermondii</i> 8 horas*	0,61	Amarillo	48,33	2,97	8,35
Uchuvas <i>C. guilliermondii</i> 12 horas*	0,60	Amarillo	47,66	2,99	15,38
Uchuvas <i>C. guilliermondii</i> 14 horas*	0,59	Café	55,00	2,96	4,27

**Tabla 4.** Análisis fisicoquímicos para las uchuvas frescas, deshidratadas industrialmente y con la levadura. \* Resultado aproximado por uchuva.

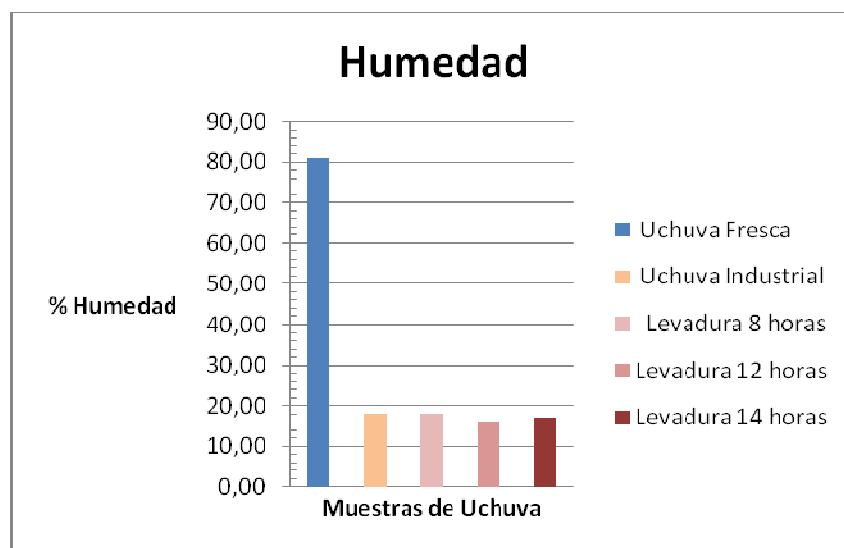
## **7.2 ANALISIS PROXIMAL**

La uchuva tiene un valor nutricional de gran interés para el sector gastronómico y para el mercado internacional en donde es muy apetecida por ser considerada como fruta exótica, es por esta razón que resulta importante conocer las características proximales con el fin de apreciar las condiciones que esta ofrece y si los tratamientos acá estudiados pueden servir para ofrecer al consumidor una manera diferente de degustar esta fruta.

### **7.2.1 HUMEDAD**

Dentro de los análisis bromatológicos básicos se encuentra la determinación de humedad en los alimentos, en donde éste llega a estar considerado como una de las más importantes determinaciones llevadas a cabo sobre un producto alimentario ya que indican la cantidad de agua involucrada en la composición de los mismos y en donde resulta uno de los más difíciles al momento de lograr obtener datos exactos y precisos (Ureña y Encina, 2007).

Los sólidos totales son considerados como la materia que permanece después de la separación de la humedad de algún alimento, convirtiéndose estos en un valor analítico de gran importancia económica para un fabricante de alimentos, debido que el producto se puede contaminar fácilmente y tener pérdidas, para el caso de la uchuva tanto industrial como con la levadura (*Candida guilliermondii*), la humedad juega un factor de calidad para su conservación, a diferencia de los frutos en estado fresco en donde éstos se encontraron entre un 80 a 85% respectivamente, a su vez los datos de las humedades son utilizados para expresar los resultados de otras determinaciones analíticas sobre una base uniforme como el peso en seco (Ureña y Encina, 2007). Como se puede apreciar en la gráfica 5, las uchuvras frescas perdieron un 80% de agua que estaba presente, evidenciando que a mayor peso, mayor pérdida de agua, mientras que en el caso de las uchuvras industriales y las deshidratadas con la levadura, como era de esperarse, se eliminó la poca cantidad de agua que podían tener en su interior, ya que puede estar unida por enlaces a las paredes celulares, a proteínas ó a sales, según Ureña y Encina (2007).



**Gráfica 5.** Porcentaje de humedad de las uchuvas en los 5 estados de estudio.

En la gráfica 5, se observa que la pérdida de humedad entre los tratamientos con la levadura es similar, indicando que el tiempo de inmersión en la levadura no es un parámetro de referencia para este proceso, aunque refleja una similitud frente al producto deshidratado industrialmente.

La prueba estadística de ANOVA, no arrojó datos que indicaran que los tratamientos son iguales para el caso de la humedad.

De manera general, el contenido de agua presente en las uchuvas osmodeshidratadas de manera convencional y biológica permite intuir que éstos frutos podrían tener un tiempo de vida útil más extensos en comparación de la uchuva fresca. Este parámetro es un factor favorable, dado que es clave y determinante en cuanto a poscosecha y comercialización se refiere.

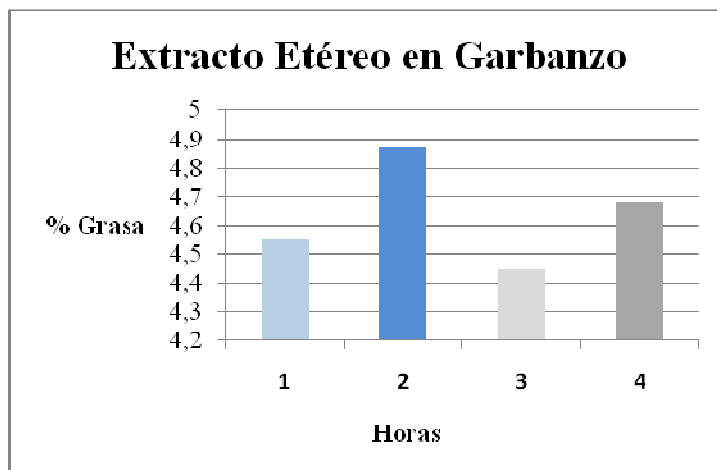
### 7.2.2 EXTRACTO ETereo

Para seleccionar el mejor tiempo de extracción de grasa, se realizaron unos ensayos preliminares en una muestra de garbanzo brindada por el laboratorio de Química de Alimentos de la Universidad Javeriana.

Teniendo en cuenta el protocolo establecido en las Normas A.O.A.C., primero se realizó la técnica de humedad como preparativo, y posteriormente se procedió con la determinación del extracto etéreo, utilizando 4 tiempos diferentes, como lo ilustra la gráfica 6 en donde se evidenció que a un tiempo de 2 horas, se logró una mejor extracción de grasa. Ese comportamiento se debe a que en este tiempo el tejido del alimento se encontraba lo suficientemente seco (técnica de humedad) sin alterar las condiciones de los lípidos presentes allí, otorgándole propiedades como la reducción del tamaño de las partículas de las grasas ó la separación de los lípidos de las proteínas, lo que

permitió que al momento de actuar el disolvente (hexano) esté fuera de mayor efectividad para la cuantificación lipídica representada en el peso del vaso extractor (Nielsen, 2009).

