

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAMELICA

(Creada por Ley N° 25265)



FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

TESIS

**“EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE A
DIFERENTES TIEMPOS DE PASTEURIZACIÓN DEL
AGUAMIEL DE CABUYA (*Agave americana L.*) EN
LA PROVINCIA DE ACOBAMBA – HUANCAMELICA”**

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE PRODUCTOS AGROINDUSTRIALES

**PARA OPTAR EL TÍTULO DE:
INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER:
MAYÓN HUANACHÍN Medé**

HUANCAMELICA 2015

93

ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS

En la Ciudad Universitaria " Común Era"; auditorio de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Huancavelica, a los 12 días del mes de Agosto del año 2015, a horas 10 am , se reunieron; el Jurado Calificador, conformado de la siguiente manera:

Presidente: Dr. David RUIZ VILCHEZ

Secretario: Ing. Leónidas LAURA QUISPETUPA

Vocal: Ing. Jimmy Pablo ECHEVARRIA VICTORIO

Designados con Resolución N° 636-2014-CF-FCA-UNH; del proyecto de investigación Titulado: "EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE A DIFERENTES TIEMPOS DE PASTEURIZACIÓN DEL AGUAMIEL DE CABUYA (*Agave americana* L.) EN LA PROVINCIA DE ACOBAMBA - HUANCAVELICA", cuyo autor es el Bachiller MAYON HUANACHIN Medé.

A fin de proceder con la evaluación y calificación de la sustentación del proyecto de investigación, antes citado.

Finalizado la evaluación; se invitó al público presente y al sustentante abandonar el recinto; y, luego de una amplia deliberación por parte del jurado, se llegó al siguiente el resultado:

APROBADO POR UNANIMIDAD

En conformidad a lo actuado firmamos al pie.



Dr. David RUIZ VILCHEZ

Presidente



Ing. Leonidas LAURA QUISPETUPA

Secretario



Ing. Jimmy Pablo ECHEVARRIA VICTORIO

Vocal

72

ASESOR:

Ing. Alfonso RUÍZ RODRÍGUEZ

DEDICADO:

A Dios por que ha estado conmigo en cada paso que doy, cuidándome y dándome fortaleza.

A mis padres, quien a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y educación, siendo mi apoyo en todo momento, depositando su entera confianza en cada reto que se me presenta sin dudar ni un solo momento de mi capacidad y dedicación.

70

AGRADECIMIENTO

A Dios por iluminar siempre mi vida y guiarme sobre todo en los momentos de mayor adversidad.

A los seres que me dieron la vida, Antonio y Julia, por el amor, apoyo y confianza que han depositado en mí, motivándome a superarme y no desistir en lo que hago para ser mejor.

A mi asesor el Ingeniero Alfonzo Ruiz Rodríguez, por su valioso apoyo y sugerencias brindadas en todo momento, desde la ejecución del proyecto de Investigación hasta la elaboración del Informe Final.

Al Ingeniero Luis Artica Mallqui, del Laboratorio de Análisis Instrumental de la Facultad de Ingeniería en Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional del Centro del Perú, por su apoyo, que por medio del cual fue posible la realización de la fase de Análisis y la captura de datos del presente trabajo.

Al Ingeniero Perfecto Chagua Rodríguez, por su valiosa colaboración durante el desarrollo de este trabajo, además de sus sugerencias, apoyo y amistad brindado, indispensables para esa Investigación.

A los miembros del Jurado Calificador: Dr. David Ruiz Vilchez, Ing. Leonidas Laura Quispetupa y el Ing. Jimmy Pablo Echevarría Victorio por su participación profesional en las correcciones finales.

69

INDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
ÍNDICE GENERAL	vi
ÍNDICE DE TABLAS	viii
ÍNDICE DE CUADROS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
RESUMEN	x
INTRODUCCION	xi
CAPITULO I: PROBLEMA	
1.1. Planteamiento del problema	1
1.2. Formulación del problema	2
1.3. Objetivos	2
1.3.1. Objetivo General	2
1.3.2. Objetivo Especifico	2
1.4. Justificación e importancia	2
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO	
2.1. Antecedentes del estudio	4
2.2. Bases teóricas	6
2.2.1. Cabuya	6
2.2.2. Aguardiente de Cabuya	12
2.2.3. Actividad antioxidante	15
2.3. Hipótesis	20
2.4. Variables de estudio	20
CAPITULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	
3.1. Ámbito de estudio	21
3.2. Tipo de investigación	21
3.3. Nivel de investigación	21

3.4. Método de investigación	21
3.5. Diseño de investigación	21
3.6. Población, Muestra y Muestreo	23
3.6.1. Población	23
3.6.2. Muestra	23
3.6.3. Muestreo	23
3.7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	24
3.8. Procedimiento de recolección de datos	24
3.8.1. Proceso de recolección, conservación y transporte de la muestra	27
3.8.2. Preparación de la muestra	28
3.9. Técnicas de procesamiento y análisis de datos	29
3.9.1. Determinación de la actividad antioxidante de aguamiel de cabuya	29
3.9.2. Análisis físico químico del aguamiel de cabuya	30
3.9.3. Análisis de biocomponentes del aguamiel de Cabuya	31
3.9.4. Análisis Organoléptico del aguamiel de Cabuya	32
CAPITULO IV: RESULTADOS	
4.1. Presentación de resultados	33
4.1.1. Actividad Antioxidante del aguamiel de Cabuya	33
4.1.2. Características fisicoquímica del aguamiel de Cabuya	34
4.1.3. Análisis de Biocomponentes del aguamiel de Cabuya	37
4.1.4. Análisis resultados de las características organolépticas	40
4.1.5. Análisis estadístico (ANOVA) y comparaciones múltiples para cada atributo.	42
4.2. Discusión	46
CONCLUSIONES	48
RECOMENDACIÓN	49
REFERENCIA BIBLIOGRAFICA	50
ARTÍCULO CIENTÍFICO	52
ANEXO	56

INDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla Nº01. Componentes del aguamiel	6
Tabla Nº02. Composición Química Nutricional de la Cabuya	7
Tabla Nº03. Instrumento de recolección de la Evaluación Organoléptica	22
Tabla Nº04. Descripción del Análisis de Varianza (ANOVA)	22
Tabla Nº05. Actividad antioxidante del aguamiel de Cabuya a diferentes tiempos de pasteurización.	33
Tabla Nº06. Características Físicoquímica del Aguamiel de Cabuya (<i>Agave americana</i> L.) a diferentes tiempos de pasteurización.	34
Tabla Nº07. Biocomponentes del Aguamiel de Cabuya (<i>Agave americana</i> L.) a diferentes tiempos de pasteurización.	37
Tabla Nº 08. ANOVA – DBCA – Atributo SABOR	42
Tabla Nº09. Comparaciones múltiples de Tukey para el Atributo SABOR	42
Tabla Nº 10. Medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos	42
Tabla Nº 11. ANOVA – DBCA – Atributo Olor	43
Tabla Nº12. Comparaciones múltiples de Tukey para el Atributo Olor	43
Tabla Nº 13. Medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos	43
Tabla Nº 14. ANOVA – DBCA – Atributo Color	44
Tabla Nº15. Comparaciones múltiples de Tukey para el Atributo Color	44
Tabla Nº 16. Medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos para el atributo Color	44

INDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro Nº01. Operacionalidad de variables	20
Cuadro Nº02. Descripción Técnicas e Instrumentos de Recolección de datos	24
Cuadro Nº03. Descripción de la Escala Hedónica	32

INDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura Nº01. Diagrama de flujo para la Obtención y preparación de la muestra	25
Figura Nº02. Actividad antioxidante a diferentes tiempos de pasteurización	34
Figura Nº03. Acidez (expresado en % de ácido málico) del aguamiel	35
Figura Nº04. Sólidos solubles del aguamiel de Cabuya	35
Figura Nº05. Densidad a diferentes tiempos de pasteurización	36
Figura Nº06. Índice de refracción a diferentes tiempos de pasteurización	36
Figura Nº07. Variación del pH del aguamiel de Cabuya	37
Figura Nº08. Betacarotenos del aguamiel de Cabuya	38
Figura Nº09. Vitamina C carotenos del aguamiel de Cabuya	38
Figura Nº10. Azúcares reductores carotenos del aguamiel de Cabuya	39
Figura Nº11. Aceptabilidad de Atributos para el T1	40
Figura Nº12. Aceptabilidad de Atributos para el T2	40
Figura Nº13. Aceptabilidad de Atributos para el T3	41
Figura Nº14. Aceptabilidad de Atributos para el T4	41
Figura Nº15. Comparación Promedio de Aceptabilidad para el Atributo Sabor	45
Figura Nº16. Comparación Promedio de Aceptabilidad para el Atributo Olor	45
Figura Nº17. Comparación Promedio de Aceptabilidad para el Atributo Color	46

RESUMEN

En el presente trabajo de investigación titulado "Evaluación de la Actividad Antioxidante a diferentes tiempos de pasteurización del aguamiel de cabuya (*Agave americana L.*) en la provincia de Acobamba – Huancavelica", el mismo que se diseñó a partir del problema: de la Influencia que tendrá el tiempo de pasteurización sobre la actividad antioxidante del aguamiel de Cabuya. Para el cual se plantearon los objetivos: Determinar la Actividad Antioxidante, composición fisicoquímica, Biocomponentes, grado de aceptabilidad del aguamiel de Cabuya (*Agave americana L.*) a diferentes tiempos de pasteurización (T1= Jugo Fresco, T2= 15min x 80°C, T3= 30min x 80°C y T4=45min x 80°C). Se contó con muestra de aguamiel de cabuya procedente de la provincia de Acobamba – Huancavelica. En el estudio de la Actividad Antioxidante y los Biocomponentes (Beta carotenos, Vitamina C y Azúcares Reductores), se pudo registrar que el tratamiento con pasteurización a 80°C entre los tiempos de 15 y 30 min, logró mayor % de Inhibición de AA y mejor concentración de los componentes bioactivos respectivamente. En el análisis fisicoquímico se concluyó que el incremento del tiempo de pasteurización a 80°C, favorece en el contenido de Acidez, Índice de refracción, Sólidos Solubles, pH y Densidad. La mejor aceptabilidad para el atributo Sabor y Color registró el tratamiento con pasteurización a 80°C x 15, mientras que para el Olor el tratamiento con pasteurización a 80°C x 30 min, obtuvo mayor preferencia. Por lo tanto, es recomendable que para el consumo del aguamiel de Cabuya (*Agave americana L.*), es importante tener en cuenta que para conservar su Actividad Antioxidante y los Biocomponentes, es realizar la pasteurización en los parámetros óptimos de 80°C entre los tiempos de 15 y 30 min.

Palabras claves: *Aguamiel, Agave Americana, Actividad Antioxidante.*

INTRODUCCIÓN

La cabuya (*Agave americana* L.), es una planta endémica del Perú, típica de las Yungas y vertientes occidentales andinas; en la Sierra, crece desde los 1450 hasta los 3000 msnm. Esta planta se desarrolla en las regiones Costa, Yunga y Quechua. En la provincia de Acobamba departamento de Huancavelica, la cabuya (*Agave americana* L.), crece de forma silvestre pudiendo proporcionar a la población de múltiples beneficios; pero su uso en esta provincia se ve limitado, debido a la falta de impulso a partir de proyectos productivos para transformar este recurso, Acobamba caracterizada como una provincia netamente dedicada a la agricultura la cual es una de las fuentes de ingresos económicos, los productores agrícolas se dedican a la siembra de arveja, trigo y cebada, principalmente, y algunas variedades de frutas y hortalizas. Al industrializar la cabuya, se podrá dar un mayor valor agregado prioritariamente a su corazón, donde se concentra el jugo o aguamiel.

Existen numerosos estudios sobre la Actividad Antioxidante de los alimentos, la acción de la Actividad Antioxidante natural presente en la cabuya (*Agave americana* L.) es importante, no sólo porque estos compuestos contribuyen a definir las características organolépticas y a preservar la calidad nutricional de los productos que lo contiene, sino además, porque al ser ingeridos, ayudan a preservar (en forma considerable) la salud de los individuos que los consumen. En efecto, la recomendación de aumentar la ingesta de alimentos ricos en Antioxidantes es, en la actualidad, considera una de las formas más efectivas de reducir el riesgo de desarrollo de aquellas enfermedades crónicas no transmisibles que más limitan la calidad y expectativas de la vida de la población mundial.

En la presente investigación se pretende dar una alternativa para el consumo de la cabuya (*Agave americana* L.), a partir de su propiedad Antioxidante, Biocomponentes y componentes fisicoquímicos, a razón del aporte y capacidad antioxidante que la ingesta del aguamiel suministre al organismo. Así mismo, es preciso considerar que el consumo del aguamiel de cabuya (*Agave americana* L.), tienen como finalidad regular el desorden alimenticio - debido a que investigaciones demostraron que con una de las causas de las enfermedades crónicas y degenerativas - de población. Y también a partir de esta tesis se proyecta la alternativa de industrializar esta planta y lograr su producción y comercialización a nivel regional y nacional.

En este sentido, el estudio del tiempo, temperatura de pasteurización, como algunos de los parámetros óptimos de procesamiento de la cabuya (*Agave americana* L.), y las características organolépticas del aguamiel, se podrá solucionar progresivamente los procedimientos y manipulación de este producto, coadyuvado el desarrollo económico de los pobladores de esta provincia, teniendo así a la cabuya como otra fuente de ingresos no solo con la elaboración a pequeñas escala artesanal sino con la entrada en el mercado de un producto nuevo como es el aguamiel.

Es por ello que es muy importante dar una gran relevancia en el estudio del aguamiel de la cabuya peruana con el objetivo de ofertar un nuevo producto; alternando los cultivos convencionales de Acobamba por el ingreso de uno nuevo producto, con mayores posibilidades de salir al mercado interno así como externo.

LA TESISISTA

CAPÍTULO I: PROBLEMA

1.1. Planteamiento del Problema

La Provincia de Acobamba - Huancavelica, ubicada a 3340 m.s.n.m. presenta un microclima variado que es propicio para el crecimiento de una variedad de plantas alimenticias, entre los que destaca la Cabuya (*Agave americana* L.), planta comúnmente conocida en muchos lugares de nuestro país como maguey o pajpa, de esta planta se obtiene un exudado conocido en el Perú y otros países con el nombre de aguamiel. En Acobamba los pobladores dicen consumir el aguamiel pasteurizada o hervida, razón por la cual, se toma como muestra de estudio para evaluar sus principales características fisicoquímicas, organolépticas y su actividad antioxidante, considerando que es una planta andina de múltiples usos.

El consumo del aguamiel por los pobladores se da influenciados por su característica organoléptica, mas no existen estudios de su valor nutricional, que ayudaran a darle la debida importancia a éste producto, ya que mayormente es utilizado por las comunidades con bajos recursos económicos y escasos conocimientos de nutrición.

El aguamiel contiene grandes cantidades de fructosa y pocas cantidades de glucosa, se consumen pasteurizada o hervida, es empleada en la elaboración de néctares, melazas, licores, dulces, entre otros.

Sin embargo, cuando éstas son procesadas y no son bien manejadas, presentan problemas sobre la degradación de sus compuestos antioxidantes, ocasionando cambios o daños en su actividad antioxidante y, por ende, en el poder benéfico sobre la salud humana. Asimismo, las controversias sobre el aguamiel donde se aprovecha mejor sus propiedades nutricionales y funcionales, motivan a investigar los cambios que éstos sufren a diversos tiempos de pasteurización.

1.2. Formulación del Problema

A partir de lo anteriormente planteado, se ha formulado el siguiente problema:

¿Cómo influye el tiempo de pasteurización sobre la actividad antioxidante del aguamiel de Cabuya (*Agave americana* L.) en la provincia de Acobamba – Huancavelica?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Evaluar el comportamiento de la actividad antioxidante a diferentes tiempos de pasteurización y temperatura constante del aguamiel de Cabuya (*Agave americana* L.) en la provincia de Acobamba – Huancavelica.

1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar la composición fisicoquímicas y biocomponentes del aguamiel de Cabuya (*Agave americana* L.) a diferentes tiempos de pasteurización.
- Determinar el grado de aceptabilidad del aguamiel de cabuya (*Agave americana* L.) a diferentes tiempos de pasteurización.
- Establecer el tiempo de pasteurización adecuado del aguamiel de Cabuya (*Agave americana* L.) en la provincia de Acobamba – Huancavelica, que contenga una buena actividad antioxidante.

1.4. Justificación

Es importante conocer la actividad antioxidante del aguamiel de cabuya (*Agave americana* L.) para ser usada en la industria alimentaria, nutracéutica y farmacológica. La actividad antioxidante es valioso debido a que puede ayudar a las personas que las consumen a combatir enfermedades provocadas por una reacción de radicales libres o especies reactivas del oxígeno, nitrógeno o hierro. Los radicales libres son moléculas con un electrón desapareado, capaces de favorecer reacciones en cadena muy dañinas para el organismo, desencadenando un fenómeno conocido como estrés oxidativo. Dicho fenómeno ha sido recientemente asociado a enfermedades tales como Alzheimer, cáncer, además de algunas enfermedades cardiovasculares, debido a mecanismos de peroxidación lipídica, daño al ADN (Ácido Desoxirribonucleico) y proteínas, entre otros. Una de las características que se debe resaltar sobre este

alimento es que tienen propiedades nutracéuticas, entre ellas la capacidad antioxidante, pero el sometimiento a tratamientos térmicos como la pasteurización trae como consecuencia la destrucción de los metabolitos con propiedades antioxidantes y así disminuye el aporte nutricional, por lo que es importante investigar los cambios que éstos sufren a diversos tiempos de pasteurización.

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

En el trabajo intitulado "Caracterización del Aguardiente (*Agave atrovirens*) y evaluación de su capacidad antioxidante" se empleó aguardiente (*Agave atrovirens*) de Contepec, Michoacán. Se esterilizó (121°C/15 min) en frascos de vidrio, se almacenaron a 4°C. La caracterización por la AOAC, 2006, donde se obtuvo los siguientes resultados por cada 100g: Humedad 89.61, Proteínas 3.50, Cenizas 0.31, pH 6.29, Acidez titulable 0.11, Sólidos solubles 11.10, Azúcares reductores totales 29.04, Fructosa libre 10.02, Glucosa libre 0.83, Sacarosa 12.90 y Fructooligosacáridos 15.51. El contenido de fenoles totales y la capacidad de antioxidante se midió por DPPH de lo cual se obtuvo los siguientes resultados por cada 100g promedio de tres mediciones: fenoles totales 302.49, capacidad antioxidante 872.00 equivalentes de trolox. Debido a los componentes del aguardiente, en especial los FOS se espera que al evaluarlos en modelos in vivo, generen los beneficios a la salud que se le atribuyen a esta savia de agave¹.

El trabajo intitulado "Comportamiento antioxidante en la obtención de un concentrado de Maguey (*Agave salmiana*) a diferentes temperaturas", tuvo como objetivo principal evaluar el comportamiento de la actividad antioxidante durante la obtención térmica de un concentrado de *Agave salmiana* a dos temperaturas. Para la obtención del concentrado se sometió jugo de maguey a dos temperaturas (67.5±2.5°C y 87.5±2.5°C), se tomaron muestras a diferentes tiempos (0, 15, 30, 45, 7 y 105 min). Se empleó como control jugo de penca sometido a pasteurización (65°C/2 min). A cada tiempo se le determinó compuestos fenólicos totales, ácido ascórbico, actividad antioxidante (AA) por DPPH y actividad quelante. Los resultados obtenidos fueron los siguientes para ambas temperaturas se observó un incremento significativo al final de 449 a 474 mg AA/L y compuestos fenólicos totales (de 446 a 1913 mg EAG/L), alcanzándose estos máximos más rápido a 87.5°C. Mientras que para actividad

quelante se presentó un incremento mínimo (72 a 77 EEDTA/L). Estos cambios pueden deberse a reacciones de Maillard y al efecto de la concentración de sólidos. Concluyendo que en la elaboración del concentrado de penca de maguey se apreciaron cambios significativos incrementando la actividad antioxidante, lo cual podría repercutir en el alimento en el que se emplee como ingrediente ².

En la investigación denominada "Propiedades antioxidantes del maguey morado (*Rhoeo discolor*)", se hizo un seguimiento del potencial del redox, de la capacidad antioxidante, del contenido de fenoles totales y de la intensidad de color de extractos acuosos a partir de jugo fresco de maguey morado (*Rhoeo discolor*). El extracto fresco fue pasteurizado, embotellado y almacenado. Los extractos fueron introducidas en envases esterilizados y se realizaron 2 tipos de extractos: (1) a distintos tiempos de almacenamiento (0, 1, 3, 5 días), y (2) a distintos tiempos de pasteurización (0, 10, 15, 20, 25 y 30 min) a temperatura homogénea de 100 °C. El extracto fresco del jugo del maguey dorado (*Rhoeo discolor*), logro obtener alto contenido de actividad antioxidantes a 0 y 1 día de almacenamiento, que fueron significativamente menores mientras el tiempo se pasteurización se incrementaba y mayor el día de almacenamiento debido al rápido proceso de fermentación a razón del alto contenido de azúcares. El extracto pasteurizado presentó mejores propiedades contenido de fenoles totales que el extracto fresco, y estas aumentaron en el tiempo. Los extractos pasteurizados lograron obtener mayor intensidad de color cuando el tiempo de almacenamiento y los tiempos de proceso térmico se incrementaban ³.

El trabajo de investigación "Carbonatación de aguarriel" tuvo como objetivo principal realizar una evaluación de las características físicas y químicas que influyen en la producción y calidad de aguarriel, en tres variedades de maguey que se cultivan en el Estado de Tlaxcala (uno de los principales productores de maguey), con el propósito de llamar la atención de industriales y de pequeños productores. El muestreo de aguarriel se efectuó a magueyes que se encontraban en un periodo inicial a su etapa de producción. Los magueyes que se emplearon tenían una edad promedio de 8 años. La producción de aguarriel de las tres variedades de maguey se colectó mañana y

SA

tardé durante un periodo de 4 meses. El aguamiel se envasó en botellas de polietileno graduadas y etiquetadas; con fecha, hora, variedad de maguey, volumen y volumen del cajete. Todas las muestras colectadas fueron congeladas para evitar el proceso de fermentación y trasladadas al laboratorio ⁴. Finalmente se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla N°01. Componentes del aguamiel

Componentes de aguamiel	Variedades		
	Manzo	Cenizo	Amarillo
Densidad (g.L ⁻¹)	1.298	1.268	1.231
Ph	6.3	6.4	6.6
Índice de refracción	1.352	1.353	1.365
Sólidos solubles (°brix)	11.44	11.01	12.67
Acidez (%)	1.65	1.41	1.47
Humedad (%)	87.0	87.9	86.0
Proteínas (g.L ⁻¹)	3.41	3.11	2.49
Azúcares reductores (g.L ⁻¹)	1.637	1.973	1.069

Fuente: Mena ⁴.

Tomando en consideración los resultados obtenidos de esta investigación se llegó a la conclusión que el tipo de agave no es un factor determinante en las características del aguamiel que se obtiene y que sí presenta este cultivo un potencial importante para ser utilizado en la elaboración de productos novedosos con especial énfasis en la elaboración de alimentos funcionales.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. Cabuya (*Agave americana* L.)

Origen e historia

Todas las fuentes revisadas concuerdan en que el maguey es de origen mexicano, aunque algunos consideran que ya había llegado al Perú antes de los españoles. Según Garcilazo, era entonces conocida como "chuchau". Los

españoles no tardaron en llevarla a Europa en siglo XIV, y de donde se extendió por todas las regiones tropicales del continente africano, asiático en forma silvestre ⁵.

Nombres comunes

Comúnmente se encuentra en forma silvestre en nuestros valles interandinos y cumpliendo función ornamental en jardines costeros, como cerco de los terrenos de cultivo con diversos nombres vernaculares entre los cuales los más comunes tenemos: Agave, maguey, chuchau, pajpa, penca, pinca, cabuya americana, pita, cocuisa, cocui, cabuyerú, penca azul, méjico, kellupancarita, chichimeco, maguey meco, ckara, Okoepackpa, packpa ⁵.

Composición Química

El Agave presenta un alto contenido de sólidos (33%). Los fructanos representaron aproximadamente el 70% de los sólidos solubles, estos compuestos son de gran importancia para la obtención de jarabes. Tiene una Humedad de 67% y Sólidos solubles 33% (Celulosa 36.20%, Fructano 69.75% y Lignina 17.02%) ⁶. En el siguiente cuadro se muestra la Composición química Nutricional de la Cabuya:

Tabla N°02 Composición Química Nutricional de la Cabuya

NUTRIENTES	VALORES
Humedad (%)	87.38
Proteínas (%)	0.30
Grasas (%)	0.01
Carbohidratos (kcal/kg)	1200
Cenizas (%)	0.23
Potasio (%)	21.56
Magnesio (%)	7.41
Calcio (%)	9.51
Fosforo (%)	4.20

Fuente: Ariza ⁶.

Taxonomía y biosistemática

El agave tiene la siguiente clasificación:

División	Fanerógamas
Sub – División	Angiospermas
Clase	Monocotiledóneas
Orden	Iridíneas
: Familia	Amarilidáceas
Sub – Familia	Agavoidea
Género	Agave
Especie	<i>Agave americana</i> L.

Fuente: Código Internacional de Nomenclatura Botánica 7.

La familia de Amarilidáceas comprende plantas de raíz bulbosa o fibrosa, las hojas alternas y radiales en dos o en varias filas, las flores son hermafroditas solitarias o dispuestas en umbelas provistas de brácteas espatáceas; el periantio tiene seis divisiones o es tubuloso a veces de 12 a 18, con filamentos coherentes por la base con anteras biloculares. El ovario es inferior trilobular, rara vez subnuclear, con mucho óvulo anátropo y de placentación parietal; el estilo es sencillo y el estigma trilobulado. El fruto por lo común es una cápsula de 3 celdillas que se abre por 3 balbas, algunas veces es una raya, rara vez pexidio o un equenio. La semilla tegumento membranoso y pálido, albumen carnosos y embrión axil y recto. La Sub-Familia Agavoidea se caracteriza por presentar rizoma o tallo derecho con hojas fibrosas dispuestas en rosetón. El Género Agave comprende plantas indígenas de América, de tallo bastante desarrollado y vivaces de raíz fibrosa. Las hojas agudas, carnosas y terminan en una espina. Las flores tienen un periantio infundibuliforme de 6 salientes e insertados sobre el tubo del periantio; el ovario adherente e inferior; el fruto es una cápsula de 5 celdillas con muchas semillas 8.

Descripción botánica

El Maguey es una planta herbácea con un periodo de crecimiento y maduración de 8 a 18 años después de los cuales florece. El tiempo de maduración depende de las condiciones climáticas y de suelos 8.

El tallo es único, no ramificado, generalmente oculto por las hojas en su etapa inmadura. Se le descubre cuando las hojas son cortadas, las hojas están dispuestas en forma de roseta alrededor del tallo, son de color verde grisáceo muchas veces azulado, miden 1.20 a 2.00 m, son gruesas, carnosas, lanceoladas y sin pecíolo con un ancho de 30 cm, son ligeramente cóncavas hacia arriba y adentro, de bordes firmes con una hilera de espinas terminando el vértice con una espina de 3 cm de largo. La superficie está cubierta de una membrana resistente y blanquecina. En el espesor de las hojas se encuentra fibras longitudinales muy resistentes y maleables. Del vértice del tallo, en el centro de gigantesca roseta, surge verticalmente hacia arriba el tallo floral que llega a medir de 6 a 8m de altura. Se ramifica en candelabro y da origen a panículos de varios centenares de flores. Las flores son mixtas tubulares de 5 cm de largo de color amarillo verdoso, formada por 6 pétalos, 6 estambres largos y un ovario tripartido. El fruto es una cápsula triangular, prismática oblonga, de 4 cm de largo y lleno de semillas. Las semillas son planas de color negro, miden aproximadamente de 6 a 8 mm, germina en los pedúnculos florales y los frutos rápidamente son reemplazados por los hijuelos, llamados bulbillos, que son gérmenes vegetativos o plantas en miniatura con unas cuantas hojas, tallo corto y raicillas que caen al suelo y comienza la vida de una planta. Una vez producida los frutos la planta muere ⁹.

Cultivo y explotación

El maguey es una planta que crece en los valles interandinos de nuestro país, entre los 800 a 3 200 msnm, pudiéndose encontrar también a altitudes menores y mayores. En la actualidad se encuentran en mayor población en el callejón de Huaylas, en el Valle del Mantaro, Cajamarca, Cuzco, Ayacucho, Huancavelica y Huánuco. En nuestro país, se encuentra en forma silvestre cubriendo los terrenos baldíos o acompañando otras plantas, se ve un cultivo organizado alrededor de los terrenos de cultivo con fines ornamentales, de cercos vivos y de soporte contra la erosión. La planta crece a una temperatura de 22 – 27 °C, pero también resiste temperaturas menores si existe una radiación solar adecuado. En nuestro país no existe una producción agroindustrial de esta planta, se produce en forma artesanal con fines de extraer fibras, material de construcción, soporte de terrenos, como combustible y planta de forraje o como planta ornamental. Sin embargo, otros países como Brasil producen industrialmente un

promedio 250 000 toneladas de fibra de agave por año y México industrializa al agave principalmente para la producción de corticoides y hormonas sexuales, producción de bebidas alcohólicas como: Pulque, Mescal y Tequila⁹.

Usos populares de maguey

Según Pardo⁹ el maguey es una planta que tiene diversas aplicaciones, que es aprovechada generalmente por la población que conoce sus diversos usos, entre ellos tenemos:

a. **Medicinal:** En muchos lugares de nuestro país es empleado como enemagogo, ya sea la sabia no fermentada o una infusión de sus hojas. Se emplea como antirreumático, diurético, laxante, antisifilítico tomados por vía infusión de hojas. También se usa la infusión de las hojas combinado con miel para el lavado de los ojos irritados. Las hojas cocidas se usan como lociones para las enfermedades de los ojos. En México se utiliza contra el cáncer, las hojas por vía oral en forma de extracto para el espasmo estomacal.

En forma de polvo de las hojas se usa para combatir los males del hígado. Jugo de hojas como frotaciones para la artritis. La sabia se usa para consolidar los huesos, obturar heridas y reducir hinchazones.

b. **Alimentación del ganado**

Se usa como planta de forraje en su etapa inmadura, principalmente en las épocas de sequía. Constituye una alternativa para la alimentación del ganado vacuno y caprino principalmente. El aguamiel, los primeros brotes de los tres días se usa para alimentación del ganado porcino.

c. **Alimentación del hombre**

En la alimentación humana en nuestro medio, actualmente se usa la sabia denominada dulce de maguey, que se obtiene de forma artesanal en algunos lugares de nuestro país. Ésta sabia es conocida también en nuestro país y otros países como el "aguamiel" de maguey. En la población peruana según los estudios realizados del conocimiento de la planta y sus derivados, su popularidad es todavía baja. En la actualidad se sabe que la explotación del aguamiel de agave es en forma artesanal en su mayor parte, todavía no existen formas estandarizadas para su aprovechamiento. Las formas como lo consumen la población que conoce el

52

potencial alimenticio del "aguardiel" de agave pueden ser bajo la forma natural, con las cuales se preparan comidas dulces usándose como edulcorante para la preparación de desayunos, mazamoras, postres y refrescos. Ahora también ya se obtienen derivados como: chancacas y miel; bajo éstas formas se pueden comercializar, ya que bajo la forma natural no se puede comercializar porque es muy inestable, rápidamente se fermenta. Pero la comercialización bajo éstas formas de chancaca y miel aún no se ha optimizado porque generalmente se distribuyen en forma de trueques. Si bien es una alternativa para atenuar los problemas económicos de las comunidades más deprimidas, pero aún no se da la debida importancia y tampoco se incentiva su explotación racional de la planta, ya que su explotación en muchos casos implica la destrucción de la planta si no se explota adecuadamente y es necesario la reforestación continua. Bajo la forma de chancaca el producto que se obtiene es de bajo rendimiento en relación de la materia prima original, aún no se ha logrado optimizar la explotación bajo ésta forma. Bajo la forma de miel también la comercialización es todavía baja en popularidad son populares en los lugares de producción. En algunos lugares de nuestro país como en Ayacucho se usa las flores tiernas para la preparación de comidas.

d. Bebidas

La bebida que más destaca en nuestro medio, es conocida como la "chicha de maguey", que es la bebida fermentada de aguardiel, bajo esta forma es consumida por la mayoría de la población que conoce el aguardiel. En México, Guatemala y Colombia; el aguardiel constituye materia prima para la producción de bebida fermentada y destilada como tequila y mezcal. La industria de tequila constituye una de las importantes agroindustrias mexicana.

e. Material de construcción

Las hojas del maguey constituyen una fuente importante para la obtención de fibras naturales muy resistentes, maleables y muy apreciadas. A partir de las hojas se extra en fibras ya sea en la forma fresca o fibras secas. Estas fibras se usan para la construcción de sogas, hondas de los pastores, para la elaboración de mallas de pesca, mallas de embalaje, mallas de carga, objetos ornamentales y puentes

51

colgantes. El tallo floral maduro y seco se usa para la construcción de viviendas, puertas, ventanas y los corrales de los animales, así mismo para elaborar los "banquitos" para asiento de maguey.

f. Combustible

Cuando la planta cumple su ciclo vital, las hojas se secan, estas hojas son usadas como combustible para uso doméstico y principalmente para calentar hornos artesanales porque generan gran cantidad de calor. La desventaja que hace su uso doméstico poco común, es la producción de fuertes sonidos al momento de combustionar, sin embargo en el calentamiento de los hornos es muy usado.

2.2.2. Aguamiel de Cabuya (*Agave americana* L.)

El aguamiel es un exudado que se obtiene de la planta de maguey, es un producto de aspecto líquido, de sabor dulce agradable, de olor característico, con colores que varían de blanco tenue a amarillo claro. Los nombres con los que se conocen éste producto en nuestro país varía según de un lugar a otro; es así recibe las siguientes denominaciones: "Upi de cabuya", "caldo de cabuya", "dulce de cabuya" y "aguamiel de maguey", con éste último nombre se conoce en México y otros países de América latina. En nuestro país, éste derivado de maguey es conocido mayormente en los valles interandinos, lugares donde crecen y abundan las plantas de maguey, en la costa también existen plantas de maguey, pero el aguamiel es todavía poco conocido y aún no se aprovecha completamente con éstos fines. De acuerdo a los estudios realizados, en los lugares donde se explota este producto, el conocimiento aún no está bien difundida, solamente lo aprovechan pobladores conocedores de la formas de obtención y de sus propiedades organolépticas. La población lo explota tan solamente por sus características organolépticas, más no existen estudios de su valor nutricional, que ayudaran a darle la debida importancia a éste producto, ya que mayormente es utilizado por las comunidades con bajos recursos económicos y escasos conocimientos de nutrición. Además así se incentivará el cultivo de maguey con estos fines porque en la mayoría de los casos no tienen los fines de explotación para la alimentación. La mayoría de las plantaciones se encuentran en forma silvestre y la explotación del aguamiel cada vez crece entre los pobladores que conocen sus propiedades organolépticas y

formas de extracción, ya que para obtener este producto se debe tener consideraciones especiales ¹⁰.