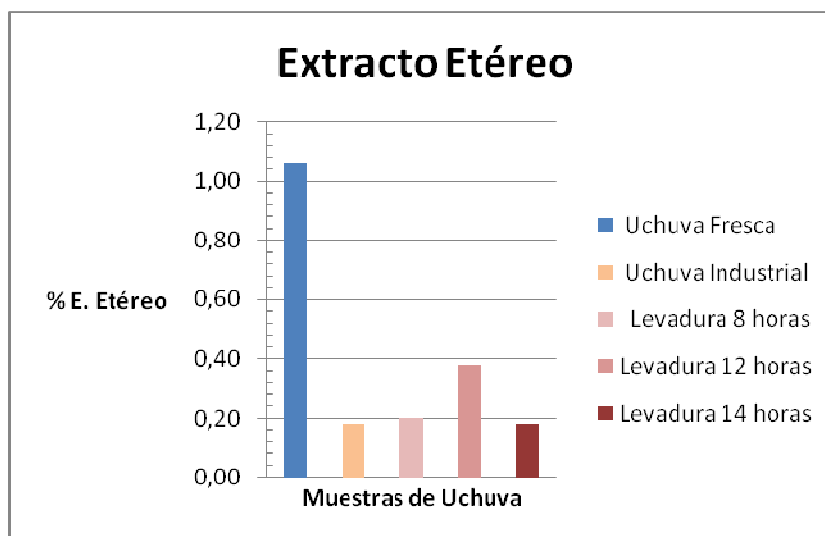
Esto se llevó a cabo con el fin de optimizar los resultados en las muestras de uchuva.



**Gráfica 6.** Porcentaje de Extracto Etéreo

Con cada una de las muestras de uchuvas se realizó el procedimiento para la extracción de grasa, previamente estandarizado, obteniendo resultados dentro del rango reportado por Fonseca (2002) para fruta fresca de 0,4g por cada 100g de pulpa, como se ilustra en la gráfica 7. La poca fracción lipídica presente en la uchuva se une al hexano gracias a su acción lipolítica. Por medio de la volatilización del solvente, éste se puede condensar y caer sobre la muestra, con el fin de extraer la grasa presente (Matissek *et al.*, 1992).

El extracto etéreo que muestra la gráfica 7, indica que a las 12 horas de inmersión en la levadura, posiblemente el disolvente usado para la extracción por el método Goldfish reflejó una extracción mayor, debido quizá al tiempo de inmersión, lo que se ve como efecto de la levadura en el fruto. Los frutos cítricos tienen un bajo contenido de grasa, lo que se demuestra en la gráfica con respecto al fruto fresco y al tratado con la levadura a las 8 y 14 horas (Gutierrez *et al.*, 2002). Las uchuvas deshidratadas en la industria indican un porcentaje de grasa similar al de las 14 horas y cercano al de 8 horas, lo que muestra que los frutos deshidratados con la levadura asemejan un buen índice de extracto etéreo, con los parámetros encontrados en el mercado.



**Gráfica 7.** Porcentaje de Extracto Etéreo de las uchuvas en los 5 estados de estudio.

No se encontraron evidencias estadísticamente significativas entre los valores de cada uno de los tratamientos, para decir que hay similitud entre los mismos.

### 7.2.3 FIBRA

La fibra que se encuentra presente en frutos es muy difícil de degradar, debido a que está conformada por compuestos poliméricos fibrosos como celulosas, hemicelulosas, pectinas, ligninas, entre otras, por este motivo llegan hasta el intestino grueso en donde, por los movimientos peristálticos pueden ser absorbibles. Siendo la fibra bruta el residuo libre de cenizas, se hace necesario utilizar ácidos y bases para disolver la pared celular que está constituida por algunos de los compuestos mencionados anteriormente. El contenido de fibra bruta no constituye un valor absoluto, sino que sirve como indicador de la cantidad de compuestos existentes en un alimento que no son aprovechables por el organismo (Matissek *et al.*, 1992).

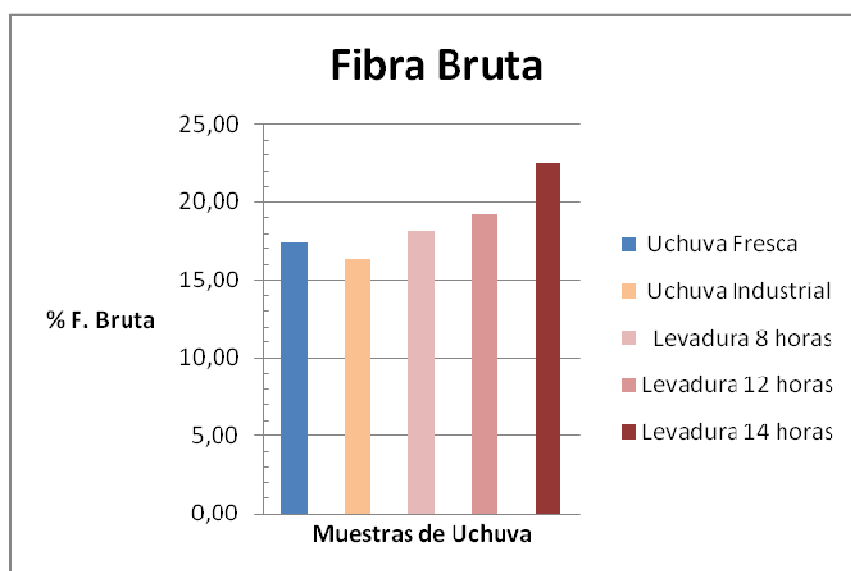
La fibra está conformada por compuestos vegetales, poliméricos los cuales son degradadas en la primera digestión (con ácido), mientras que en la segunda digestión se degradan compuestos como la lignina que es un polímero de fenilpropano, al igual que algunas ceras y cutina las cuales hacen parte de compuestos no absorbibles (Matissek *et al.*, 1992).

La fibra dietética insoluble ayuda al organismo a la eliminación de moléculas orgánicas y de ácidos biliares, los cuales ponen en riesgo la salud, así mismo disminuye la concentración de colesterol y glucosa en sangre, al igual que en la proliferación de la flora bacteriana, funcionalmente, la fibra soluble es importante en el momento de hacer la incorporación del alimento al organismo (Rincón *et al.*, 2008).

Los porcentajes de fibra para la uchuva fresca están cercanos a los 4,8 g por cada 100g de pulpa, lo cual muestra que los valores ilustrados en la gráfica 8 se encuentran elevados, posiblemente por la presencia del exocarpo, el cual está compuesto por pectinas, celulosa, hemicelulosa, entre otras y por las semillas, las cuales también poseen estos compuestos (Fonseca, 2002).

En la gráfica 8 se indican los porcentajes obtenidos para los tratamientos, en donde no hay muchas diferencias entre los mismos, es decir que la fibra bruta no se ve afectada por el tratamiento que le hacen a nivel industrial, ni con las uchucas que fueron sometidas a inmersión con la levadura.

Esta característica, logra ser de gran ayuda como alternativa orgánica de referencia de un producto con un porcentaje de fibra similar a uno sometido a tratamientos industriales, evidenciando un elemento más para ser incluido dentro de la dieta humana.



**Gráfica 8.** Porcentaje de Fibra Bruta en las uchucas en los 5 estados de estudio.

El resultado de ANOVA mostró que no hay evidencia estadísticamente significativa entre los valores de los tratamientos para decir que hay similitud.

#### 7.2.4 PROTEINA

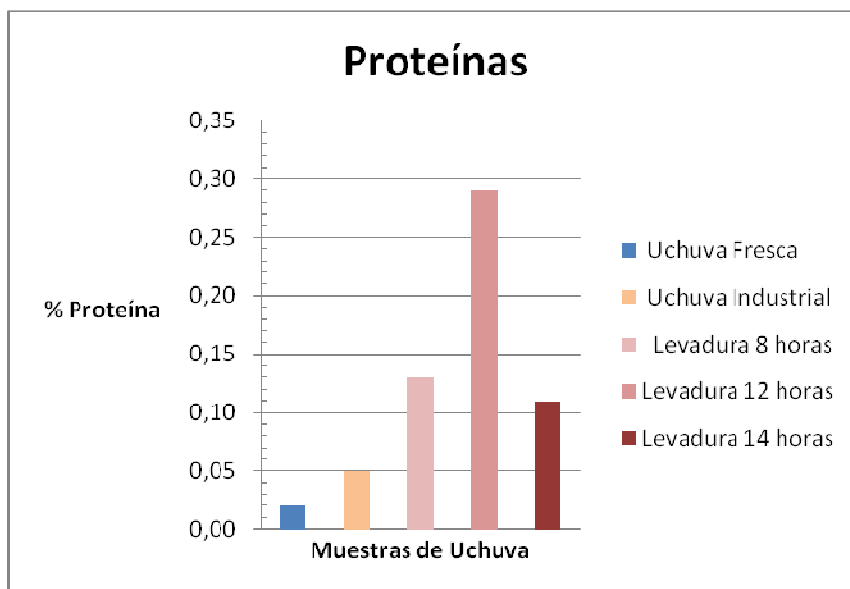
El procedimiento llevado a cabo determina la cantidad de nitrógeno orgánico que hay en las uchucas, en donde se descompone la materia orgánica. Durante el proceso hay una deshidratación y carbonización de la materia orgánica la cual es combinada con la oxidación del

carbono a dióxido de carbono, el nitrógeno orgánico se transforma a amoníaco y a sulfato de amonio (Matissek *et al.*, 1992)

Las uchuvas fueron sometidas a un tratamiento oxidativo con ácido sulfúrico en presencia de una mezcla catalizadora la cual esta compuesta por dióxido de titanio, sulfato cúprico las cuales sirven para el transporte y formación de oxígeno y sulfato potásico el cual ayuda a elevar el punto de ebullición, formándose sulfato amónico. Posterior a este proceso, se lleva a cabo la liberación del amoníaco por medio del tratamiento alcalino, éste se transporta por medio de una destilación en corriente de vapor y es recibido en un vaso de precipitado con ácido bórico e indicador de Tashiro para la posterior titulación con una disolución valorada de ácido clorhídrico (Matissek *et al.*, 1992).

La cantidad de proteína presente en las uchuvas se observan en la gráfica 9, en donde no se evidencia similitud entre las uchuvas deshidratadas por ambos métodos, sin embargo, las uchuvas frescas tienen menor cantidad de proteínas, esto puede indicar que las uchuvas deshidratadas con la levadura se puede ver influenciada por la presencia de este microorganismo el cual en su fisiología tiene componentes proteínicos que pueden hacer que este valor aumente.

A nivel industrial las proteínas se pueden ver influenciadas por la presencia del exocarpo, en donde se encuentra la proteína concentrada y ésta se incrementa en los procesos de maduración gracias a la síntesis de enzimas que intervienen en el mismo, por ser un fruto climatérico, la uchuva sigue con la maduración, existiendo producción enzimática y por ende proteínas (Wills *et al.*, 1984).



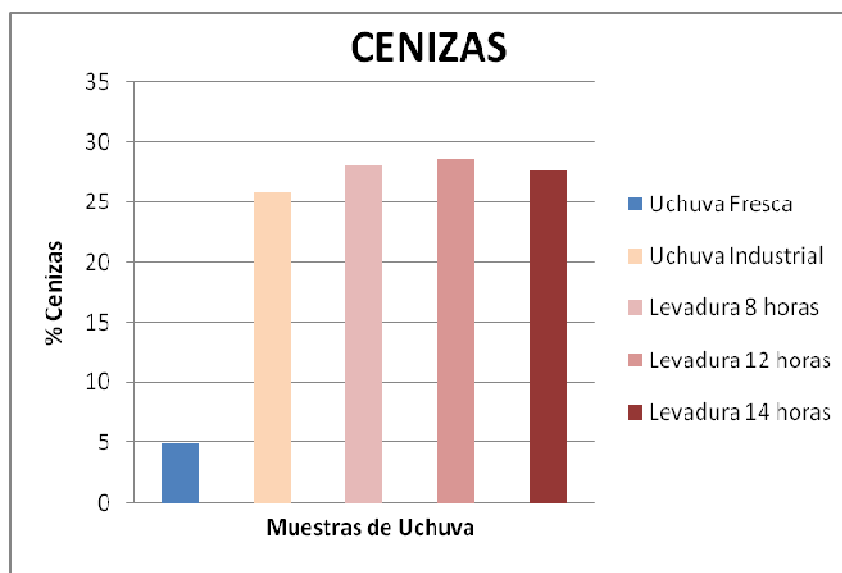
**Gráfica 9.** Porcentaje de Proteínas en las uchuvas en los 5 estados de estudio.

La acción de la levadura *C. guilliermondii* sobre los frutos de uchuva, marcó un precedente importante a tener en cuenta, ya que podría plantearse la idea de producir un alimento con un valor

superior de proteína con relación al fruto procesado industrialmente, ya que quizá sería tenido en cuenta dentro de dietas en las cuales la proteína, constituya un marco importante a trabajar para la persona que lo requiera.

### 7.2.5 CENIZAS

Los alimentos en su composición tienen diversos elementos, entre los que se encuentran los minerales los cuales son necesarios para el organismo, por este motivo se deben conocer las cantidades que contienen los alimentos. Para conocer la cantidad de minerales es importante realizar una incineración la cual tiene como fin eliminar las partículas de carbono y las impurezas que pueda tener por medio de la combustión que se produce en la mufla (MATISSEK *et al.*, 1992). El residuo que se obtuvo al final del proceso de incineración, que correspondió al contenido de minerales que tienen las uchuvas en los diferentes procesos. Como se observó en la gráfica 10, se evidencia que la uchuva fresca tiene un bajo contenido de minerales a diferencia de las uchuvas industriales y la deshidratada con la levadura, en las cuales el porcentaje estuvo en el rango de 25%. Este valor de residuos inorgánicos presentes en la uchuva industrial posiblemente está representado por los minerales de la fruta y por partículas de carbón que no realizaron una combustión completa, según Matissek *et al.* (1992) en la incineración el resultado puede contener no solo los minerales de la fruta sino que también se pueden encontrar partículas de carbón y/o impurezas que tenga el alimento, lo cual mostró que en el laboratorio se obtuvieron los resultados para cenizas.



**Gráfica 10.** Porcentaje de cenizas en las uchuvas en los 5 estados de estudio.

Como las cenizas son las sustancias inorgánicas que están presentes en una muestra luego de calcinarla, se pudo establecer que por cada 100 g de fruta fresca, las cenizas se encuentran por el

orden de 0,7g (Fonseca, 2002) lo que indica que para los tratamientos de las uchuvas deshidratadas con la levadura se encuentran elevadas como se puede ver en la gráfica 10.

En la gráfica 10 se puede observar que los porcentajes son similares para los diferentes tratamientos con la levadura indicando que no hay mayor diferencia entre los tiempos.

Las uchuvas frescas son cultivadas en la zona cundiboyacense, la cual sufre cambios climáticos bruscos, debido a esto, se hace necesario que los cultivadores requieran de aplicar productos químicos para no perder la producción. Por esta razón las uchuvas frescas pueden tener alteraciones y disminuir la cantidad de minerales en su composición.