Métodos de obtención de aguamiel

Para la extracción de aguamiel de maguey aun no existen procedimientos estandarizados en nuestro país. Cada lugar de explotación tiene su forma de extraer, pero el más conocido popularmente y el más utilizado en casi todos los lugares de nuestro país consiste en lo siguiente:

El primer paso consiste en reconocer la madurez óptima de la planta, la edad de la planta para estos fines oscila entre 8 a 10 años de edad y la otra consideración es que debe ser antes de la emergencia del tallo floral. Teniendo estas consideraciones y contando con la indumentaria adecuada para protegerse de la piel, se procede a realizar el acondicionamiento respectivo, que consiste primero en retirar las hojas utilizando materiales cortantes como la hoz o un cuchillo para sacar las hojas fibrosas, barreta con punta en pala para desprender una o tres hojas las hojas del tallo hasta llegar y dejar descubierto al tallo escapular escondido entre las hojas. Una vez llagado al tallo se realiza el perforado utilizando un perforador artesanal fabricado especialmente para tal efecto, luego se prepara un pocillo apropiado con una capacidad de 0.5 a 1.5 litros aproximadamente, que depende del tamaño de la planta. Una vez acondicionado el pocillo con su tapa respectiva para proteger de la contaminación del ambiente externo, se deja por un tiempo de 10 a 12 horas, tiempo en el cual se deposita el primer exudado, que es poco de color blanco muy viscoso, de sabor dulce amargo, este producto es desechado, todavía no es apto para el consumo humano; luego de eliminar el primer exudado se realiza el raspado de las paredes del pocillo por segunda vez y se deja por un tiempo de 12 horas, tiempo en el cual se deposita el segundo exudado, así sucesivamente se realiza el raspado cada 12 horas hasta que el exudado sea de color blanco tenue y de sabor dulce agradable. Desde el primer momento del acondicionamiento del pocillo, se raspa en promedio tres días para obtener el primer exudado apto para el consumo humano, los primeros exudados que no es todavía apto para el consumo humano se pueden usar para la alimentación del ganado porcino ¹⁰.

ya

Cada vez que se extrae el aguamiel, se realiza el raspado de las paredes del pocillo ya que el raspado es el requisito indispensable para evitar la cicatrización de las paredes del pocillo y así permitir la brotación permanente de aguamiel. Este procedimiento se puede repetir hasta agotar el exudado que depende del tamaño de la planta. Cada 12 horas se debe de extraer el aguamiel, debido a que pasado más tiempo depositado en el pocillo se fermenta, más aún en las épocas soleadas y ya no es apto para el consumo humano pero si para los animales. Una vez extraída de la planta, el "aguamiel" debe ser rápidamente utilizado, ya que a los dos a cuatro horas después de haber sacado de la planta se inicia el proceso de fermentación, esto depende de la temperatura del ambiente. La forma como los pobladores pueden evitar el deterioro en el lugar de nuestra muestra en estudio, es sometiendo a ebullición por un tiempo de 5 a 10 minutos. La cantidad de aguamiel que se puede extraer de cada planta varía de acuerdo al tamaño de la planta, de su madurez óptima y de la estación del año. Es así que se pueden obtener un promedio de 2 a 4 litros diarios por un tiempo de dos meses aproximadamente. Por lo tanto la cantidad de aguamiel que se obtiene es de 120 a 240 litros por planta aproximadamente. La planta al ser usado con estos fines puede completar su ciclo vital y pueden ser provechadas con otros fines comunes ya mencionados, pero esto depende de los cuidados que se tiene durante la explotación de aguamiel. En la mayoría de los lugares donde las plantas de maguey son explotadas para con fines de extracción de aguamiel, son destruidas por la manipulación inadecuada durante el acondicionamiento del pocillo o por el desconocimiento de la forma de extracción. No existen el interés de una reforestación, esto debido a que no se le dan la importancia necesaria por el desconocimiento de su valor nutricional y de que también son recursos agotables. Otro detalle importante a tener en cuenta es el cuidado que se debe de tener en cuenta durante todo el tiempo de extracción de aguamiel, es la protección de la piel de la secreción de las hojas. Esto es importante debido a que las hojas contienen ácido oxálico y al entrar en contacto con la piel destruye el epitelio generando una dermatitis que es severa en muchos casos y muy desagradable que genera un escozor intenso por mucho tiempo y además deja en la piel manchas blancas que tarda en desaparecer un buen tiempo. Por temor a

estas consecuencias los pobladores muchas veces no los aprovechan y dejan pasar las oportunidades de explotar el aguamiel y sus diferentes derivados. El contacto de la piel con la secreción de las hojas, se puede evitar usando indumentaria adecuada como el guantes de látex para proteger las manos y mascarilla para proteger la piel de la cara ¹⁰.

Pasteurización del aguamiel

La pasteurización es el proceso térmico realizado a líquidos (generalmente alimento), con el objeto de reducir los agentes patógenos que puedan contener, tales como bacterias, protozoos, mohos y levaduras ¹¹.

Formas de uso popular del aguamiel

Tradicionalmente el aguamiel se usa directamente en forma fresca como edulcorante para preparar desayunos, mazamoras. Como el aguamiel es un producto bebible, agradable, de sabor dulce se consume también directamente como bebida refrescante en las temporadas de calor. La forma de uso que más destaca popularmente en la actualidad, es la bebida fermentada conocida como "chicha de maguey", ésta bebida ya se ha constituido como una de las bebidas típicas, su uso se ha popularizado por su agradable sabor, en comparación a la chicha de jora, este producto fermentado no requiere azúcar para beber ya que por sí sola es de sabor dulce espumoso y gasificado. La chicha de maguey se ha popularizado tanto, es así que se ha convertido como la bebida fermentada preferida por la población productora y por los visitantes ¹⁰.

2.2.3. Actividad antioxidante

Los productos vegetales poseen una variedad de compuestos químicos que actúan como agentes antioxidantes, inhibiendo la formación y el daño producido por radicales libres, que no sólo producen rancidez y pérdida de alimentos en su almacenamiento, sino que están asociados con enfermedades crónicas como el cáncer, Alzheimer, enfermedades cardiovasculares y están ligados al proceso de envejecimiento. Antioxidante es cualquier sustancia que a bajas concentraciones reduce significativamente o previene la oxidación de un sustrato. Los antioxidantes más comunes en vegetales son las vitaminas C y E, carotenoides, flavonoides y

compuestos fenólicos ¹¹. La actividad antioxidante es la capacidad acumulativa de los componentes de un alimento de atrapar radicales libres. Los radicales libres tienen un electrón desapareado o libre por lo que son muy reactivos ya que tienden a captar un electrón de moléculas estables con el fin de alcanzar su estabilidad electroquímica. La molécula que se lo cede se convierte a su vez en un radical libre por quedar con un electrón desapareado, iniciándose así una reacción en cadena que destruye nuestras células. El consumo de aceites vegetales hidrogenados, como los de la margarina, y ácidos grasos trans, como los de la carne y leche, también contribuyen al aumento de radicales libres ¹².

El resveratrol del vino o las isoflavonas de la soya son sólo algunos ejemplos de la reciente tendencia a buscar compuestos bioactivos en los alimentos. Lo cierto es que estos compuestos de nuestra dieta han demostrado actividad antioxidante al ser probadas en estudios en animales y humanos, teniendo un efecto protector frente al cáncer, enfermedades cardiovasculares y neuro degenerativas. Por otra parte, la actividad antioxidante de un alimento también depende del microambiente en que se encuentra el compuesto. Los compuestos interactúan entre sí pudiendo producirse efectos sinérgicos o inhibitorios. El efecto sinérgico que puede existir entre diferentes antioxidantes indica que el efecto antioxidante total puede ser más grande que la suma del efecto antioxidante individual y en el aislamiento de un componente no se verá exactamente reflejado toda su acción. La gran diversidad de métodos empleados proporciona resultados numéricos difíciles de comparar. Para solventar este problema, en la mayoría de estudios científicos en los que se valora la actividad antioxidante, bien de compuestos puros o extractos vegetales, se utiliza el Trolox (ácido-6-hidroxi-2,5,7,8-tetrametilcromano-2-carboxílico) como patrón, que se caracteriza por ser un análogo hidrosoluble de la vitamina E. El ensayo para medir la actividad antioxidante expresada en equivalentes Trolox constituye uno de los métodos que aparece referenciado con gran frecuencia en la bibliografía científica ¹³.

Por definición, la actividad antioxidante es la capacidad de una sustancia para inhibir la degradación oxidativa. A diferencia de la sola medición del contenido de un antioxidante determinado, la medición de la actividad antioxidante de un alimento

permite cuantificar la capacidad que tendrían todos los compuestos antioxidantes presentes en éste (vitaminas + carotenoides + polifenoles + otros que no responden a las categorías anteriores) para actuar simultáneamente como una mezcla de compuestos antioxidantes ¹⁴.

Métodos de evaluación

Muchos métodos han sido descritos para medir la efectividad de los antioxidantes naturales o sintéticos. De hecho, muchas técnicas se basan en determinar la actividad antioxidante ya sea expresada como una medida de la estabilidad de aceites y materiales lipídicos frente a la oxidación, como una medida antirradical explícita frente a radicales oxidantes específicos o como la actividad frente a metales catalizadores de la producción de radicales libres. Los métodos de evaluación de la actividad antioxidante se basan en comprobar cómo un agente oxidante induce daño oxidativo a un sustrato oxidable, daño que es inhibido o reducido en presencia de un antioxidante. Esta inhibición es proporcional a la actividad antioxidante del compuesto o la muestra ¹⁵.

Dentro de los métodos propuestos para medir la actividad anti radical de materiales biológicos frente a radicales oxidantes, los más comunes por su facilidad de uso, rapidez y sensibilidad, son aquellos que involucran compuestos cromógenos de naturaleza radical. La presencia de antioxidantes conduce a la separación de estos radicales cromógenos por medio de la captura de los mismos, con la consecuente decoloración de la solución que los contiene, la cual puede ser medida por métodos espectrofotométricos ¹⁶.

La captación de radicales libres es el principal mecanismo de acción de los antioxidantes en los alimentos. Se han desarrollado muchos métodos en los que se mide la actividad antioxidante a través de la captación de radicales libres sintéticos en solventes orgánicos polares, por ejemplo metanol, a temperatura ambiente. Los radicales usados son del tipo 2,2-difenil-1-picrilhidrazilo (DPPH) y 2,2-azinobis (3-etilbenzotiazolina-6-ácidosulfónico) (ABTS). Estos métodos pueden ser útiles para la búsqueda de nuevos antioxidantes ¹⁷.

45

Método DPPH

Este método nos permite evaluar la actividad antioxidante de sustancias frente al radical libre estable 2,2-difenil-1-picrilhidrazilo (DPPH) en una solución metanólica que tiene un color violeta intenso, el cual se pierde progresivamente cuando se añade la muestra que contiene antioxidantes. La reducción del DPPH es seguida por monitoreo de la disminución de la absorbancia en la longitud de onda característica durante la reacción. El radical en forma de DPPH absorbe a 515nm y por reducción de un antioxidante (AH) disminuye la absorbancia. El electrón desapareado en el radical libre DPPH da una máxima absorción a 515nm y es de color violeta. El color cambia de violeta hacia naranja pálido, a medida que va reaccionando, cuando el electrón desapareado del radical DPPH consigue aparearse con un hidrógeno de un antioxidante para dar la forma reducida DPPH-H. La capacidad para secuestrar los radicales DPPH está en función al contenido del principio activo presente en cada una de las muestras en estudio. La reducción de la concentración del DPPH está indicada como el decremento de la absorbancia en el tiempo ¹⁶.

a) Otros métodos

Los distintos métodos difieren en el agente oxidante, en el sustrato empleado, en la medida del punto final, en la técnica instrumental utilizada y en posibles interacciones de la muestra con el medio de reacción. Además, los objetivos de los diferentes métodos de medida son diversos. Entre ellos, la medida de la resistencia de un alimento a la oxidación, la evaluación cuantitativa del aporte en sustancias antioxidantes o la evaluación de la actividad antioxidante del plasma una vez ingerido el alimento ¹⁶.

Entre otros métodos conocidos por sus siglas, tenemos:

- Capacidad de absorbancia del radical oxígeno (ORAC por sus siglas en inglés).
- Parámetro antioxidante de tratamiento total de radicales (TRAP).
- (ABTS, test del status antioxidante total).
- Sistema ABAP y generación del ácido hipocloroso (HOCl): sistema Na OCl/H₂SO₄.

- Entre otros.

Las condiciones para el empleo de los métodos de transferencia de electrón como el ABTS y DPPH, pueden variar de alguna forma (por ejemplo, el pH, los solventes y la longitud de onda a la que se mide), dando diferentes resultados. Sin embargo, son muy útiles para evaluar la actividad antioxidante de sustancias y alimentos que los contienen. Estos métodos pueden servir para evaluar si el proceso de elaboración de un alimento influye sobre la actividad antioxidante, además de ser un indicativo del potencial antioxidante para su consumo. La mayoría de los métodos de medida de la actividad antioxidante no emplean especies radicales de significado biológico. Son radicales ajenos al organismo el DPPH o el ABTS. Estos métodos in vitro son útiles para comparar la actividad antioxidante de diferentes muestras de alimentos, pero los resultados son limitados desde un punto de vista nutricional ya que no reproducen la situación fisiológica del organismo ¹⁷.

Tratamiento térmico y actividad antioxidante

La pasteurización es un proceso necesario para prolongar la vida útil de los jugos comerciales. El procesamiento térmico de productos a altas temperaturas si bien elimina la posibilidad de daño microbiológico y reduce la actividad enzimática, afecta la calidad del producto, produce la pérdida de componentes termolábiles y termo sensibles responsables de las propiedades organolépticas y nutricionales de los alimentos. La calidad de los alimentos esterilizados difieren mucho de los frescos, particularmente el aroma, las vitaminas y componentes volátiles de estos productos son influenciados dramáticamente por los tratamientos térmicos. El escaldado no altera significativamente las propiedades antioxidantes y la pasteurización aumenta los valores tanto de capacidad antioxidante como el contenido de fenoles totales en los vegetales ².

2.3. Hipótesis

De acuerdo al problema formulado se ha planteado la siguiente hipótesis:

El tiempo de Pasteurización no influye en la actividad antioxidante, del aguamiel de Cabuya (Agave Americana L.) en la provincia de Acobamba – Huancavelica.

2.4. Variables de estudio

Cuadro Nº01. Definición Operativa de variables

Variable independiente	<ul style="list-style-type: none"> • Tiempo de pasteurización de aguamiel de Cabuya a temperatura constante. - Testigo - 15 minutos a 80 °C - 30 minutos a 80 °C - 45 minutos a 80 °C
Variable dependiente	<ul style="list-style-type: none"> • Actividad antioxidante del aguamiel de Cabuya • Propiedades Fisicoquímicas • Biocomponentes • Aceptabilidad

CAPITULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Ámbito de estudio

La extracción y pasteurización del aguamiel de Cabuya se desarrolló en la Provincia de Acobamba - Huancavelica, y los análisis de las muestras para evaluar la actividad antioxidante, composición fisicoquímica y Biocomponentes, se realizó en el Laboratorio de Análisis Instrumental de la Facultad de Ingeniería en Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional del Centro del Perú - Huancayo.

3.2. Tipo de investigación

Es de tipo aplicada.

3.3. Nivel de Investigación

Es de nivel experimental.

3.4. Método de Investigación

El método que se aplicó en el presente trabajo fue el Hipotético – Deductivo, se analizó la actividad antioxidante, composición fisicoquímica y biocomponentes a diferentes tiempos de pasteurización del aguamiel de cabuya y posteriormente se determinó el grado de aceptabilidad al tratamiento con buena actividad antioxidante.

3.5. Diseño de Investigación

La determinación de la capacidad antioxidante, propiedades fisicoquímicas, Beta carotenos, Vitamina C y azúcares reductores se realizaron para los 04 tratamientos, (T1=Jugo Fresco de Cabuya, T2=Aguamiel de Cabuya con pasteurización a 80° C x 15 min, T3=Aguamiel de Cabuya con pasteurización a 80° C x 30 min y T4=Aguamiel de Cabuya con pasteurización a 80° C x 45 min).

El grado de aceptabilidad se realizó a partir de la Evaluación Organoléptica (Sabor, Olor y Color), para los 04 tratamientos, resultados que fueron sometidos a la evaluación estadística a partir de un DBCA para 30 repeticiones (jueces) así mismo para determinar la significancia de los tratamientos se utilizó la prueba de significación de

Tukey al 5% de probabilidad, los cuales fueron analizados a partir del Paquete Estadístico MINITAB 16, donde se pudieron obtener los ANOVAs para los tratamientos en estudio.

Tabla Nº03. Instrumento de recolección de la Evaluación Organoléptica.

	T1			T2			T3			T4		
Jueces	TESTIGO			15min x 80°C			30min x 80°C			45min x 80°C		
	SABOR	OLOR	COLOR	SABOR	OLOR	COLOR	SABOR	OLOR	COLOR	SABOR	OLOR	COLOR
1												
2												
3												
.												
.												
.												
29												
30												

El modelo estadístico correspondiente de un DBCA, tiene la ecuación lineal siguiente:

$$Y_{ij} = u + T_i + \beta_j + E_{ij}$$

- Y_{ij} : Observación la unidad experimental
- u : Media general
- T_i : Efecto del i - ésimo tratamiento
- B_j : Efecto del j – ésimo bloque
- E_{ij} : Error Experimental de las observaciones

Tabla Nº04. Descripción del Análisis de Varianza (ANOVA)

FUENTE DE VARIACIÓN	GL	SM	CM	FC	Ft		Grado De Significancia
					0.05	0.01	
Bloque							
Tratamientos							
Error							
TOTAL							

3.6. Población, Muestra, Muestreo

- 3.6.1. Población:** La presente investigación se estudiaron como población universo las plantaciones de Cabuya (*Agave Americana*), pertenecientes a la Provincia de Acobamba – Huancavelica. La cantidad de plantaciones fue de 01 Cabuya, elegida como apropiada para el proceso de recolección del Aguamiel, esto debido a la ausencia de del maguey (tallo con florescencia que absorbe el contenido de aguamiel y nutrientes para su crecimiento). El ambiente específico seleccionado para la recolección de muestra fue la zona denominada “Chuppa” a 1 Km de distancia de la provincia de Acobamba.
- 3.6.2. Muestra:** La muestra obtenida estuvo constituida por 4 litros de aguamiel de cabuya (*Agave americana L.*) proveniente de la zona denominada “Chuppa”, de la Provincia de Acobamba – Huancavelica.
- 3.6.3. Muestreo:** Para la selección de la Cabuya apropiada para la recolección de Aguamiel, se realizó el tipo de muestreo al azar conveniente, esto debido a la presencia de plantaciones de Cabuya con maguey (tallo con florescencia), el cual podría influir en el proceso de elección.

3.7. Técnicas e Instrumentos de Recolección de datos

Cuadro N° 02. Descripción Técnicas e Instrumentos de Recolección de datos

Técnicas	Instrumentos	Recolección de datos
Observación directa	Ficha de observación, libretas de campo.	Calidad del aguamiel de Cabuya
Mediciones	balanza digital, termómetro, refractómetro, pH metro, etc.	- Cantidad del aguamiel de Cabuya - Tiempo de pasteurización del aguamiel de cabuya
Recolección de información	Revisión bibliográfica de libros, formatos impresos y virtuales.	Referencias bibliográficas para la extracción y pasteurización del aguamiel de cabuya.
Estudio de los parámetros óptimos	Control del proceso de pasteurización.	Control de los diferentes tiempos de pasteurización del aguamiel de cabuya.
Evaluación de la actividad antioxidante	Método DPPH	Actividad antioxidante de cada tratamiento
Estudio de la aceptabilidad	Evaluación Organoléptica	Sabor, Color, Olor.
Estudio de las componentes fisicoquímicas	Método de A.O.A.C. (2007)	Acidez, Índice de Refracción, Sólidos Solubles, pH y Densidad de cada tratamiento.
Estudio de los Biocomponentes	Método de A.O.A.C (2007) Método Azúcares, Miller, 1959.	Betacaroteno, Vitamina C, Azúcares reductores de cada tratamiento.

3.8. Procedimiento de Recolección de Datos

La recolección de datos se inició con el análisis documental, ya que este constituye el punto de partida de la investigación, debido a que es la fuente que origina las principales características sobre la temática a tratar, seguidamente se realizó la toma de la muestra para poder identificar las variables pertinentes a los objetivos de la investigación.

Posteriormente se continuó con la recolección de datos a través del análisis de actividad antioxidante, Biocomponentes y composición fisicoquímica, en el Laboratorio de Análisis Instrumental de la Universidad del Centro del Perú. Finalmente se realizó a través de la aplicación de Fichas de evaluación que permiten medir el grado de aceptabilidad a través de un cuestionario escrito donde el juez identifica todas las características como el olor, sabor, color, etc.

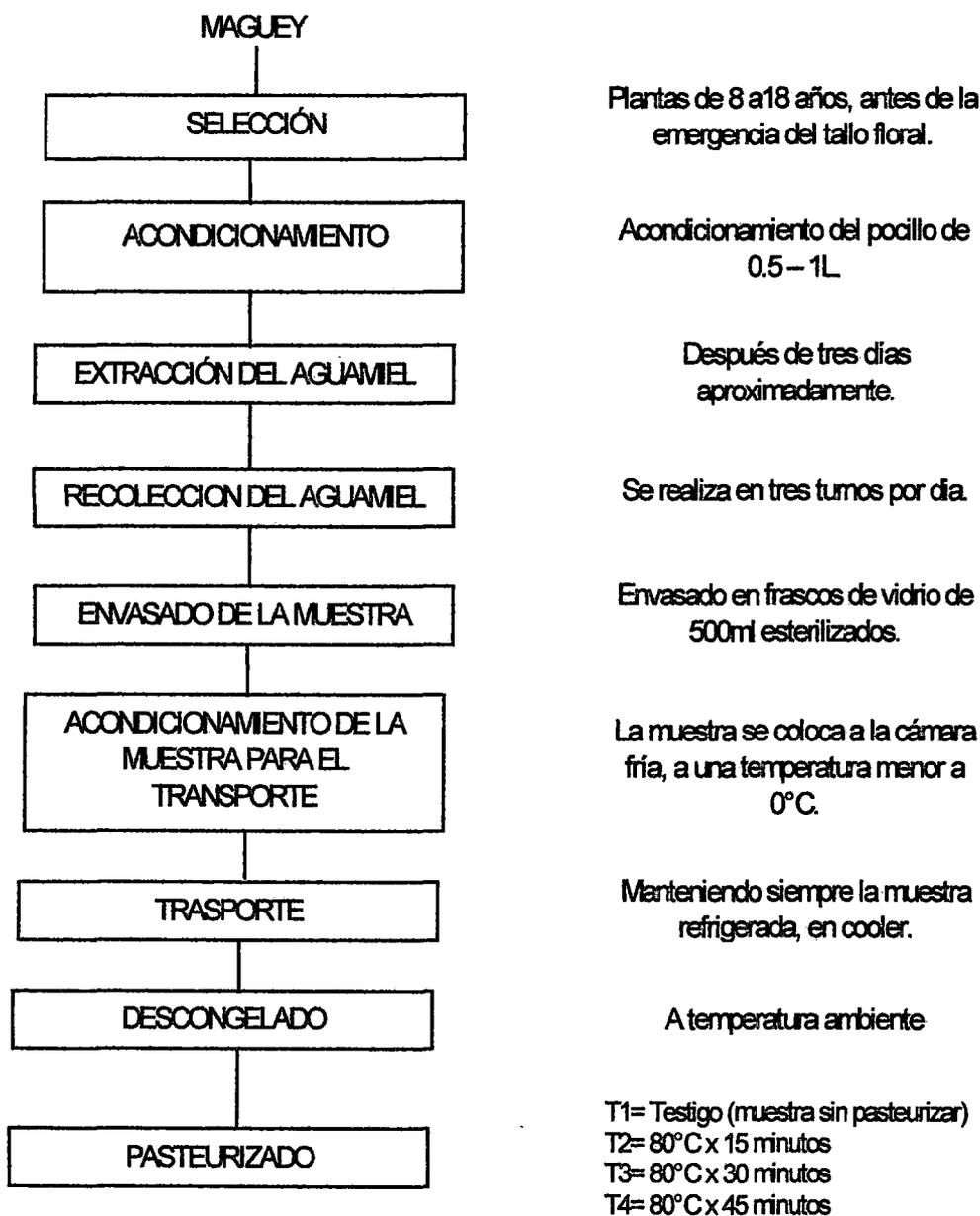


Figura Nº01. Diagrama de flujo para la Obtención y preparación de la muestra de aguamiel.

28

Descripción del diagrama de flujo

- **Selección de la cabuya (*Agave americana L.*) para la producción de aguamiel**
Se seleccionó una Cabuya madura, observando que la planta llega a su madurez al engrosarse el meristemo, conocido también como corazón de la Cabuya, localizado en el centro de la roseta donde nacen las hojas. Esta hinchazón indica que la formación de la gigante inflorescencia está próxima. La mayoría de las hojas apuntan lateralmente y son cóncavas hacia arriba, de base ancha y angosta hacia la punta. Pocas hojas deben cubrir el meristemo, las mismas que suelen tener una coloración verdosa más clara.
- **Elaboración del orificio de la Cabuya (*Agave americana L.*) para la producción de aguamiel**
Una vez seleccionada la planta de Cabuya (*Agave americana L.*) y contando con la indumentaria adecuada para protegerse de la piel, se procede a realizar el acondicionamiento respectivo para la determinación del lugar en donde se realizó el orificio, generalmente se ubica en el lugar de la sexta hoja contando en forma vertical desde la primera hoja que más cerca se encuentre del suelo. Esta hoja es seleccionada siempre que la base de donde esta nace, se encuentre en una posición de cara hacia arriba, para que la construcción del orificio de almacenamiento del aguamiel pueda gozar de profundidad y de paredes laterales. Una vez ubicada la hoja se procedió a cortar de dos a cuatro hojas (pencas) para acceder al orificio y dejar el libre acceso para la recolección diaria del aguamiel. A fin de evitar heridas provocadas por los espinos de las hojas vecinas al orificio se cortó el borde de estas. Con la ayuda de un cuchillo se continuó agrandando el orificio para la primera exudación hasta que pueda almacenar una cantidad aproximada de 1litro de aguamiel.
- **Acondicionamiento del orificio de aguamiel de Cabuya**
Una vez realizado el orificio se lo lavó bien con agua para contrarrestar la cicatrización de las paredes internas y facilitar la exudación de aguamiel, luego se dejó reposar por un tiempo de 10 a 12 horas, tiempo en el cual se depositó el primer exudado, que es poco de color blanco muy viscoso, de sabor dulce amargo, este producto fue desechado, porque todavía no es apto para el consumo

humano; luego de eliminar el primer exudado se realizó el raspado de las paredes del pocillo por segunda vez y se dejó por un tiempo de 12 horas, tiempo en el cual se depositó el segundo exudado, así sucesivamente se realizó el raspado cada 12 horas hasta que el exudado sea de color blanco tenue y de sabor dulce agradable. Desde el primer momento del acondicionamiento del pocillo, se raspó en promedio tres días para obtener el primer exudado apto para el consumo humano.

- **Recolección de Aguamiel**

La recolección de aguamiel se realizó en tres turnos por día. La primera se realizó en la mañana normalmente de 6am a 8am, la segunda al medio día y la tercera recolección desde las 17 a 18 horas. Para la recolección del aguamiel se utilizó cucharones y recipientes pequeños para luego depositar en jarras con medida, este aguamiel luego fue colocado en envases limpios, haciéndola pasar primero por un cedazo fino, para eliminar residuos de la pared celulósica del orificio producto del raspado. Cada vez que se extrae el aguamiel, se realiza el raspado de las paredes del pocillo ya que el raspado es el requisito indispensable para evitar la cicatrización de las paredes del pocillo y así permitir la brotación permanente de aguamiel. Se utiliza para esto un objeto en forma de cuchara con bordes afilados. Finalizado el raspado se procedió a retirar los residuos y a cubrir nuevamente el orificio del Agave con una lámina o trozo de hoja y piedra.

3.8.1. Proceso de recolección, conservación y transporte de la muestra de aguamiel de Cabuya

Recolección de la Muestra

La recolección de la muestra de aguamiel para su análisis, se llevó a cabo en una Cabuya madura en condiciones normales de producción de aguamiel en la Provincia de Acobamba - Huancavelica. Este Agave se encontraba en la séptima semana de producción, contando desde el tiempo en que se elaboró el orificio para la acumulación del aguamiel.

En el día de recolección de la muestra, se realizó el raspado a las 7 a.m. Previo a este raspado en la mañana, hubo que retirar el aguamiel acumulada durante toda

la noche, la misma que se encontraba ligeramente fermentada y que ya no era útil para los análisis respectivos, pero sí para enriquecer la comida del ganado. Es inevitable que el aguamiel posea microorganismos propios de su medio ambiente o de su entorno, ya que su recolección es una práctica al aire libre del campo. Sin embargo se tuvo en cuenta la limpieza e inocuidad de los utensilios usados para la recolección, a fin de no agregar más microorganismos al producto cosechado.

- **Conservación de la Muestra**

Para evitar el proceso de fermentación y conservar intacta la muestra durante la toma de muestra, el transporte y la manipulación; fue necesario usar una cámara fría (Cooler).

Para la recolección y transporte de la muestra se trasladó esta cámara de refrigeración hasta el lugar de recolección, es decir hasta la planta de Cabuya, una vez que se recogió la muestra en recipientes estériles de vidrio, se colocó rápidamente en la cámara fría acondicionado con panees de Hielo y así se conservó a lo largo del transporte de la muestra hasta el momento de su análisis.

- **Traslado de la muestra**

Las muestras fueron transportadas debidamente conservadas a la Ciudad de Huancayo, para realizar sus análisis respectivos en el Laboratorio de Análisis Instrumental de la Universidad Nacional del Centro del Perú, el tiempo de viaje Acobamba – Huancayo tuvo una duración de 3 horas.

3.8.2. Preparación de la muestra

La muestra se trasladó en frascos de vidrio de 250 ml de capacidad, que llegó congelado en la cámara fría (Cooler) al laboratorio de Análisis Instrumental de la Facultad de Ingeniería en Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional del Centro del Perú. Una vez estando en el laboratorio se descongeló rápidamente, se refinó para eliminar algunas partículas del tallo de la planta o algún contaminante y se prosiguió con la pasteurización a diferentes tiempos, para así obtener los tratamientos.

Los tratamientos consistieron en:

- **Tratamiento 1 (Jugo Fresco)**

Para este tratamiento se descongeló rápidamente y se prosiguió con el análisis de la actividad antioxidante, fisicoquímico (acidez, índice de refracción, sólidos solubles, pH y densidad), Biocomponentes (Beta carotenos, Vitamina C y Azúcares reductores) y organoléptica.

- **Tratamiento 2 (80°C x 15 min)**

Consistió en pasteurizar al Aguarriel de cabuya a 80°C, por un tiempo de 15 min, para luego realizar los análisis de la actividad antioxidante, fisicoquímico (acidez, índice de refracción, sólidos solubles, pH y densidad), Biocomponentes (Beta carotenos, Vitamina C y Azúcares reductores) y Organoléptico.

- **Tratamiento 3 (80°C x 30 min)**

Para este tratamiento se pasteurizó al Aguarriel de cabuya a 80°C, por un tiempo de 30 minutos, para luego realizar los análisis de la actividad antioxidante, fisicoquímico (acidez, índice de refracción, sólidos solubles, pH y densidad), Biocomponentes (Beta carotenos, Vitamina C y Azúcares reductores) y Organoléptico.

- **Tratamiento 4 (80°C x 45 min)**

Para este tratamiento se pasteurizó al Aguarriel de cabuya a 80°C, por un tiempo de 45 minutos, para luego realizar los análisis de la actividad antioxidante, fisicoquímico (acidez, índice de refracción, sólidos solubles, pH y densidad), Biocomponentes (Beta carotenos, Vitamina C y Azúcares reductores) y Organoléptico.

3.9. Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos

3.9.1. Determinación de la actividad antioxidante del aguarriel de Cabuya

Se realizó basándose en una reacción con el 2,2 difenil-1-picrilhidrazilo (DPPH). Los resultados se expresaron en porcentaje de inhibición de radicales libres. La lectura de absorbancia se registró a una longitud de onda de 765 nm.

3.9.2 Análisis físico químico del aguamiel de Cabuya

a) Acidez

Método: Acidez titulable (A.O.A.C. 2007)

Fundamento: Neutralización de la acidez producida por la muestra en dilución acuosa con soda utilizando fenolftaleína como indicador.

b) Índice de refracción

Método: Refractometría (A.O.A.C. 2007)

Fundamento: Basado en el cambio de velocidad que experimenta la radiación electromagnética al pasar de un medio a otro, como consecuencia de su interacción con los átomos y moléculas del otro medio. Dicho cambio de velocidad se manifiesta en una variación en la dirección de propagación. Lo cual se midió con el Refractómetro.

c) Sólidos solubles

Método: Refractometría (A.O.A.C. 2007)

Fundamento: Expresado en grados Brix que indican la concentración de sacarosa en una solución pura y a temperatura de 20°C.

d) pH

Método: Potenciómetro (A.O.A.C. 2007)

Fundamento: Evaluación de las diferencias de potencial entre un electrodo estándar de Calomel previamente calibrados usando sus sales amortiguadoras.

e) Densidad

Método: Pícnómetro (A.O.A.C. 2007)

Fundamento: La determinación de la densidad se realizó por el método del Pícnómetro, este instrumento de precisión y gravedad específica, sirve para medir con precisión la densidad en líquidos, de tal manera que pueda

obtenerse un volumen para un peso específico en g/ml, medidos a temperatura ambiente (20°C).

3.9.3. Análisis de Biocomponentes del aguamiel de Cabuya

a) Beta caroteno

Método: Espectrofotometría (A.O.A.C. 2007)

Fundamento: La determinación de Beta-caroteno se realizó por el método de Espectrofotometría a 450 nm. Estos análisis se efectuaron en ausencia de luz, reportándose resultados en ug/g, equivalente de Vitamina A.

b) Vitamina C

Método: Espectrofotometría (A.O.A.C. 2007)

Fundamento: Se basa en la reducción del colorante 2,6 diclorofenolindofenol, por el efecto del ácido ascórbico en la solución. Se realizó por el método de Espectrofotometría a 520 nm, reportándose resultados en mg/100g.

c) Azúcares reductores:

Método: Espectrofotometría (Miller, 1959)

Fundamento: Es un método en que se emplea 3,5-ácido dinitrosalicílico para la hidrólisis de polisacáridos presentes en una muestra, seguido de la determinación espectrofotométrica a 540nm de los azúcares reductores.