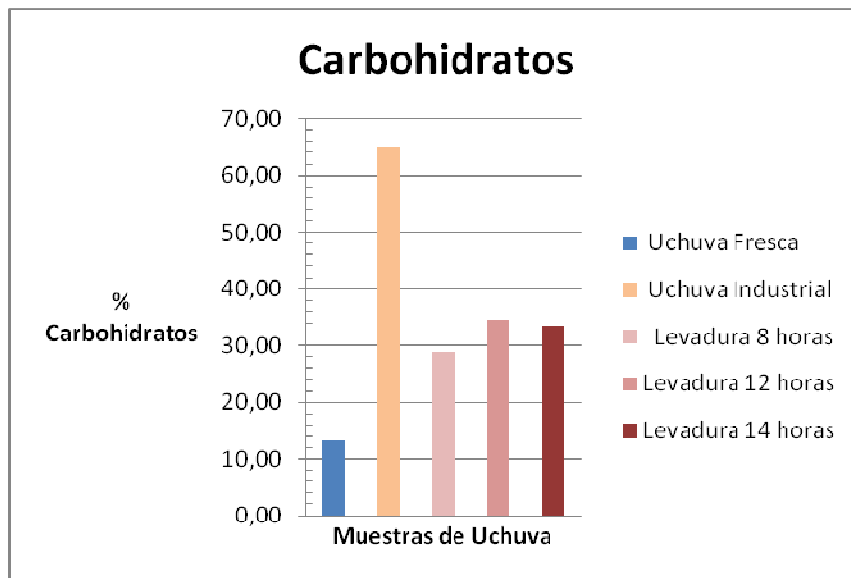
Los valores de minerales en la dieta humana son importantes para la estructura y el funcionamiento del organismo, lo que lleva a pensar que las uchuvas deshidratadas con la levadura ofrece valores considerablemente altos, lo cual puede ser propicio para cumplir con los parámetros requeridos por las entidades pertinentes, para una posible comercialización.

El análisis estadístico evidenció que no hay similitud entre los tratamientos.

#### **7.2.6 CARBOHIDRATOS**

Las frutas tiene en su estructura variados compuestos de azúcares que pueden ser monosacáridos o polisacáridos entre los que se encuentra la glucosa, la sacarosa, la fructosa entre otros, los cuales forman parte de las sustancias de las frutas y las verduras, se pueden presentar de manera dulce en las frutas y también como sustancias de reserva como el almidón para el caso de los vegetales y glucógeno para los animales. Hacen parte del aparato de sostén de los vegetales como la celulosa, hemicelulosa y pectinas entre otros. Son fuertemente polares y solubles en agua a excepción de los polisacáridos (Matissek *et al.*, 1992).

En las gráfica 11 se puede evidenciar que la fruta fresca tiene un porcentaje dentro del rango reportado en Fonseca (2002) de 13,1g de carbohidratos, para las uchuvas deshidratadas, en los dos casos es importante tener en cuenta el proceso de maduración de la fruta ya que éste puede corresponder a la hidrólisis de carbohidratos poliméricos, el cual se lleva a cabo en éste momento, a su vez es importante tener presente que las uchuvas frescas, poseen un contenido de agua influyente para mantener ligados los azúcares constituidos allí.



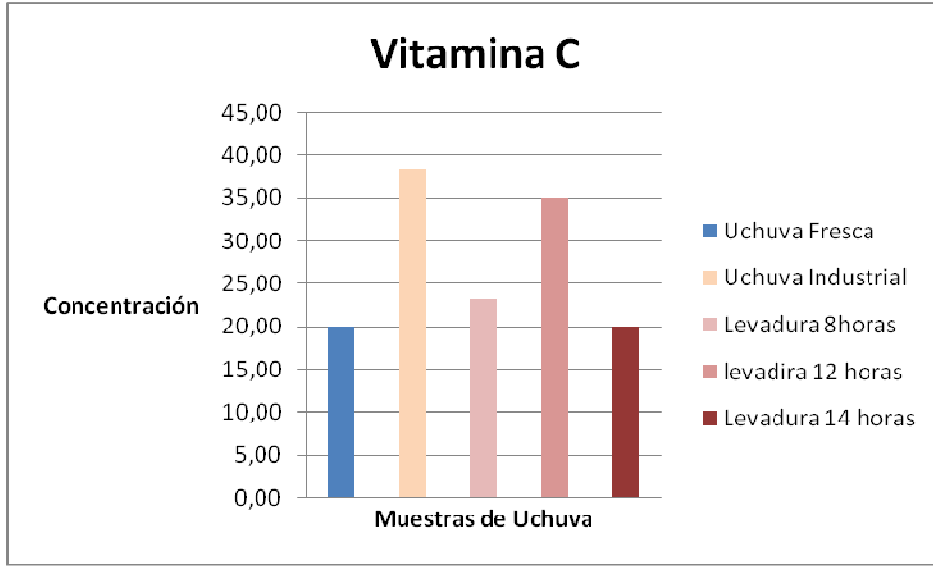
**Gráfica 11.** Porcentaje de Carbohidratos en las uchuvas en los 5 estados de estudio.

Los carbohidratos contenidos en los alimentos son los encargados de proporcionar la energía que necesita el cuerpo. Éstos son importantes para mantener la homeostasis glicémica y para la función gastrointestinal (FAO, 1997). Teniendo en cuenta que son necesarios en la dieta cabe resaltar que las uchuvas deshidratadas con la levadura *Candida guilliermondii*, es un producto especial ya que los niveles de carbohidratos son elevados.

### 7.2.7 VITAMINA C

El ácido ascórbico es un nutrimento esencial para los humanos. Se encuentra especialmente en frutas cítricas. Es una vitamina termolábil, por lo tanto puede ser afectada muy fácilmente, por ejemplo la oxidación de ésta hace que pierda su actividad vitamínica (Alvarado, 1989)

Debido a que las uchuvas deshidratadas por la acción de la levadura no fueron sometidas a tratamientos de calor se evidenció que tienen presencia de esta vitamina, a la hora 12 se puede observar que hay mayor concentración de la misma, como se evidencia en la gráfica 12. Para el caso de las industriales aunque tiene una buena concentración, posiblemente se puede dar por la adición de ácido ascórbico sintético como lo menciona Alvarado (1989), ya que esto lo permite la FDA.



**Gráfica 12.** Concentración de Vitamina C de las uchucas en los 5 estados de estudio.

La vitamina C que se encuentra presente en las uchucas deshidratadas con *Candida guilliermondii* no se ven afectados con este tratamiento, esto puede deberse gracias a la técnica utilizada, dado que no hubo acción de temperatura, a diferencia de las uchucas deshidratadas en la industria, las cuales pueden ser sometidas a procesos de osmodeshidratación, teniendo como consecuencia la pérdida de la vitamina. Es posible que éstas uchucas les hayan adicionado vitamina C de síntesis química, lo cual se puede evidenciar en la tabla 5.

En la tabla 5 se encuentran los resultados del análisis proximal evaluados en las uchucas para los tratamientos en estudio.