3.9.4. Análisis Organoléptica del aguamiel de cabuya

Se llevó a cabo utilizando el método Organoléptico de calificación por puntos, se realizó contando con panel de 30 personas de 23 años promedio y seleccionados, de la misma forma que se realizó durante la formulación, pero en este caso se evaluó todos los atributos.

Cuadro Nº 03. Descripción de la Escala Hedónica

Parámetros Organolépticos	CALIFICACIONES
Color	5 = Excelente
Sabor	4 = Muy Bueno
Clor	3 = Bueno
	2 = Regular
	1 = Malo

CAPITULO IV: RESULTADOS

4.1. Presentación de resultados

4.1.1. Actividad antioxidante del aguamiel de Cabuya (*Agave americana L.*)

La determinación de la Capacidad Antioxidante de los 04 Tratamientos: T1=Jugo Fresco de Cabuya, T2=Aguamiel de Cabuya con pasteurización a 80°C x 15 min, T3=Aguamiel de Cabuya con pasteurización a 80°C x 30 min y T4=Aguamiel de Cabuya con pasteurización a 80°C x 45 min; donde se desarrolló por el método DPPH, ensayo descrito por la AOAC (2012), donde se determinaron los porcentajes (%) de inhibición de los tratamientos.

En la Tabla N°05 y Figura N°02 se puede apreciar la actividad antioxidante del aguamiel de Cabuya (*Agave americana L.*), donde se observa que al incremento de temperatura también incrementa la actividad antioxidante, hasta cierto tiempo luego desciende.

Tabla N°05. Actividad antioxidante del aguamiel de Cabuya a diferentes tiempos de pasteurización.

Componente	Tiempos de pasteurización			
	Jugo Fresco	80°C x 10 min	80°C x 30 min	80°C x 45 min
Actividad antioxidante	40.03	42.34	41.49	40.47
(% de inhibición)				

Fuente: Informe de Ensayo – LABAI-FAIIA-UNCP.

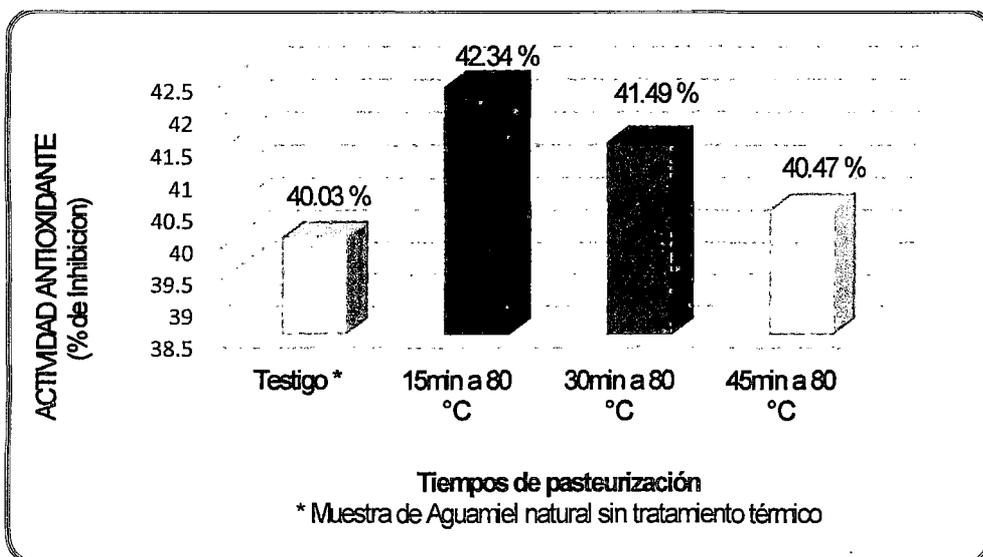


Figura Nº02. Actividad antioxidante del aguamiel de Cabuya a diferentes tiempos de pasteurización.

4.1.2. Características fisicoquímica del aguamiel de Cabuya (*Agave americana* L.)

Tabla Nº06. Características fisicoquímica del aguamiel de Cabuya (*Agave americana* L.) a diferentes tiempos de pasteurización.

Componentes	Tratamientos			
	Jugo Fresco	15min x 80°C	30min x 80°C	45 min x 80°C
Acidez (expresado en % de ácido málico)	0.319	0.320	0.340	0.380
Índice de refracción a 20°C	1.350	1.361	1.362	1.370
Sólidos solubles (°Brix)	10.33	10.80	11.60	12.50
pH a 20°C	4.85	5.26	5.49	5.75
Densidad a 20°C (g/ml)	1.034	1.045	1.051	1.055

Fuente: Informe de Ensayo – LABAI-FAIIA-UNCP

En las Figura N°03 y 04 se observa que existe un incremento en el contenido de ácidos (expresado en % de ácido málico) y solidos solubles, ya que el Agave americana L. posee alto contenido de Solidos solubles (Sacarosa), el cual influye en la presencia de acidez.

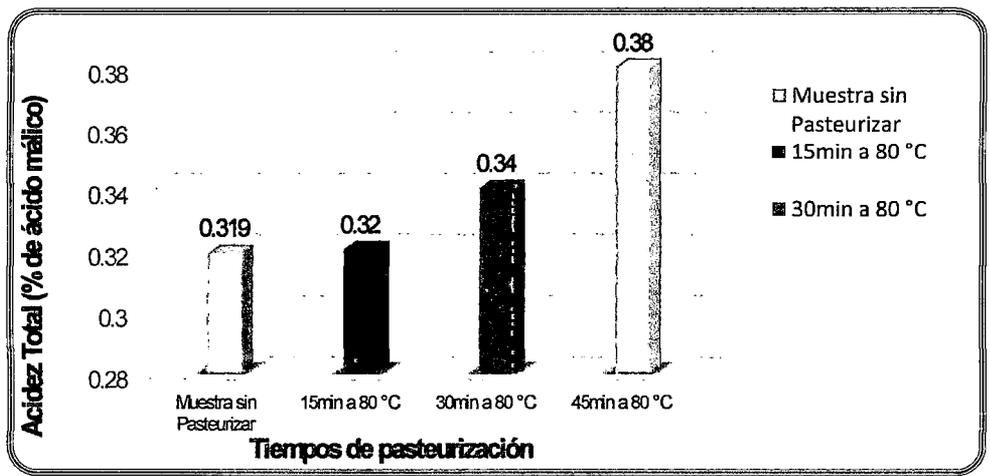


Figura N°03. Acidez (expresado en % de ácido málico) del aguamiel de Cabuya a diferentes tiempos de pasteurización.

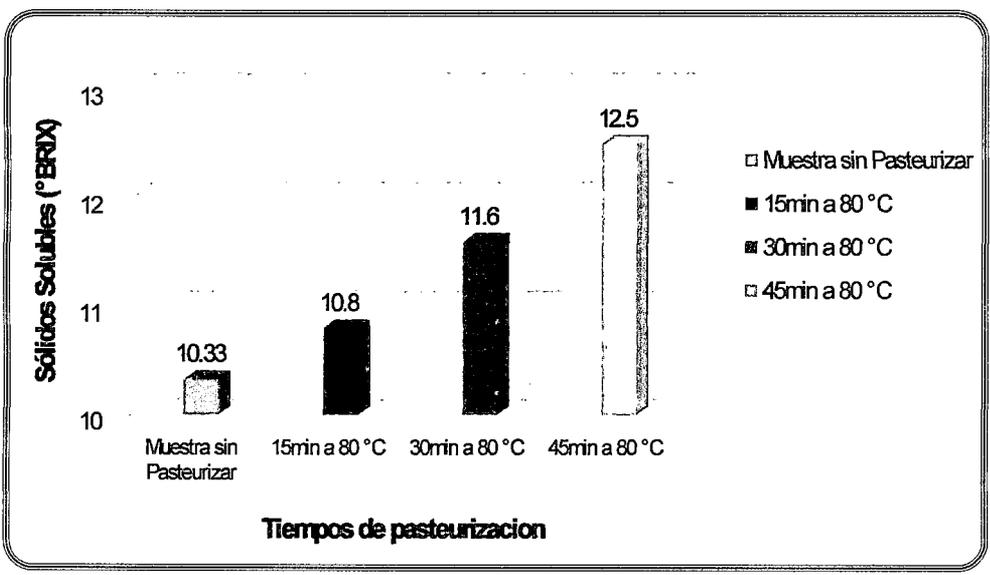


Figura N°04. Sólidos solubles del aguamiel de Cabuya a diferentes tiempos de pasteurización.

En la Figura N°05 y 06 se observa el aumento de la densidad, lo que se traduce también el aumento del índice de refracción.

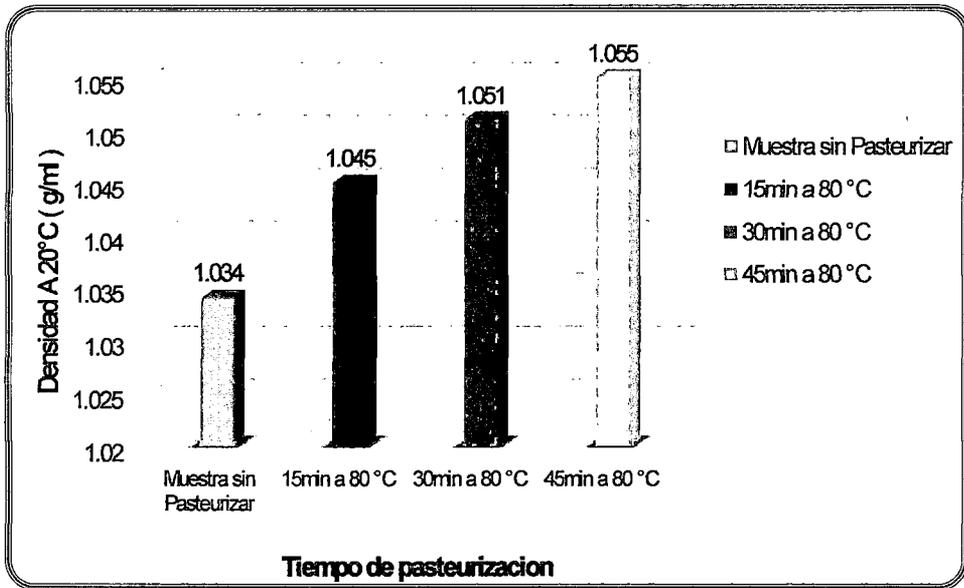


Figura N°05. Densidad del aguamiel de Cabuya a diferentes tiempos de pasteurización.

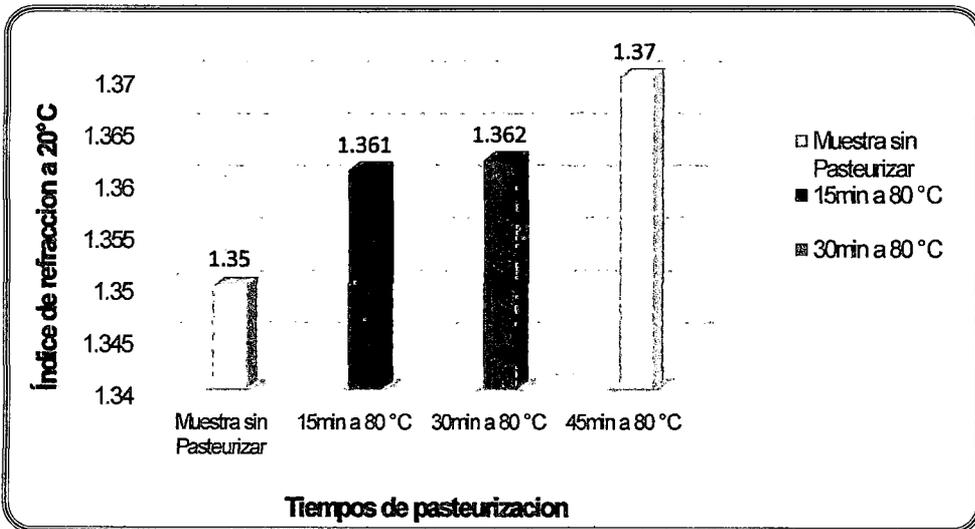


Figura N°06. Índice de Refracción del aguamiel de Cabuya a diferentes tiempos de pasteurización.

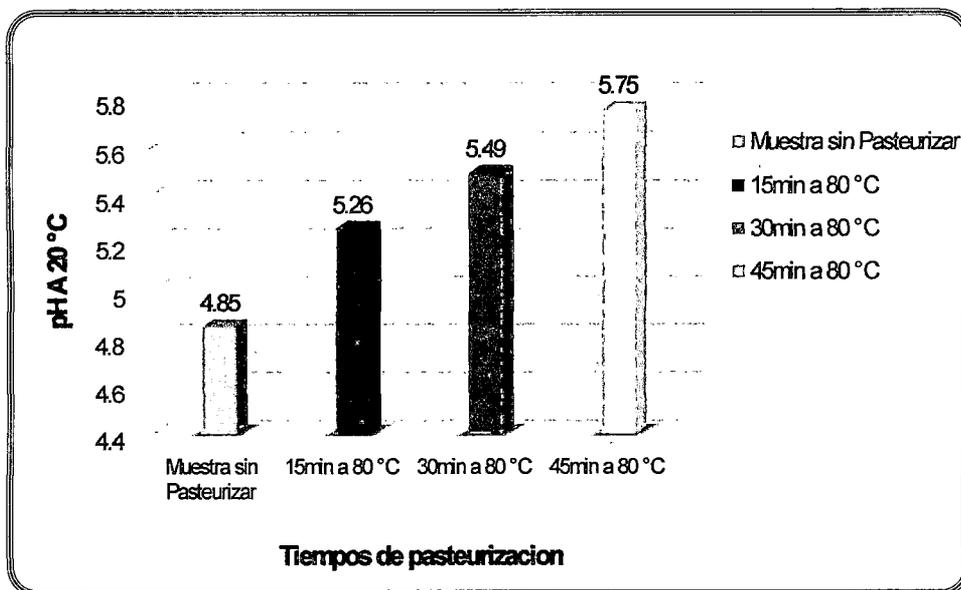


Figura N°07. Variación del pH del aguamiel de Cabuya a diferentes tiempos de pasteurización.

4.1.3. Análisis de biocomponentes del Aguamiel de Cabuya (*Agave americana* L.)

Tabla N°07. Biocomponentes del Aguamiel de Cabuya (*Agave americana* L.) a diferentes tiempos de pasteurización.

Componentes	Muestras			
	Jugo fresco	15min x 80°C	30min x 80°C	45min x 80°C
Beta caroteno (ug/g)	30.82	30.66	33.58	32.79
Vitamina C (mg/100g)	4.50	4.14	3.70	2.98
Azucares Reductores (%)	9.38	10.56	11.56	12.39

Fuente: Informe de Ensayo – LABAI-FAIIA-UNCP.

En la Figura N°08 se observa el contenido de Beta carotenos del aguamiel de cabuya a diferentes tiempos de pasteurización, donde se puede apreciar que a una pasteurización de 30min x 80°C se obtiene mayor contenido de β-carotenos.

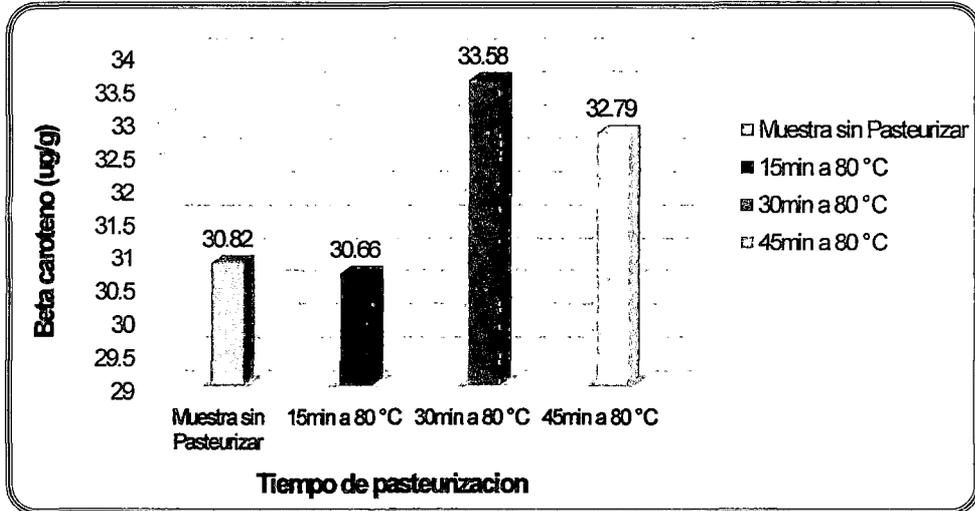


Figura N°08. Beta carotenos del aguamiel de Cabuya a diferentes tiempos de pasteurización.

En la Figura N°09 se percibe la disminución de la vitamina C conforme aumenta el tiempo de pasteurización, esto debido a que la vitamina C es volátil y muy sensible a la temperatura.