<b>Promedio Análisis Proximal</b>	<b>% Humedad</b>	<b>% Extracto Etéreo</b>	<b>% Fibra Bruta</b>	<b>% Proteínas</b>	<b>Peso Promedio Cenizas</b>	<b>% Carbohidratos</b>	<b>Vitamina C</b>
<b>Uchuvas Frescas</b>	80,98	1,06	17,40	0,02	0,09	13,1	20,00
<b>Uchuvas Industriales</b>	17,96	0,18	16,32	0,05	0,59	64,90	38,34
<b>Levadura 8 horas</b>	18,20	0,20	18,16	0,13	0,58	28,71	23,22
<b>Levadura 12 horas</b>	16,00	0,38	19,25	0,29	0,61	34,49	35,10
<b>Levadura 14 horas</b>	17,10	0,18	22,49	0,11	0,56	33,38	19,98

**Tabla 5.** Análisis proximal para las uchuvas frescas, deshidratadas industrialmente y con la levadura

En general se puede observar que hay cambios en los resultados obtenidos, lo cual está confirmado por el análisis estadístico. Para el caso de los tratamientos de las uchuvas deshidratadas con la levadura, se puede observar que la hora 12 tiene mejores resultados, por lo que se concluye que la inmersión de esta concentración beneficia el proceso de deshidratación ya que las características fisicoquímicas de la fruta se conservan, en comparación con las otras dos horas, sin embargo con el fruto deshidratado en la industria y el fresco mantiene algunas diferencias.

Es importante resaltar que las uchuvas deshidratadas con la levadura ofrecen otras opciones al productor ya que puede disminuir las pérdidas en poscosecha, al consumidor se le ofrece un producto natural gracias a que no contiene productos químicos que le hayan sido adicionados. De igual manera, plantea una forma más económica de comercialización comparada con la posicionada en el mercado actualmente.

## **CONCLUSIONES**

- Se comprobó que el pH aumenta en las uchuvas deshidratadas, por la presencia de los ácidos orgánicos.
- La pérdida de humedad en las uchuvas frescas fue mayor a los tratamientos de deshidratación, sin embargo las frutas con la levadura fue mínima la pérdida de agua para las 3 horas.

- La presencia de la levadura en las uchucas beneficia los porcentajes de extracto etéreo, fibra bruta y carbohidratos, en el análisis proximal.
- Se comprobó que las uchucas deshidratadas con la levadura presentaron un porcentaje de fibra mayor, esto se debe a la presencia de las semillas y la piel (exocarpo).
- La vitamina C no se ve afectada por la levadura, lo cual indica que puede ser una buena fuente de ésta, en el momento que pueda salir al mercado.
- Gracias a los resultados obtenidos se lograron despejar dudas con respecto a los índices nutricionales presentados por las uchucas deshidratadas con la levadura, ya que éstos resultaron ser similares a las deshidratadas en la industria.
- Se conoció la caracterización nutricional de las uchucas deshidratadas con la levadura, ya que ésta permitió decidir que podría ser un buen producto viable su para comercialización.

## RECOMENDACIONES

- Los preliminares se deben hacer con muestras lo más cercanas o parecidas posibles con el fin de minimizar errores.
- Se sugiere mejorar el aspecto en cuanto al color de las uchucas deshidratadas con la levadura ya que este parámetro es importante en el momento de hacer una posible comercialización de las mismas.
- Basados en las características encontradas, sería necesario realizar por medio de técnicas más precisas, caracterizaciones a nivel de carotenos y especificar cuáles son los minerales presentes en las uchucas deshidratadas con la levadura.
- Sería pertinente considerar el fruto de uchuca con levadura, como una alternativa de producto probiótico, ya que sería importante conocer qué ventajas podría brindarle al organismo la levadura *C. guilliermondii*.

## BIBLIOGRAFIA

- Alvarado, D. 1989. Efecto de la temperatura sobre la degradación aeróbica de vitamina C en jugos de frutas cítricas. *Archivo Latinoamericano de Nutrición*. 39(4):601-12.
- Arruda, P. 2009. Role of glycerol addition on xylose to xylitol bioconversion by *Candida guilliermondii*. *Curr. Microbiology*. (58):274-278
- Brock, T. 1991. *Microbiología*. Sexta Edición. Prentice may hispanoamericana S.A.
- Escobar, A. Buitrago, J. 2009. Aplicación de la levadura *Candida* sp. como una alternativa viable para la retardación de la pudrición del banano bocadillo (*Musa acuminata*). Trabajo de grado de Microbiología Industrial Pontificia Universidad Javeriana.
- FAO. 1997. Los carbohidratos en la nutrición humana. Estudio FAO alimentación y nutrición, 66. Informe de una consulta mixta FAO/OMS de expertos. Roma, 14 – 18 de abril.
- Fischer, G. y Martínez, O. 1999. Calidad y madurez de la uchuva (*Physalis peruviana L.*) en relación con la coloración del fruto. *Agronomía Colombia* 16(1-3), 35-39.
- Fischer, G.; Luddesrs, P. Y Torres, F. 1997. Influencia de la separación del cáliz de la uchuva (*Physalis peruviana L.*) sobre el desarrollo del fruto. *Revista Comalfi* 24(1-2), 3-16.
- Fonseca, L. 2002. *Inteligencia de Mercados*. Corporación Colombiana Internacional. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.
- Galvis, J., Fischer, G., Gordillo, O., 2005. Cosecha y poscosecha de la uchuva.
- Ganceno, C., Serrano, R. 1989. Energy yielding metabolism. In *The Yeasts*. Academic Press. 2<sup>nd</sup> Edition. Vol 3. Pág. 205 – 259.
- Herrera, A. 2000. Manejo poscosecha. pp109-127 En. Flórez, V.J; G. Fischer y A.D. Sora (eds). *Producción, poscosecha y exportación de la uchuva (Physalis peruviana L.)*. Unibiblos, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. 175 p.
- Jimenez, M., Zambrano, M., Aguilar, M. 2004. Estabilidad de pigmentos en frutas sometidas a tratamiento con energía de microondas. *Información tecnológica*. Volumen 15 N. 3
- Ligarreto, G., Lobo, M., Correa, A., 2005. Recursos genéticos del género *Physalis* en Colombia.
- Matissek, R., Schnepel, F., Steiner, G. 1992. *Análisis de los alimentos*. Fundamentos, Métodos, Aplicaciones. Editorial Acribia S. A. Zaragoza, España.
- Morales, E. Parrado, N. 2009. Estudio de la aplicación de la levadura (*Candida guilliermondii*) como una alternativa viable para retardar la pudrición de frutos comerciales de uchuva. Trabajo de grado. Microbiología Industrial. Facultad de Ciencias. Pontificia Universidad Javeriana.

- Moreno, G. 2009. Entrevista con el Profesor de la Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá. Noviembre.
- Morin, C. 1980. Cultivo de cítricos. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. Segunda Edición. Lima, Perú.
- Nielsen, S. 2009. Análisis de los Alimentos. Editorial Acribia S. A. Zaragoza, España.
- Merck, 2008. Manual de Medios de Cultivo.
- Odds, F. 1988. Candida and candidosis. Segunda edición. Editorial Bailliere Tindall. Londres. 468 p.
- Rincón, A., Vásquez, A., Padilla, F. 2008. Composición química y compuestos bioactivos de las harinas de cáscaras de naranja (*Citrus sinensis*), mandarina (*Citrus reticulata*) y toronja (*Citrus paradisi*) cultivadas en Venezuela. Unidad de Análisis de Alimentos, Facultad de Farmacia Universidad Central de Venezuela. Archivos Latinoamericanos de Nutrición.
- Rubio, C., Alvarez, F., Medina, J., Jaeler, S., Ruiz, M., Gomez, L., Rodriguez, M., Torres, A., Saenz, P., Orozco, M., Espinal, S., Moreno, Z., Garcia, N. 2001. Corporación Colombia Internacional. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Bogotá, Colombia. Volumen 13.
- Silva, D., Mancilha, I., Silva, S. 2007 Improvement of biotechnological xylitol production by glucose during cultivate of *Candida guilliermondii* in sugarcane bagasse hydrolysate. Braz Arch Biol Technol 50(2):207–215.
- Ureña M., Encina, C. 2007. Determinación de la máxima retención de ácido ascórbico de la conserva de Aguaymanto en almíbar aplicando el método Taguchi. Facultad de Industrias Alimentarias Universidad Nacional Agraria. Lima, Perú.
- Wills, R., Lee, H., Mcglasson, B., Graham, D. 1984. Fisiología y manipulación de Frutas y Hortalizas Posrecolección. Editorial Acribia. Zaragoza, España. Pág 230.