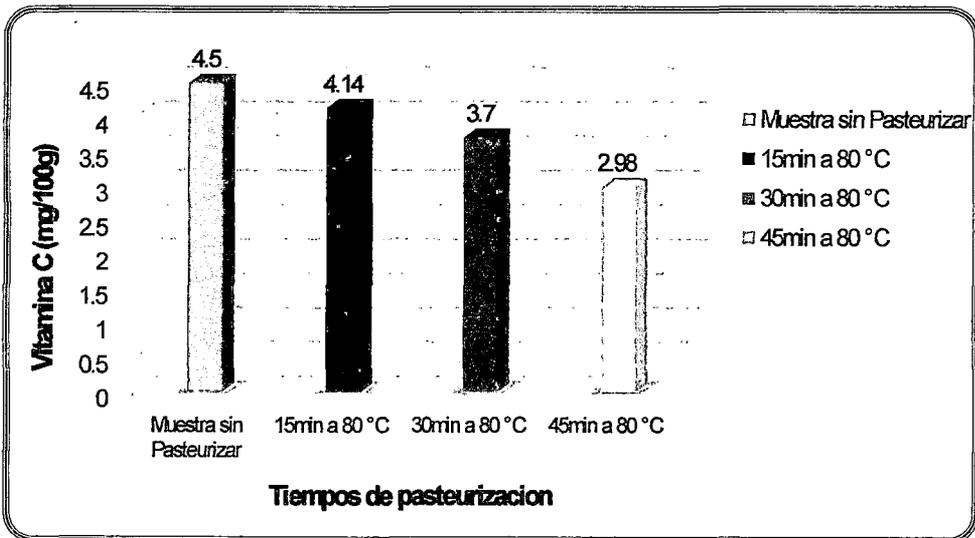


Figura N°09. Vitamina C carotenos del aguamiel de Cabuya a diferentes tiempos de pasteurización.

La figura N° 10 indica el contenido de azúcares del aguamiel de Cabuya a diferentes tiempo de pasteurización, donde se observa que a una pasteurización de 30min x 80°C se obtiene una mayor concentración.

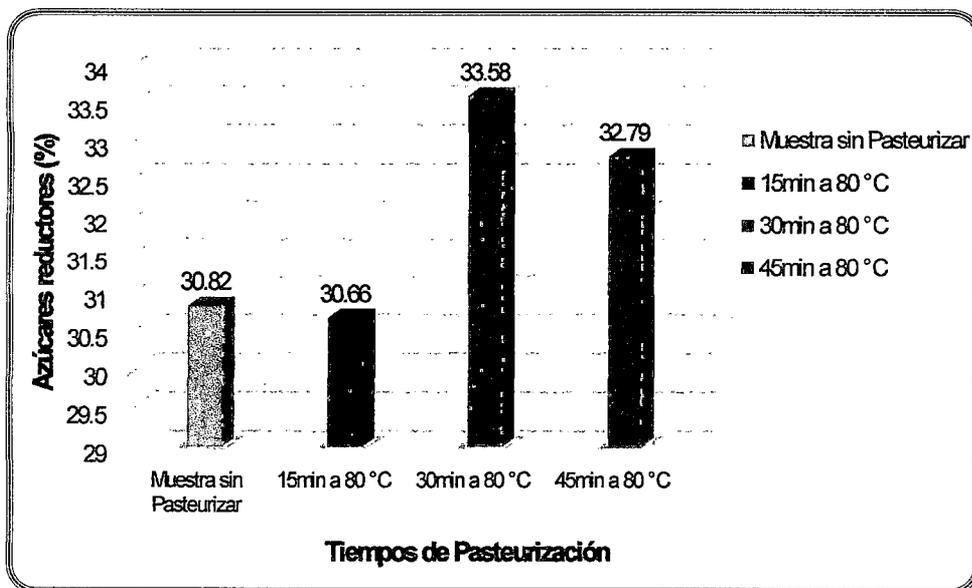


Figura N° 10. Azúcares reductores carotenos del aguamiel de Cabuya a diferentes tiempos de pasteurización.

4.1.4. Resultados de las características organolépticas del aguamiel de Cabuya (*Agave americana* L.) a diferentes tiempos de pasteurización

Aceptabilidad del T1 (Jugo Fresco de Aguamiel de Cabuya)

Se puede observar que para el tratamiento 1 (Jugo Fresco de Aguamiel de Cabuya), los jueces han determinado que el atributo olor tiene mayor aceptabilidad.

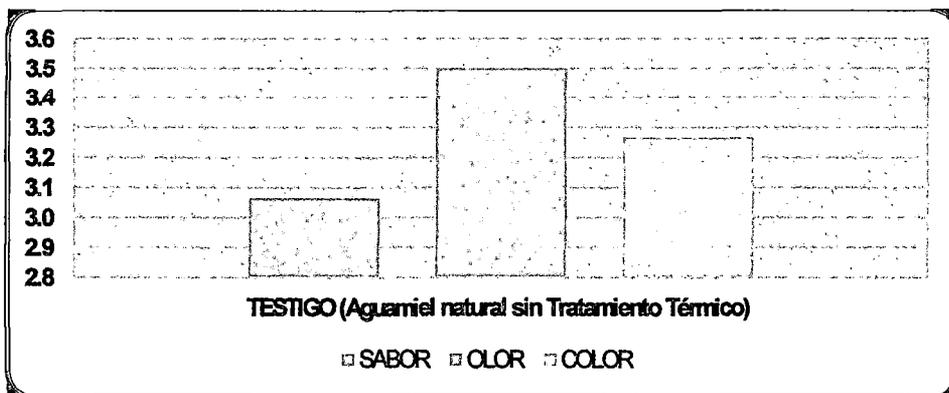


Figura N° 11. Aceptabilidad de Atributos para el T1.

Aceptabilidad del T2 (Aguamiel de Cabuya pasteurizado a 80°C x 15 min)

Se puede percibir que para el tratamiento 2 (Aguamiel de Cabuya pasteurizado a 80°C x 15 min), para los jueces el atributo sabor tiene mayor aceptabilidad.

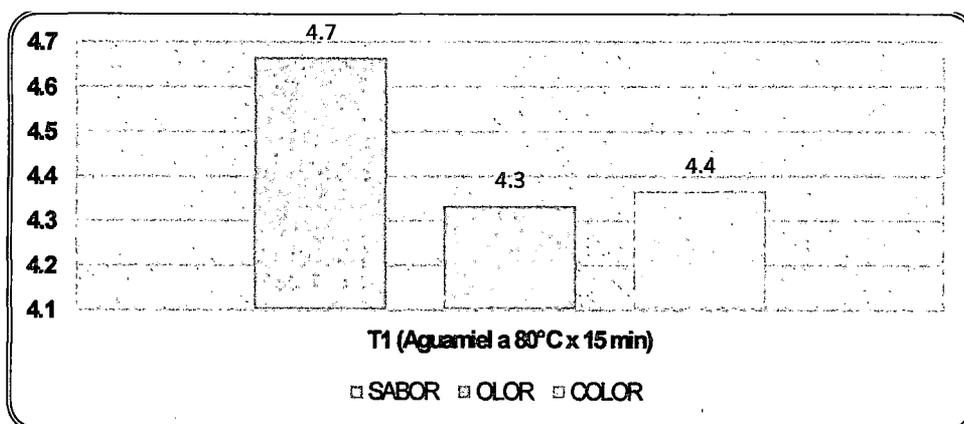


Figura N° 12. Aceptabilidad de Atributos para el T2

CC

Acceptabilidad del T3 (Aguamiel de Cabuya pasteurizado a 80°C x 30 min)

Se observa que en el tratamiento 3 (Aguamiel de Cabuya pasteurizado a 80°C x 30 min), los jueces han determinado que el atributo olor tiene mayor aceptabilidad.

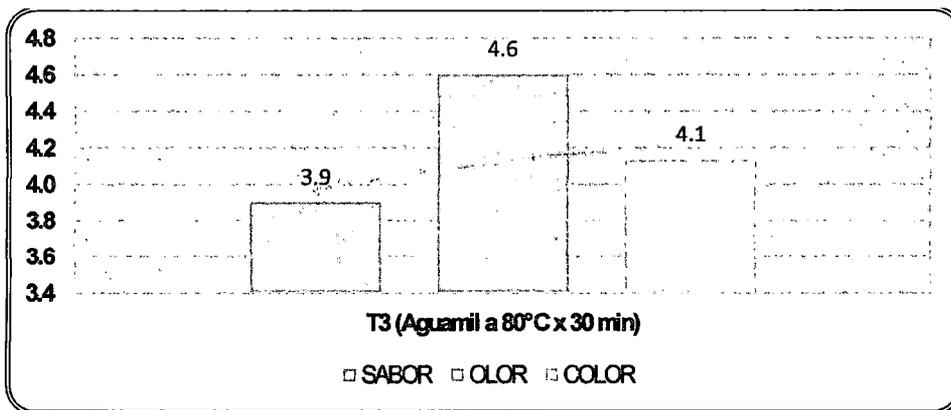


Figura Nº13. Aceptabilidad de Atributos para el T3.

Acceptabilidad del T4 (Aguamiel de Cabuya pasteurizado a 80°C x 45 min)

En el tratamiento 4 (Aguamiel de Cabuya pasteurizado a 80°C x 45 min), los jueces han determinado que el atributo olor tiene mayor aceptabilidad.

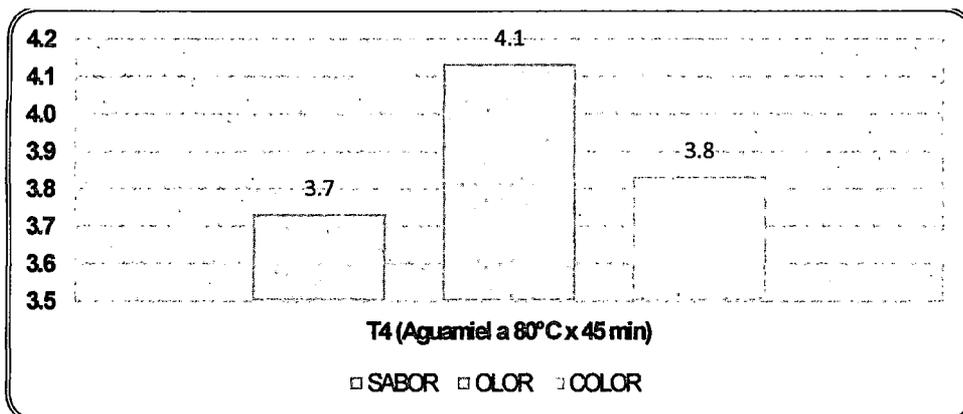


Figura Nº14. Aceptabilidad de Atributos para el T4.

4.1.5. Análisis Estadístico (ANOVA) y comparaciones múltiples para cada Atributo.

a. Atributo Sabor

En la tabla N°08 se muestra la ANOVA - DBCA - Atributo sabor donde se presenta resultados que indican que no existe significancia entre las repeticiones.

Tabla N° 08. ANOVA – DBCA – Atributo sabor

Fuente	GL	SC	MC	F	P
REPETICION	29	11.7417	0.4049	0.71	0.847
TRATAMIENTO	3	38.8917	12.9639	22.85	0.000
Error	87	49.3583	0.5673		
Total	119	99.9917			

S=0.7532 R-cuad.=50.64% R-cuad. (ajustado)=32.48%

En la tabla N°09, se muestra que entre los tratamientos 3 y 4 existe significancia para el atributo sabor, lo que indica que estos tratamientos han sido distintos para los jueces.

Tabla N° 09. Comparaciones múltiples de Tukey para el Atributo SABOR

(I) TRAT	(J) TRAT	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
1	2	-1.600*	.187	.000	-2.09	-1.11
	3	-.833*	.187	.000	-1.32	-.34
	4	-.667*	.187	.003	-1.16	-.18
2	1	1.600*	.187	.000	1.11	2.09
	3	.767*	.187	.000	.28	1.26
	4	.933*	.187	.000	.44	1.42
3	1	.833*	.187	.000	.34	1.32
	2	-.767*	.187	.000	-1.26	-.28
	4	.167	.187	.810	-.32	.66
4	1	.667*	.187	.003	.18	1.16
	2	-.933*	.187	.000	-1.42	-.44
	3	-.167	.187	.810	-.66	.32

*La diferencia de medias es significativa al nivel 0.05.

Tabla N° 10. Medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
1	30	3.07		
4	30		3.73	
3	30		3.90	
2	30			4.67
Sig.		1.000	.810	1.000

b. Atributo Olor

En las tablas N° 11, se muestra la ANOVA - DBCA - Atributo Olor donde se presenta resultados que indican que no existe significancia entre las repeticiones.

Tabla N° 11. ANOVA – DBCA – Atributo Olor

Fuente	GL	SC	MC	F	P
REPETICION	29	23.8417	0.82213	1.40	0.117
TRATAMIENTO	3	19.7583	6.58611	11.24	0.000
Error	87	50.9917	0.58611		
Total	119	94.5917			

S=0.7656 R-cuad.=46.09% R-cuad. (ajustado)=26.26%

En la tabla N° 12, se muestra que entre los tratamientos (2y3) (2y4) (3y4) existe significancia para el atributo Olor, lo que indica que estos tratamientos han sido distintos para los jueces.

Tabla N° 12. Comparaciones múltiples de Tukey para el Atributo Olor.

(I) TRAT	(J) TRAT	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
1	2	-.833*	.207	.001	-1.37	-.29
	3	-1.100*	.207	.000	-1.64	-.56
	4	-.633*	.207	.015	-1.17	-.09
2	1	.833*	.207	.001	.29	1.37
	3	-.267	.207	.574	-.81	.27
	4	.200	.207	.770	-.34	.74
3	1	1.100*	.207	.000	.56	1.64
	2	.267	.207	.574	-.27	.81
	4	.467	.207	.116	-.07	1.01
4	1	.633*	.207	.015	.09	1.17
	2	-.200	.207	.770	-.74	.34
	3	-.467	.207	.116	-1.01	.07

Tabla N° 13. Medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
1	30	3.50	
4	30		4.13
2	30		4.33
3	30		4.60
Sig.		1.000	.116

c. Atributo Color

En la tabla N° 14 se muestra la ANOVA - DBCA - Atributo Color donde se presenta resultados que indican que si existe significancia entre las repeticiones.

Tabla N° 14. ANOVA – DBCA – Atributo color,

Fuente	GL	SC	MC	F	P
REPETICION	29	28.300	0.97586	1.63	0.044
TRATAMIENTO	3	20.333	6.77778	11.30	0.000
Error	87	52.167	0.59962		
Total	119	100.800			

S=0.7743 R-cuad.=48.25% R-cuad. (ajustado)=29.21%

En la tabla N° 15 se muestra que entre los tratamientos (2y3) (2y4) (3y4) existe significancia para el atributo Color, lo que indica que estos tratamientos han sido distintos para los jueces.

Tabla N°15. Comparaciones múltiples de Tukey para el atributo color.

(I) TRAT	(J) TRAT	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
1	2	-1.100*	.215	.000	-1.66	-.54
	3	-.867*	.215	.001	-1.43	-.31
	4	-.567*	.215	.047	-1.13	-.01
2	1	1.100*	.215	.000	.54	1.66
	3	.233	.215	.699	-.33	.79
	4	.533	.215	.068	-.03	1.09
3	1	.867*	.215	.001	.31	1.43
	2	-.233	.215	.699	-.79	.33
	4	.300	.215	.505	-.26	.86
4	1	.567*	.215	.047	.01	1.13
	2	-.533	.215	.068	-1.09	.03
	3	-.300	.215	.505	-.86	.26

Tabla N° 16. Medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos para el atributo Color.

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
1	30	3.27	
4	30		3.83
3	30		4.13
2	30		4.37
Sig.		1.000	.068

d. Comparación de aceptabilidad del aguarriuel de Cabuya (*Agave americana* L.) a diferentes tiempos de pasteurización

La figura N°15 indica que el tratamiento 2 (15min x 80°C) tiene mayor aceptabilidad en el atributo sabor.

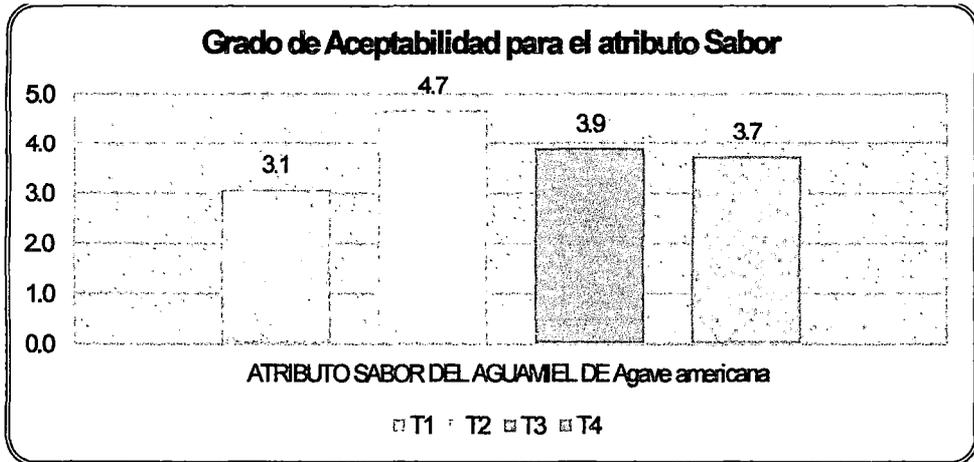


Figura N°15. Comparación Promedio de Aceptabilidad para el Atributo Sabor.

La figura N° 16 indica que el tratamiento 3 (30min x 80°C) tiene mayor aceptabilidad en el atributo Olor.