## ANEXO 1: PROCEDIMIENTOS.

### 1. COLOR

#### Materiales

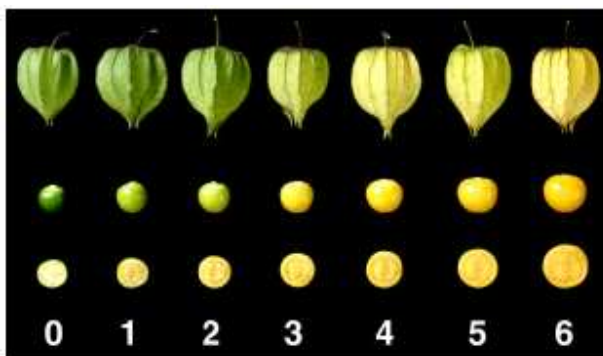
- Uchuvas frescas
- Uchuvas deshidratadas con levadura
- Uchuvas deshidratadas en industria
- NTC 4580

#### Procedimiento

1. Observar el color de la uchuva según la NTC 4580

#### UCHUVA CUADRO RESUMEN NORMA ICONTEC NTC 4580

Color	Aspecto externo del fruto	*Brix mínimo	% de ácido cítrico máximo	Índice de Madurez *Brix/% ácido
Cero	Fruto fisiológicamente desarrollado color verde oscuro	9.4	2.69	3.5
Uno	Fruto de color verde un poco más claro	11.4	2.70	4.2
Dos	El color verde se mantiene en la zona cercana al cáliz y hacia el centro del fruto aparecen unas tonalidades anaranjadas	13.2	2.56	5.2
Tres	Fruto de color anaranjado claro con visos verdes hacia la zona del cáliz	14.1	2.34	6.0
Cuatro	Fruto de color anaranjado claro	14.5	2.03	7.1
Cinco	Fruto de color anaranjado	14.8	1.83	8.1
Seis	Fruto de color anaranjado intenso	15.1	1.68	9.0



### 2. PESO

#### Materiales

- Uchuvas frescas (2g)
- Uchuvas deshidratadas industrialmente (10g)
- Uchuvas deshidratadas con levadura (10g)
- Balanza

#### Procedimiento

1. Pesar cada fruto por separado

### 3. pH Norma A.O.A.C. 10.041/84

#### Materiales:

- 10g de muestras deshidratadas
- 2 g uchuva fresca
- Vaso de precipitado 100cm<sup>3</sup>
- Balanza
- pHmetro

#### Procedimiento

1. Macerar los deshidratados
2. Pesar 10 g de los deshidratados
3. Pesar 2g del fruto fresco (por separado)
4. Colocar en un vaso de precipitado la muestra deshidratada, adicionar 100ml de agua desionizada, homogenizar
5. Colocar en el pHmetro previamente calibrado y leer
6. También se realizará el procedimiento con la cinta de pH universal.

### 4. GRADOS BRUX

#### Materiales:

- Refractómetro
- Uchuva fresca
- Uchuva deshidratada

#### Procedimiento:

1. Calibrar con agua destilada el refractómetro.
2. Tomar una gota de muestra y colocarla en el refractómetro.
3. Colocarlo a contra luz y tomar la medida que da.

### 5. ACIDEZ Norma A.O.A.C. 31.231/84,942.15/90

#### Materiales:

- Matraz aforado de 100cm<sup>3</sup>

- Hidróxido de sodio (0.1N)
- Agua destilada
- Erlenmeyer 250ml
- Fenolftaleína 1%
- Bureta

Procedimiento:

1. Titulación.
  - a. Tomar una alícuota de 50ml de filtrado de pH, en un vaso de precipitado de 100cm<sup>3</sup> mas 3 gotas de fenolftaleína.
  - b. Titular con solución de NaOH 0.1 N hasta viraje del color (rosado).
  - c. Calcular el contenido de ácido.

$$\% \text{ acidez total} = \frac{\text{cm}^3\text{NaOH} \times N \times (\text{Peq}/1000) \times (100/\text{peso muestra} \times V)}{\text{Alícuota.}}$$

6. **HUMEDAD** Norma A.O.A.C. 7.003/84,930.15/90

Materiales:

- 2g de uchuva fresca
- 10g de muestra deshidratada
- Balanza
- Crisol
- Pinzas
- Estufa
- Desecador

Procedimiento.

1. Pesar el crisol
2. Tarar la balanza con el crisol
3. Poner la muestra en el crisol
4. Pesar la muestra
5. Calentar a 90°C por 12 a 24 horas
6. Enfriar en el desecador
7. Pesar
8. Reservar el residuo para extracto etéreo.

$$\% \text{ humedad} = \frac{\text{pérdida de peso} \times 100}{\text{Peso muestra}}$$

### 7. EXTRACTO ETereo Norma A.O.A.C. 7.060/84,920.39/90

#### Materiales

- 2 g fruto fresco
- 10g fruto deshidratado
- Balanza
- Papel filtro
- Dedal de extracción
- Pinzas
- Equipo Soxhlet
- Benceno

#### Procedimiento.

1. Pesar la muestra seca, reservada en el análisis de humedad, en un papel filtro
2. Encerrar la muestra en el papel y colocarlo en el dedal de extracción
3. Extraer con benceno en un aparato de soxhlet
4. Recuperar la mayor cantidad de disolvente por destilación y secar el extracto por 30 minutos a 60°C
5. Enfriar y pesar

$$\% \text{ extracto etéreo} = (\text{peso del extracto} \times 100) / \text{peso de la muestra}$$

### 8. DETERMINACION DE FIBRA CRUDA Norma A.O.A.C. 7.066/84.962.09/90

#### Materiales.

- Ácido sulfúrico 0.255N
- Alcohol isoamílico
- Etanol 95%
- Hidróxido de sodio 0,313N
- Papel filtro cuantitativo
- Equipo extractor de fibra
- Erlenmeyer
- Agitador de vidrio
- Filtro de buchner

#### Procedimiento.

1. Pesar la muestra sobrante de la extracción de grasa
  2. Transferir al recipiente de digestión
  3. Añadir 100ml de la solución de ácido sulfúrico hirviendo, más 5 gotas de alcohol isoamílico
  4. Conectar inmediatamente al condensador y calentar, manteniendo la ebullición durante 30 minutos exactos teniendo en cuenta que no hay material fuera de contacto con la solución.
  5. Pesar un papel de filtro cuantitativo
  6. Retirar del calor y filtrar inmediatamente a través del papel de filtro y con ayuda de vacío
  7. Lavar con agua caliente 3 veces. Secar el papel filtro con el residuo
  8. Transferir nuevamente el residuo al erlenmeyer con ayuda de un agitador de vidrio y lavando con 100ml de la solución de soda caliente.
  9. Añadir unas gotas de antiespumante
  10. Llevar a ebullición bajo reflujo y mantener hirviendo durante 30 minutos exactos
  11. Filtrar a través del crisol de filtración o buchner utilizando el papel de filtro cuantitativo, secar y transferir el residuo seco al crisol
  12. Si es necesario lavar el papel filtro con unas gotas de agua caliente reservando los lavados en el mismo crisol
  13. Secar el crisol y su contenido hasta peso constante en una estufa a 100°C
  14. Enfriar y pesar (A)
  15. Calcinar el crisol en una mufla a 600°C hasta que se destruya la materia orgánica (20 minutos)
  16. Enfriar en desecador y pesar (B)
- (A-B) = pérdida de peso
- %de fibra cruda = (pérdida de peso x 100) / peso de la muestra