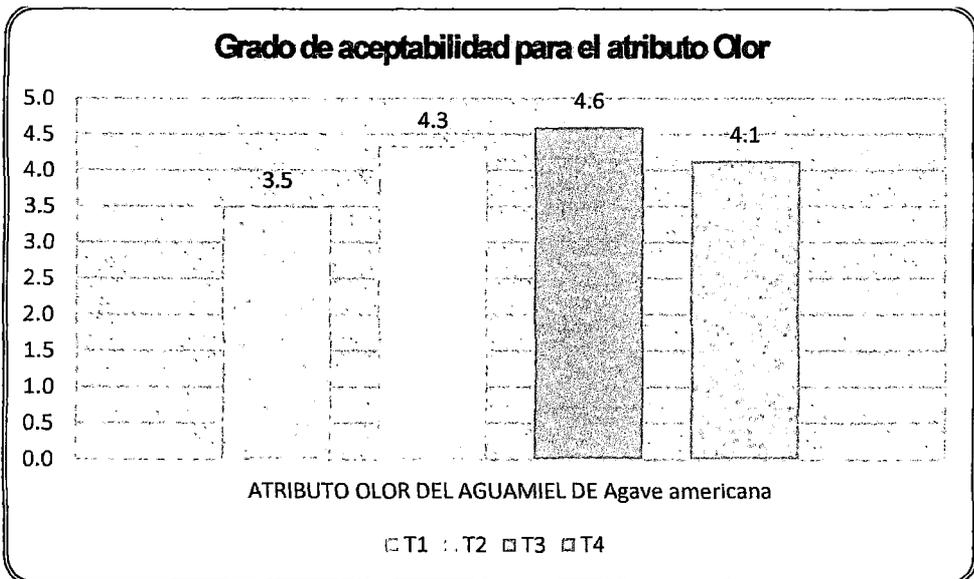


Figura N°16. Comparación Promedio de Aceptabilidad para el Atributo Olor.

La figura Nº 17 indica que el tratamiento 2 (15min x 80°C) tiene mayor aceptabilidad en el atributo Color.

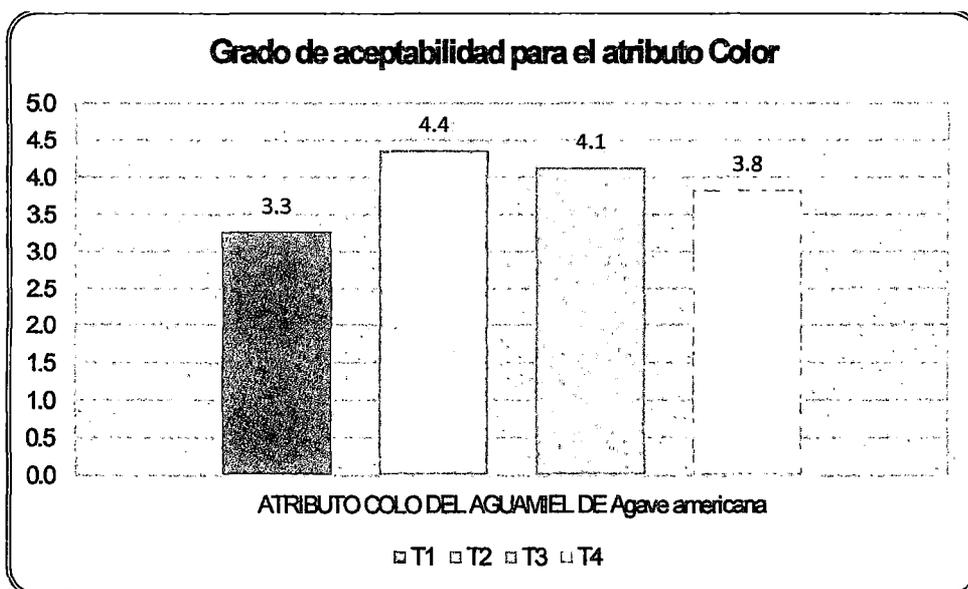


Figura Nº 17. Comparación Promedio de Aceptabilidad para el Atributo Color

4.2 DISCUSIÓN

Recientemente investigaciones han demostrado que la Acidez en los alimentos es de gran importancia debido a su alta capacidad antioxidante frente a radicales libres, razón por la cual en la presente investigación se evaluó la acidez del aguamiel de cabuya (*Agave americana* L.), del jugo fresco como de las muestras a distintos tiempos de pasteurización (a 80°C x 15, 30 y 45 min), obteniéndose resultados 0.319, 0.320, 0.340 y 0,380 (expresado en % de ácido málico) respectivamente; en la investigación realizada por [1], se determinó una acidez de 0.11 en aguamiel de (*Agave atrovirens*), encontrándose una diferencia el cual se debería a que la variedad de agave estudiado posee alto contenido de Sacarosa (12.90%), el cual influye en la presencia de acidez.

La selección de la temperatura y los tiempos de pasteurización (80 °C x 0, 15, 30 y 45 min), fueron basados según la investigación reportada por [2], donde evaluó el comportamiento antioxidante de un concentrado de *Agave salmiana*, donde se estudiaron a temperaturas de 67.5±2.5 °C y 87.5±2.5 °C y tiempos de pasteurización de 0, 15, 30, 45, 75 y 105 min; obteniéndose resultados en actividades antioxidante

favorables, mientras los tiempos de pasteurización se incrementan mayor es la Actividad Antioxidante, el cual en comparación con la presente investigación en *Agave americana L.* se obtuvieron resultados de menor actividad antioxidante del jugo fresco (sin tratamiento térmico), al igual que a tiempos de 30 y 45 min de pasteurización, sin embargo el tratamiento de 80 °C x 15 min de pasteurización se logró obtener mayor actividad antioxidante a comparación de los demás tratamientos, a razón de esta diferencia se debe a que la variedad de *Agave salmiana*, reportado por [2], contiene bioactivos más termoresistentes y más estables a tiempos de procedimiento térmico; mientras que la variedad de *Agave americana L.*, según lo obtenido en la presente investigación, es muy inestable a tiempos de pasteurización y menos termoresistente, el cual ofrece una alternativa de consumo de este aguamiel con menos aplicación de operaciones térmicas.

En los resultados de la investigación reportada por [3], donde refiere que la Actividad Antioxidante es mejor cuando el jugo es fresco; resultados contrarios al de la presente investigación. Esto debido a que la mejor Actividad Antioxidante es a los 15 min de pasteurización y de igual manera disminuye mientras se incrementan los tiempos de pasteurización, el mismo que favorece a la investigación lográndose obtener condiciones de consumo para el aguamiel a condiciones de fresco o a pocos minutos de tratamiento térmico.

En un trabajo de Investigación, realizada por [4], se obtuvieron resultados de las características fisicoquímicas de tres variedades de Agaves de la siguiente manera: para el aguamiel del *Agave Manzo*, pH = 6.3, índice de refracción = 1.352 y Azúcares reductores = 1.637. Para el *Agave Cenizo*, pH = 6.4, Índice de refracción = 1.353 y Azúcares reductores = 1.973. Para el *Agave Amarillo*, pH = 6.6., Índice de refracción = 1.365 y Azúcares Reductores = 1.069. De lo cual se puede observar que el tipo de agave no es un factor determinante en las características del aguamiel que se obtiene, tal es el caso del aguamiel del *Agave Americano L.* que tienen características fisicoquímicas similares a estos Agaves.

CONCLUSIONES

- ✓ El Tratamiento 2 (aguamiel pasteurizada a 80°C x 15 min), mostró un alto valor de inhibición (42.34 %); y el agua miel sin tratamiento tuvo la menor porcentaje de inhibición (40.03%).

- ✓ Las características fisicoquímica del aguamiel de Cabuya (*Agave americana* L.), con tratamiento T2 (tratamiento pasteurizado a 80°C x 15min) fueron: acidez 0.32% expresada en ácido málico, índice de refracción 0.320, sólidos solubles 10.8 °Brix, pH 5.26 y densidad 1.045 g/ml.

- ✓ En cuanto a sabor el Tratamiento 2 logró mayor aceptabilidad (4.7), para el atributo olor el Tratamiento 3 logró mayor aceptabilidad (4.6) y para el atributo color el Tratamiento 2 logró mayor aceptabilidad (4.4).

RECOMENDACIONES

- ✓ Se recomienda realizar estudios toxicológicos de aguamiel, para que así, no sólo se conozca sus bondades nutricionales sino también los posibles efectos adversos a la salud que puede implicar su consumo.

- ✓ Se recomienda realizar proyecto productivos y/o de inversión para potenciar y extender el consumo del aguamiel de Cabuya (*Agave americana* L.), a nivel regional y nacional.

- ✓ Es recomendable realizar investigaciones de los componentes bioactivos presentes en el aguamiel de Cabuya (*Agave americana* L.), con la finalidad de uso nutracéutico.

REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

1. López M, Moran R, Flores A. Caracterización del aguarriel (*Agave atrovirens*) y evaluación de su capacidad antioxidante. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. México. 2004.
2. Alaníz E, Ayala A, Sánchez J. Comportamiento antioxidante en la obtención de un concentrado de maguey (*Agave salmiana*) a diferentes temperaturas. Universidad Tecnológica de la Mixteca; 2012.
3. Munguía A, Azúara E, Beristain C. Propiedades antioxidantes del maguey morado (*Rhoeo discolor*)". 2010.
4. Mena A. Carbonatación del Aguarriel. Universidad Autónoma Agraria de México: 2013.
5. Cabieses F. Apuntes de medicina tradicional. Informe de Concejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONCYTEC). Lima: 1993.
6. Ariza A. Biología floral y caracterización morfológica del *Agave americana* L. Universidad Nacional Agraria la Molina. Facultad de Agronomía. Tesis Pregrado. Lima – Perú: 2000.
7. C.I.N.B. (Código Internacional de Nomenclatura Botánica). Disponible en: http://www.uam.es/nomenclatura_botanica.pdf
8. Alvarado O. Estudio fitoquímico y extracción de saponinas de las hojas de *Agave americana* L. Lima: UNMSM. Facultad de Farmacia y bioquímica; 1999.
9. Pardo O. Etnobotánica de algunas cactáceas y suculentas del Perú. Revista Chloris: 2002.
10. Dávila C. Estrategia para la comercialización de los derivados de la Cabuya (*Agave americana* L.). Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima: 2002.
11. Kim OP. Capacidad antioxidante de frutas. Revista La Ciencia: 2004; 95 – 40.
12. Avello M. Radicales libres, antioxidantes naturales y mecanismos de protección. Revista Atenea. 2006; 161 – 172.
13. Valverde R. Significado nutricional de los compuestos fenólicos en la dieta. Archivos Latinoamericanos de Nutrición: 2000.
14. Leighton, F. Polifenoles del vino y salud humana. Revista Calidad de Vida: 2000; 5 – 13.

15. Panchón M. Revisión de los métodos de evaluación de la actividad antioxidante in vitro del vino y valoración de sus efectos in vivo. Sevilla: Facultad de Farmacia, Universidad de Sevilla; 2006.
16. Daniel DL. Determinación de antocianinas, fenoles totales y actividad antioxidante en licores y fruto de mora. Oaxaca: Facultad de Ingeniería de Alimentos, Universidad Tecnológica de la Mixteca; 2009.
17. Gordon M. Antioxidantes de los alimentos. Zaragoza: Editorial Acibia S.A; 2001.

ARTICULO CIENTIFICO

Evaluación de la Actividad Antioxidante a diferentes tiempos de pasteurización del aguarriel de cabuya (*Agave americana* L.) en la provincia de Acobamba – Huancavelica

Medé MAYON HUANACHIN^(a), Alfonso RUIZ RODRIGUEZ^(b)

RESUMEN

En el presente trabajo de investigación titulado "Evaluación de la Actividad Antioxidante a diferentes tiempos de pasteurización del aguarriel de cabuya (*Agave americana* L.) en la provincia de Acobamba – Huancavelica", el mismo que se diseñó a partir del problema: de la Influencia que tendrá el tiempo de pasteurización sobre la actividad antioxidante del aguarriel de Cabuya. Para el cual se plantearon los objetivos: Determinar la Actividad Antioxidante, composición fisicoquímica, Biocomponentes, grado de aceptabilidad del aguarriel de Cabuya (*Agave americana* L.) a diferentes tiempos de pasteurización (T1=Jugo Fresco, T2=15min x 80°C, T3=30min x 80°C y T4=45min x 80°C). Se contó con muestra de aguarriel de cabuya procedente de la provincia de Acobamba – Huancavelica. En el estudio de la Actividad Antioxidante y los Biocomponentes (Beta carotenos, Vitamina C y Azúcares Reductores), se pudo registrar que el tratamiento con pasteurización a 80°C entre los tiempos de 15 y 30 min, logró mayor % de Inhibición de AA y mejor concentración de los componentes bioactivos respectivamente. En el análisis fisicoquímico se concluyó que el incremento del tiempo de pasteurización a 80°C, favorece en el contenido de Acidez, Índice de refracción, Sólidos Solubles, pH y Densidad. La mejor aceptabilidad para el atributo Sabor y Color registro el tratamiento con pasteurización a 80°C x 15 min, mientras que para el Olor el tratamiento con pasteurización a 80°C x 30 min, obtuvo mayor preferencia. Por lo tanto es recomendable que para el consumo del aguarriel de Cabuya (*Agave americana* L.), es importante tener en cuenta que para conservar su Actividad Antioxidante y los Biocomponentes, es realizar la pasteurización en los parámetros óptimos de 80°C entre los tiempos de 15 y 30 min.

Palabras claves: Aguarriel, Agave Americana, Actividad Antioxidante.

Evaluation of the Antirust Activity at different times of pasteurization of cabuya mead (*Agave americana* L.) in the county of Acobamba – Huancavelica

ABSTRACT

Presently titled investigation work "Evaluation of the Antirust Activity at different times of pasteurization of cabuya mead (American Agave L.) in the county of Acobamba - Huancavelica", the same one that was designed starting from the problem: of the Influence that will have the time of pasteurization on the antirust activity of the mead of Cabuya. For which you/they thought about the objectives: To determine the Antirust Activity, physiochemical composition, Biocomponentes, grade of acceptability of the mead of Cabuya (American Agave L.) at different times of pasteurization (T1= Fresh Juice, T2 = 15min x 80°C, T3 = 30min x 80°C and T4=45min x 80°C). Sample of cabuya mead coming from the county of Acobamba - Huancavelica. In the study of the Antirust Activity and the Biocomponentes (Beta carotenos, Vitamin C and Sugar Reducers), it could register that the treatment with pasteurization at 80°C between the times of 15 and 30 min, achieved bigger % of Inhibition of AA and better concentration of the component bioactivos respectively. In the physiochemical analysis you concluded that the increment of the time of pasteurization at 80°C, favors in the content of Acidity, refraction Index, Accustomed to Soluble, pH and Density. The best acceptability for the attribute Flavor and Color registration the treatment with pasteurization to 80°C x 15 min, while for the Scent the treatment with pasteurization to 80°C x 30 min, obtained bigger preference. Therefore it is advisable that for the consumption of the mead of Cabuya (American Agave L.), it is important to keep in mind that to conserve their Antirust Activity and the Biocomponentes, it is to carry out the pasteurization in the good parameters of 80°C between the times of 15 and 30 min.

Key words: Mead, American Agave, Antirust Activity

INTRODUCCION

La cabuya (*Agave americana* L.), es una planta endémica del Perú, típica de las Yungas y vertientes occidentales andinas; en la Sierra, crece desde los 1450 hasta los 3000 msnm. Esta planta se desarrolla en las regiones Costa, Yunga y Quechua. En la provincia de Acobamba departamento de Huancavelica, la cabuya (*Agave americana* L.), crece de forma silvestre pudiendo proporcionar a la población de múltiples beneficios; pero su uso en esta provincia se ve limitado, debido a la falta de impulso a partir de proyectos productivos para transformar este recurso, Acobamba caracterizada como una provincia netamente dedicada a la agricultura la cual es una de las fuentes de ingresos económicos, los productores agrícolas se dedican a la siembra de arveja, trigo y cebada, principalmente, y algunas variedades de frutas y hortalizas. Al industrializar la cabuya, se podrá dar un mayor valor agregado prioritariamente a su corazón, donde se concentra el jugo o aguamiel. Existen numerosos estudios sobre la Actividad Antioxidante de los alimentos, la acción de la Actividad Antioxidante natural presente en la cabuya (*Agave americana* L.) es importante, no sólo porque estos compuestos contribuyen a definir las características organolépticas y a preservar la calidad nutricional de los productos que lo contiene, sino además, porque al ser ingeridos, ayudan a preservar (en forma considerable) la salud de los individuos que los consumen. En efecto, la recomendación de aumentar la ingesta de alimentos ricos en Antioxidantes es, en la actualidad, considera una de las formas más efectivas de reducir el riesgo de desarrollo de aquellas enfermedades crónicas no transmisibles que más limitan la calidad y expectativas de la vida de la población mundial. En la presente investigación se pretende dar una alternativa para el consumo de la cabuya (*Agave americana* L.), a partir de su propiedad Antioxidante, Biocomponentes y componentes fisicoquímicos, a razón del aporte y capacidad antioxidante que la ingesta del aguamiel suministre al organismo. Así mismo, es preciso considerar que el consumo del aguamiel de cabuya (*Agave americana* L.), tienen como finalidad regular el desorden alimenticio - debido a que investigaciones demostraron que con una de las causas de las enfermedades crónicas y degenerativas - de población. Y también a partir de esta tesis se proyecta la alternativa de industrializar esta planta y lograr su producción y comercialización a nivel regional y nacional. En este sentido, el estudio del tiempo, temperatura de pasteurización, como algunos de los parámetros óptimos de procesamiento de la cabuya (*Agave americana* L.), y las características organolépticas del aguamiel, se podrá solucionar progresivamente los procedimientos y manipulación de este producto, coadyuvado el desarrollo económico de los pobladores de esta provincia, teniendo así a la cabuya como otra fuente de ingresos no solo con la elaboración a pequeñas escala artesanal sino con la entrada en el mercado de un producto nuevo como es el aguamiel. Es por ello que es muy importante dar una gran relevancia en el estudio del aguamiel de la cabuya peruana con el objetivo de ofertar un nuevo producto; alternando los cultivos convencionales de Acobamba por el ingreso de uno nuevo producto, con mayores posibilidades de salir al mercado interno así como externo.