#### 9. **PROTEINAS** Norma A.O.A.C. 960.52

- Balanza
- Equipo de digestión
- Ácido sulfúrico 96%
- Hidróxido de sodio 40%
- Ácido bórico
- Matraz de digestión Kjeldahl
- Pinzas
- Espátula
- Vidrio de reloj

- Bureta
- Ácido sulfúrico 98%
- Ácido clorhídrico 0.01 N
- Hidróxido de sodio 40%
- Mezcla catalizadora
- Indicador de tashiro
- Erlenmeyer 125 ml

#### Procedimiento

#### DIGESTION

1. Pesar 2 g de la muestra, transferirlo a un matraz de digestión
2. Añadir 0.5 g de mezcla catalizadora
3. Adicionar 10ml de ácido sulfúrico 98%
4. Preparar un blanco en otro matraz sin muestra
5. Colocar los matraces en el digestor de Kjeldahl, en la cabina de extracción de gases
6. Regular la temperatura, incrementando poco a poco, rotando el matraz
7. Verificar la finalización de la digestión. Pasa de color oscuro a claro (1- 2 horas)
8. Suspender el calentamiento y dejar enfriar
9. Diluir el digerido en 20ml de agua destilada y dejar enfriar
10. Filtrar la dilución anterior y aforar en un balón de 50ml completando con agua destilada

#### DESTILACION

11. Colocar un erlenmeyer con 10ml de ácido bórico y 2 gotas de indicador de tashiro bajo la salida de destilación.
12. Abrir la llave del agua para mantener el enfriamiento del equipo todo el tiempo.
13. Añadir 15ml de la muestra diluida obtenida en el paso anterior, en el embudo de adición.
14. Lavar con agua 2-3ml el embudo y agregar 15ml de hidróxido de sodio al 40%. La mezcla se tornará oscura.
15. Encender el equipo para generar vapor y obtener el destilado, observar el cambio de coloración del indicador.
16. Realizar la prueba de presencia de NH<sub>3</sub> en el destilado con el papel universal.
17. Interrumpir la destilación si la prueba es negativa.
18. Retirar el recipiente de recepción del destilado y reservarlo para la valoración del amonio.
19. Realizar el mismo procedimiento con el Blanco.
20. Lavar y apagar el equipo.

#### ETAPA DE VALORACION

21. Llenar la bureta de 25ml en su totalidad con ácido clorhídrico 0.01N.

22. Titular el blanco añadiendo ácido hasta obtener la coloración inicial del ácido bórico. Anotar el volumen gastado (B).

23. Titular la muestra hasta el color obtenido con el blanco. Anotar el valor (M).

$$\%N = \frac{F \times (M - B) \times Na \times 1,4}{\text{Peso muestra seca}}$$

#### 10. CENIZAS Norma A.O.A.C. 31.012/84,940.26/90

##### Materiales

- Balanza
- Crisol
- Mufla
- Desecador

##### Procedimiento

1. Tarar el crisol en la balanza
2. Pesar 2g de muestra
3. Colocar en la mufla y calcinar al rojo oscuro (500°C), mantener la temperatura constante durante 4 horas.
4. Pasar el crisol al desecador
5. Enfriar y pesar.

#### 11. CARBOHIDRATOS

Se llevará a cabo por diferencia de los demás componentes que hacen parte del análisis proximal – 100.

#### 12. VITAMINA C

##### Materiales

- Tubos de ensayo
- Vasos de precipitados de 100 ml y 10 ml
- Papel filtro
- Espectrofotómetro
- Solución acuosa de ácido oxálico al 0,15%
- Solución acética – clorhídrica de 2 – nitroanilina al 0,16%
- Solución acuosa de nitrito de sodio al 0,08%

- Etanol absoluto
- Solución patrón de ácido ascórbico
- Solución acuosa de NaOH al 10%

#### Procedimiento

##### Preparación del extracto problema

1. Filtrar sobre gasa el zumo obtenido de la fruta cítrica
2. En un vaso de precipitado de 100ml previamente tarado medir con pipeta 5ml de jugo libre de semillas y hollejos
3. Pesar de nuevo
4. Por diferencia hallar el peso de los 5 ml de jugo y anotar
5. A 1 ml de jugo agregar 4 ml de solución de ácido oxálico al 0,15%, agitar y dejar en reposo 3 minutos
6. Filtrar con papel de filtro seco.

##### Preparación de la curva patrón

7. Se rotulan 10 tubos de ensayo y se pipetea en su orden los siguientes reactivos: 2 – nitroanilina, nitrito de sodio, etanol absoluto, solución patrón de ácido ascórbico, extracto de ácido ascórbico, ácido oxálico, NaOH 10% y agua destilada.
8. Mezclar bien el contenido de cada tubo.
9. Leer en espectrofotómetro a 540nm.
10. Realizar curva de calibración.

**ANEXO 2: ESTADISTICA**

## UCHUVAS FRESCAS

	MEDIA	DESVIACION ESTANDAR	COEFICIENTE VARIACION
PESO	38,6762	2,5366	0,0655
pH	4,42	0,132	0,0298
GRADOS BRIX	12,7777	0,441	0,0345
ACIDEZ	86,1304	4,234	0,0491
HUMEDAD	78,9	1,1045	0,0139
EXTRACTO ETEREO	1,0651	0,9758	0,9161
FIBRA BRUTA	13,4222	3,2481	0,2419
PROTEINA	0,0201	0,0089	0,4427
CENIZAS	4,9347	0,4766	0,0965
CARBOHIDRATOS	1,4	1,0616	0,7582

## UCHUVAS INDUSTRIALES

	MEDIA	DESVIACION ESTANDAR	COEFICIENTE VARIACION
PESO	18,8146	0,8976	0,0477
pH	2,9777	0,0882	0,0296
GRADOS BRIX	50,3333	0,0709	0,0001
ACIDEZ	5,504	0,3885	0,0705
HUMEDAD	11,9777	0,6831	0,057
EXTRACTO ETEREO	0,1872	0,0987	0,5272
FIBRA BRUTA	16,3298	1,7955	0,1099
PROTEINA	0,0571	0,0184	0,3222
CENIZAS	25,978	0,8533	0,0328
CARBOHIDRATOS	39,7755	2,25	0,05656

UCHUVAS LEVADURA

	MEDIA	DESVIACION ESTANDAR	COEFICIENTE VARIACION
PESO	14,2366	0,4143	0,0291
pH	2,9777	0,0882	0,0296
GRADOS BRIX	50,3333	1,3891	0,0275
ACIDEZ	5,5046	0,3885	0,0705
HUMEDAD	17,1	2,2056	0,1289
EXTRACTO ETEREO	0,2603	0,1017	0,3907
FIBRA BRUTA	19,9728	2,6221	0,1312
PROTEINA	0,1153	0,074	0,6418
CENIZAS	28,1816	0,9752	0,0346
CARBOHIDRATOS	34,38	3,0021	0,0873

**ANOVAS**

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN      pH

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
FRESCA	9	39,84	4,42666667	0,0174
INDUSTRIAL	9	32,15	3,57222222	0,00719444
LEVADURA	9	26,8	2,97777778	0,00779444

ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	9,54815556	2	4,77407778	442,195883	1,1568E-19	3,402826
Dentro de los grupos	0,25911111	24	0,0107963			11
Total	9,80726667	26				

Análisis de varianza de un factor

## RESUMEN ACIDEZ

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Fresca	9	775,1737	86,1304111	17,9285185
industrial	9	49,5414	5,5046	0,15098223
levadura	9	84,0521	9,33912222	24,4206305

## ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	37236,3811	2	18618,1905	1314,22116	3,0115E-25	3,40282611
Dentro de los grupos	340,00105	24	14,1667104			
Total	37576,3821	26				

Análisis de varianza de un factor

## RESUMEN °BRIX

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
FRESCA	9	115	12,7777778	0,19444444
INDUATRIAL	9	453	50,3333333	7,75
LEVADURA	9	453	50,3333333	12,75

## ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	8462,51852	2	4231,25926	613,390604	2,4909E-21	3,40282611
Dentro de los grupos	165,555556	24	6,89814815			
Total	8628,07407	26				

Análisis de varianza de un factor

## RESUMEN CENIZAS

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
FRESCA	9	44,4129	4,93476667	0,22715558
INDUSTRIAL	9	233,8021	25,9780111	0,72822474
LEVADURA	9	253,635	28,1816667	0,95111549

## ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	2964,27778	2	1482,13889	2332,24571	3,237E-28	3,40282611
Dentro de los grupos	15,2519664	24	0,6354986			
Total	2979,52975	26				

Análisis de varianza de un factor

## RESUMEN HUMEDAD

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
FRESCA	9	732,2	81,3555556	1,20277778
INDUSTRIAL	9	159	17,6666667	0,4975
LEVADURA	9	153,9	17,1	4,865

## ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	24556,1163	2	12278,0581	5610,45179	8,9344E-33	3,40282611
Dentro de los grupos	52,5222222	24	2,18842593			
Total	24608,6385	26				

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN		EXTRACTO ETereo			
<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>	
FRESCA	9	9,5863	1,06514444	0,9521906	
INDUSTRIAL	9	1,6854	0,18726667	0,00975743	
LEVADURA	9	2,343	0,26033333	0,0103434	

#### ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	4,27118717	2	2,13559358	6,58936264	0,00523602	3,40282611
Dentro de los grupos	7,77833134	24	0,32409714			
Total	12,0495185	26				

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN		FIBRA BRUTA			
<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>	
FRESCA	9	156,6775	17,4086111	10,5503386	
INDUSTRIAL	9	146,9686	16,3298444	3,22404388	
LEVADURA	9	179,7552	19,9728	6,87544983	

#### ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	63,0297821	2	31,514891	4,57847171	0,02068431	3,40282611
Dentro de los grupos	165,198658	24	6,88327744			
Total	228,228441	26				

Análisis de varianza de un factor

## RESUMEN      PROTEINA

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
FRESCA	9	0,2243	0,02492222	0,00011883
INDUSTRIAL	9	0,5142	0,05713333	0,00034093
LEVADURA	9	1,03852	0,11539111	0,00548249

## ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	0,03784843	2	0,01892422	9,554068	0,0008868	3,40282611
Dentro de los grupos	0,04753799	24	0,00198075			
Total	0,08538642	26				

### ANEXO 3

#### FOTOS DE TRABAJO DE GRADO: FRUTO DE UCHUVA ESTADO FRESCO



Lunes 5 Abril Lavado del Fruto



Lunes 5 Abril Clasificación y Macerado



Lunes 5 Abril Macerado



Lunes 5 Abril Macerado de los Grupos (5 Grupos de 15 frutos)



Lunes 5 Abril Levado a Horno a 99 °C para Humedad



Lunes 5 Abril Clasificación



Martes 13 de Abril Grasas



Miércoles 14 de Abril I Fase Proteína Digestor



Miércoles 14 de Abril I Fase Proteína Digestor

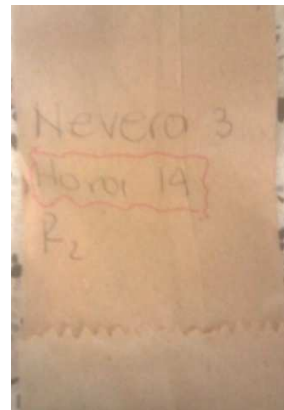
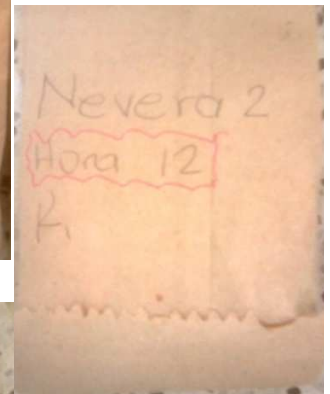
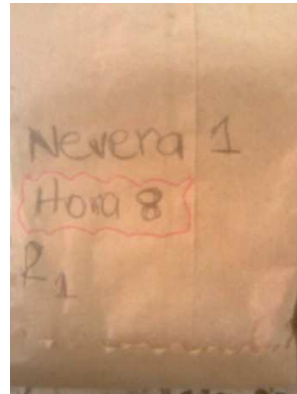


Miércoles 14 de Abril I Fase Proteína Digestor



Miércoles 14 de Abril I Fase Proteína Digestor

**FOTOS DE TRABAJO DE GRADO: FRUTO DE UCHUVA ESTADO DESHIDRATADO GERARDO**



**Miércoles 14 Abril Clasificación de las muestras de uchuva con levadura y pesado de cada una.**



**Jueves 15 Abril Llevado de las muestras de fruto industrial a humedad y Extracción de Grasa**



**Muestras de Uchuva con levadura: 8 -12 - 14 horas**



**Muestras de Uchuva deshidratada Industrialmente**



**Macerado de Uchuva deshidratada con levadura**



**Pesado de muestras de Uchuva deshidratada Industrialmente y con levadura**



**Cenizas de Uchuva deshidratada Industrialmente y con levadura**



**Fibra de Uchuva deshidratada con levadura e Industrial**



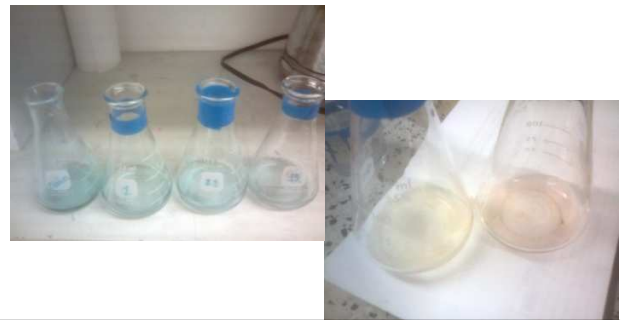
**Macerado de Uchuva deshidratada con levadura**



**Extracto Etéreo de Uchuva deshidratada con levadura**



**Acidez de Uchuva deshidratada con levadura**



**Fase final de Proteína (titulación) de Uchuva deshidratada con levadura**



**Proteína (después de digestión) de Uchuva deshidratada con levadura**