PARTE EXPERIMENTAL

La investigación se desarrolló con 10 litros de Aguamiel de Cabuya proveniente de la provincia de Acobamba, el mismo que siguió un proceso de extracción, transporte, su posterior tratamiento térmico, evaluación de la Actividad Antioxidante, evaluación de Biocomponentes y estudio de sus propiedades fisicoquímicas y finalmente con la prueba de aceptabilidad para los 04 tratamientos (T1=Jugo Fresco, T2= 15min x 80°C, T3= 30min x 80°C y T4=45min x 80°C). La Determinación de la actividad antioxidante del aguamiel de Cabuya se realizó basándose en una reacción con el 2,2 difenil-1-picrilhidrazilo (DPPH). Los resultados se expresaron en porcentaje de inhibición de radicales libres. La lectura de absorbancia se registró a una longitud de onda de 765 nm. Beta caroteno: Método: Espectrofotometría (A.O.A.C. 2007), Vitamina C: Método: Espectrofotometría (A.O.A.C. 2007), Azúcares reductores: Método: Espectrofotometría (Miller, 1959), Acidez Método: Acidez titulable (A.O.A.C. 2007), Índice de refracción Método: Refractometría (A.O.A.C. 2007), Sólidos solubles Método: Refractometría (A.O.A.C. 2007), pH Método: Potenciómetro (A.O.A.C. 2007) y Densidad Método: Picnómetro (A.O.A.C. 2007). La prueba de aceptabilidad se realizó con 30 jueces semi-entrenados que evaluaron las propiedades organolépticas de Sabor, Olor y Color de los 04 tratamientos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla N°01: Resultados del análisis de la Actividad Antioxidante del Aguamiel de cabuya (*Agave americana* L.)

Componente	Tratamientos			
	Jugo Fresco	80° C x 10 min	80° C x 30 min	80° C x 45 min
Actividad antioxidante (% de inhibición)	40.03	42.34	41.49	40.47
Beta caroteno (ug/g)	30.82	30.66	33.58	32.79
Vitamina C (mg/100g)	4.5	4.14	3.7	2.98
Azúcares Reductores (%)	9.38	10.56	11.56	12.39

Tabla N°02: Resultados del análisis Físicoquímicos del Aguamiel de cabuya (*Agave americana* L.)

Componente	Tratamientos			
	Jugo Fresco	15min x 80° C	30min x 80° C	45min x 80° C
Acidez (expresado en % de ácido málico)	0.319	0.32	0.34	0.38
Índice de refracción a 20° C	1.35	1.361	1.362	1.37
Sólidos solubles (° Brix)	10.33	10.8	11.6	12.5
pH a 20° C	4.85	5.26	5.49	5.75
Densidad a 20° C (g/ml)	1.034	1.045	1.051	1.055

DISCUSIONES

Recientemente investigaciones han demostrado que la Acidez en los alimentos es de gran importancia debido a su alta capacidad antioxidante frente a radicales libres, razón por la cual en la presente investigación se evaluó la acidez del aguamiel de cabuya (*Agave americana* L.), del jugo fresco como de las muestras a distintos tiempos de pasteurización (a 80° C x 15, 30 y 45 min), obteniéndose resultados 0.319, 0.320, 0.340 y 0,380 (expresado en % de ácido málico) respectivamente; en la investigación realizada por [1], se determinó una acidez de 0.11 en aguamiel de (*Agave atrovirens*), encontrándose una diferencia el cual se debería a que la variedad de agave estudiado posee alto contenido de Sacarosa (12.90%), el cual influye en la presencia de acidez.

La selección de la temperatura y los tiempos de pasteurización (80 °C x 0, 15, 30 y 45 min), fueron basados según la investigación reportada por [2], donde evaluó el comportamiento antioxidante de un concentrado de *Agave salmiana*, donde se estudiaron a temperaturas de 67.5±2.5 °C y 87.5±2.5 °C y tiempos de pasteurización de 0, 15, 30, 45, 75 y 105 min; obteniéndose resultados en actividades antioxidante favorables, mientras los tiempos de pasteurización se incrementan mayor es la Actividad Antioxidante, el cual en comparación con la presente investigación en *Agave americana* L. se obtuvieron resultados de menor actividad antioxidante del jugo fresco (sin tratamiento térmico), al igual que a tiempos de 30 y 45 min de pasteurización, sin embargo el tratamiento de 80 °C x 15 min de pasteurización se logró obtener mayor actividad antioxidante a comparación de los demás tratamientos, a razón de esta diferencia se debe a que la variedad de *Agave salmiana*, reportado por [2], contiene bioactivos más termoresistentes y más estables a tiempos de procedimiento térmico; mientras que la variedad de *Agave americana* L., según lo obtenido en la presente investigación, es muy inestable a tiempos de pasteurización y menos termoresistente, el cual ofrece una alternativa de consumo de este aguamiel con menos aplicación de operaciones térmicas.

En los resultados de la investigación reportada por [3], donde refiere que la Actividad Antioxidante es mejor cuando el jugo es fresco; resultados contrarios al de la presente investigación. Esto debido a que la mejor Actividad Antioxidante es a los 15 min de pasteurización y de igual manera disminuye mientras se incrementan los tiempos de pasteurización, el mismo que favorece a la investigación lográndose obtener condiciones de consumo para el aguamiel a condiciones de fresco o a pocos minutos de tratamiento térmico.

En un trabajo de Investigación, realizada por [4], se obtuvieron resultados de las características físicoquímicas de tres variedades de Agaves de la siguiente manera: para el aguamiel del *Agave Manzo*, pH = 6.3, Índice de refracción = 1.352 y Azúcares reductores = 1.637. Para el *Agave Cenizo*, pH = 6.4, Índice de refracción = 1.353 y Azúcares reductores = 1.973. Para el *Agave Amarillo*, pH = 6.6., Índice de refracción = 1.365 y Azúcares Reductores = 1.069. De lo cual se puede observar que el tipo de agave no es un factor determinante en las características del aguamiel que se obtiene, tal es el caso del aguamiel del *Agave Americano* L. que tienen características físicoquímicas similares a estos Agaves.

CONCLUSIONES

El Tratamiento 2 (aguardiente pasteurizado a 80°C x 15 min), mostró un alto valor de inhibición (42.34 %); y el agua miel sin tratamiento tuvo la menor porcentaje de inhibición (40.03%).

Las características físicoquímica del aguardiente de Cabuya (*Agave americana* L.), con tratamiento T2 (tratamiento pasteurizado a 80°C x 15min) fueron: acidez 0.32% expresada en ácido málico, Índice de refracción 0.320, sólidos solubles 10.8 °Brix, pH 5.26 y densidad 1.045 g/ml.

En cuanto a sabor el Tratamiento 2 logró mayor aceptabilidad (4.7), para el atributo olor el Tratamiento 3 logró mayor aceptabilidad (4.6) y para el atributo color el Tratamiento 2 logró mayor aceptabilidad (4.4).

AGRADECIMIENTO

Se agradece a todas las personas que apoyaron la presente investigación antes, durante y después de la ejecución en especial a los siguientes:

Ing. Alfonso Ruiz Rodríguez, quien como asesor desempeño y brindo muchos consejos.

Ing. Luis Artica Mallqui, Docente de la Universidad Nacional Del Centro Del Perú, quien asesoró y colaboró en el proceso de ejecución de la tesis.

BIBLIOGRAFÍA

1. López M, Moran R, Flores A. et al., Caracterización del aguardiente (*Agave Atrovirens*) y evaluación de su capacidad antioxidante. Escuela Nacional de ciencias Biológicas. México. 2004.
2. Alaniz E, Ayala A, Sánchez J., et al., Comportamiento antioxidante en la obtención de un concentrado de maguey (*Agave Salicaria*) a diferentes temperaturas. Universidad Tecnológica de la Mixteca; 2012.
3. Munguia A, Azúara E, Beristain C., et al. "Propiedades antioxidantes del maguey morado (*Rhagotheca discolor*)"; 2010.
4. Mena A., Carbonatación del Aguardiente. Universidad Autónoma Agraria de México; 2013.
5. Cabieses F. Apuntes de medicina tradicional. Informe de Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONCYTEC). Lima: 1993.
6. Ariza, A. Biología floral y caracterización morfológica del *Agave Americano* L. Universidad Nacional Agraria la Molina. Facultad de Agronomía. Tesis Pregrado. Lima – Perú: 2000.
7. C.I.N.B. (Código Internacional de Nomenclatura Botánica). Disponible en: www.uames/nomenclatura_botanica.pdf
8. Alvarado O. Estudio Fotoquímico y extracción de saponinas de las hojas de *Agave americano* L. Lima: UNMSM. Facultad de Farmacia y bioquímica; 1999.
9. Pardo, O. Etnobotánica de algunas cactáceas y suculentas del Perú. Revista Chloris: 2002.
10. Dávila C. Estrategia para la comercialización de los derivados de la Cabuya (*Agave americana* L.). Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima: 2002.
11. Kim, O.P. Capacidad antioxidante de frutas. Revista La Ciencia: 2004; 95 – 40.
12. Avello M. Radicales libres, antioxidantes naturales y mecanismos de protección. Revista Atenea. 2006; 161 – 172.
13. Valverde, R. Significado nutricional de los compuestos fenólicos en la dieta. Archivos Latinoamericanos de Nutrición: 2000.
14. Leighton, F. Polifenoles del vino y salud humana. Revista Calidad de Vida: 2000; 5 – 13.
15. Panchón, M. Revisión de los métodos de evaluación de la actividad antioxidante in vitro del vino y valoración de sus efectos in vivo. Sevilla: Facultad de Farmacia, Universidad de Sevilla: 2006.
16. Daniel, D.L. Determinación de antocianinas, fenoles totales y actividad antioxidante en licores y fruto de mora. Oaxaca: Facultad de Ingeniería de Alimentos, Universidad Tecnológica de la Mixteca; 2009.
17. Gordon, M. Antioxidantes de los alimentos. Zaragoza: Editorial Acribia S.A.; 2001.

ANEXOS



SERVICIOS DE LABORATORIO DE BROMATOLOGIA

Carretera central, Km 5 Ciudad Universitaria - HUANCAYO-PERU- TELFS: 237334
http://www.uncp.edu.pe



INFORME DE ENSAYO – 012 - 2015

SOLICITANTE : MEDE MAYON HUANACHIN
DIRECCIÓN : HUANCVELICA

EL LABORATORIO DE ANALISIS INSTRUMENTAL DE LA FACULTAD DE INGENIERIA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERU; CERTIFICA HABER RECEPCIONADO Y ANALIZADO UNA MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE, CONSISTENTE EN:

MUESTRA : AGUAMIEL DE CABUYA
ENVASE : FRASCO TAPAROSCA ESTERIL
TAMAÑO DE MUESTRA : 500 mL
FECHA DE RECEPCION DE MUESTRA : 15/01/2015 HORA: 10:00 AM
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO : 30/01/2015
DATOS DECLARADOS POREL SOLICITANTE:
REFERENCIA : NINGUNA

RESULTADOS: ANALISIS FISICO QUIMICO AGUAMIEL DE CABUYA

COMPONENTES	Muestras			
	Jugo Fresco	80°C x 15 min	80°C x 30min	80°C x 45 min.
Acidez(expresado en % de ácido málico)	0,319	0,320	0,340	0,380
Índice de refracción a 20°C	1,350	1,361	1,362	1,370
Sólidos solubles(°Brix)	10,33	10,80	11,60	12,50
pH a 20°C	4,85	5,26	5,49	5,75
Densidad a 20°C (g/mL).	1,034	1,045	1,051	1,055

MÉTODOS DE ENSAYO: AOAC (2007)

ANALISIS DE BIOCOPONENTES Y ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DE AGUAMIEL DE CABUYA

COMPONENTES	Muestras			
	Jugo Fresco	80°C x 15 min	80°C x 30min	80°C x 45 min.
Beta carotenos(µg/g)	30,82	30,66	33,58	32,79
Vitamina C(mg/100g)	4,50	4,14	3,70	2,98
Azúcares reductores (%)	9,38	10,56	11,56	12,39
Actividad Antioxidante(% de Inhibición)	40,03	42,34	41,49	40,47

MÉTODO DE ENSAYO: AOAC (2007)

METODO DE ENSAYO: DPPH, AOAC 2012

MEOROD DE ENSAYO: AZUCARES, MILLER, 1959.

LOS RESULTADOS SE RESTRINGEN A LA MUESTRA EVALUADA DESCONOCIÉNDOSE LAS CONDICIONES DE LA TOMA DE MUESTRA, CONSERVACIÓN, ASI COMO SU REPRESENTATIVIDAD PARA EL LOTE DETERMINADO LOS ANALISIS REALIZADOS FUERON SOLICITADOS EN FORMA ESPECÍFICA POR EL INTERESADO.

HUANCAYO, CIUDAD UNIVERSITARIA, 3 DE FEBRERO del 2015.



[Firma]
ING. LUIS MALLQUI
LAB. FIAA-UNCP

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERU
FACULTAD DE INGENIERIA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

ANEXO 02

TESTIMONIO FOTOGRAFICO

Fotografía N°01. Selección de la Cabuya (*Agave americana* L.)



Fotografía N°02. Acondicionamiento del orificio del aguamiel de Cabuya (*Agave americana* L.)



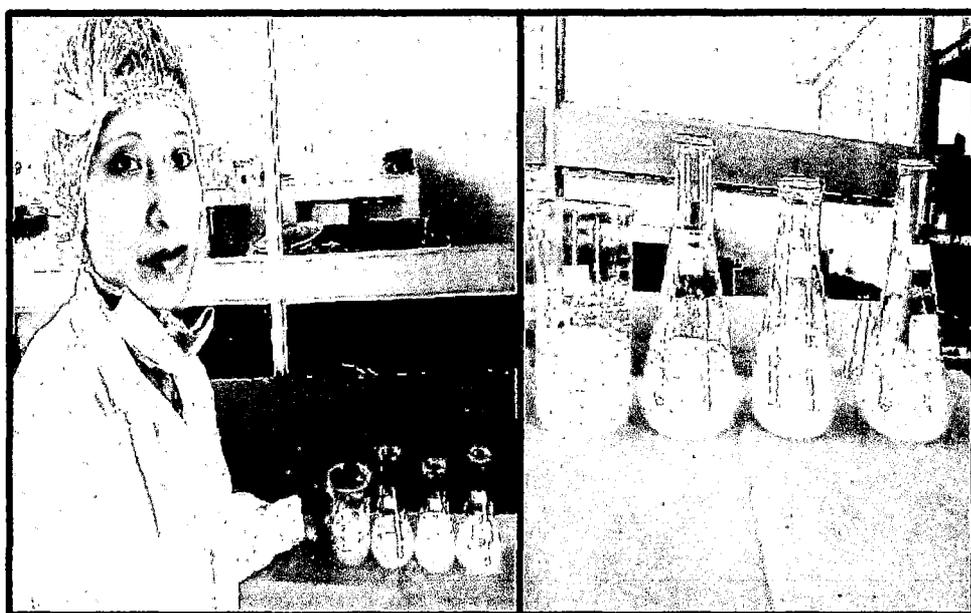
Fotografía N°03. Recolección de Aguarriel de Cabuya (*Agave americana* L.)



Fotografía N°04. Pasteurización de Muestras a 80°C y diferentes tiempos.



Fotografía N°05. Tratamientos a evaluar



Fotografía N°06. Determinación de la Actividad antioxidante del aguarniel a diferentes tiempos de pasteurización



Fotografía Nº07. Determinación de la Composición Físicoquímica y Biocomponentes del aguamiel a diferentes tiempos de pasteurización



ANEXO 03

Evaluación organoléptica del aguamiel de Cabuya (*Agave americana* L.) a diferentes tiempos de pasteurización.

Jueces	T1 = TESTIGO			T2 = 15min x 80°C			T3 = 30min x 80°C			T4 = 45min x 80°C		
	SABOR	OLOR	COLOR	SABOR	OLOR	COLOR	SABOR	OLOR	COLOR	SABOR	OLOR	COLOR
1	3	4	4	5	4	4	3	5	4	4	4	3
2	2	5	3	4	5	5	4	5	5	4	3	5
3	3	1	1	5	5	5	3	5	5	3	5	3
4	3	3	4	5	5	4	3	5	4	3	5	4
5	2	4	3	4	4	5	4	4	3	4	4	3
6	4	3	2	4	5	5	4	5	5	4	5	5
7	3	5	3	5	5	3	3	5	3	3	5	3
8	3	4	4	5	4	4	3	4	4	5	4	4
9	2	2	4	5	5	4	5	5	4	3	3	4
10	3	2	3	5	5	3	3	5	3	3	5	3
11	4	5	4	4	5	5	4	5	4	4	3	4
12	3	4	4	5	4	4	5	4	4	5	4	4
13	3	2	3	4	5	3	4	5	3	4	5	3
14	3	4	1	5	4	5	3	4	5	3	4	3
15	3	4	4	5	4	4	3	4	4	5	4	4
16	4	3	3	4	5	3	4	5	3	4	3	3
17	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4
18	2	4	3	5	4	5	5	4	3	3	4	3
19	3	3	2	5	5	5	3	5	5	5	5	5
20	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
21	3	5	3	5	5	5	5	5	3	5	5	3
22	3	3	3	5	3	5	3	5	5	3	3	5
23	4	4	5	4	4	5	4	4	5	4	4	5
24	3	3	4	5	3	4	5	4	4	5	3	4
25	3	5	5	5	5	5	3	5	5	3	5	3
26	2	3	4	5	5	4	5	5	4	2	5	4
27	4	4	2	4	4	5	4	4	5	4	4	5
28	3	4	3	5	4	5	5	4	5	2	4	3
29	4	1	2	4	3	5	4	5	5	4	3	5
30	2	3	4	5	3	4	5	5	4	3	5	4