

**UNIVERSIDAD NACIONAL  
TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**



**FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**

**ESTABILIDAD DE LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE EN DIFERENTES  
CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO DEL EXTRACTO DE HOJAS  
DE *Guadua angustifolia* Kunth**

**TESIS**

**Para obtener el título profesional de**

**INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

**AUTOR:** Bach. Charles Antonio Inga Santillán

**ASESOR:** Ms. Segundo Grimaldo Chávez Quintana

**CHACHAPOYAS-PERÚ**

**2019**

**UNIVERSIDAD NACIONAL  
TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**



**FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**

**ESTABILIDAD DE LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE EN DIFERENTES  
CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO DEL EXTRACTO DE HOJAS  
DE *Guadua angustifolia* Kunth**

**TESIS**

**Para obtener el título profesional de**

**INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

**AUTOR:** Bach. Charles Antonio Inga Santillán

**ASESOR:** Ms. Segundo Grimaldo Chávez Quintana

**CHACHAPOYAS-PERÚ**

**2019**

## **DEDICATORIA**

Trabajo dedicado a mi hijo, Fernando Antonio quien me ha llenado la vida de felicidad, aún es muy pequeño no lo sabe pero me cambio la vida, de paz, tranquilidad, de afecto, de entusiasmo, esperanza de mucho amor. Ahora sé que todos los retos en la vida tienen una razón. Te amo hijo.

A mi familia a mi madre, esposa, amigos que estuvieron siempre brindándome su apoyo, los retos en la vida son más fáciles si se tiene una familia unida y amigos sinceros, gracias totales y sobre todo gracias a Dios.

## **AGRADECIMIENTO**

Un agradecimiento a mi madre Gladys Santillán Mendoza, hermano Telmo Quispe Santillán, a quien deseo siempre lo mejor, a mis tías por la confianza depositada.

A mis amigos, y a todas las personas que me ayudaron en la culminación de este trabajo.

**AUTORIDADES UNIVERSITARIAS**

**Dr. POLICARPIO CHAUCA VALQUI  
RECTOR**

**Dr. MIGUEL ÁNGEL BARRENA GURBILLÓN  
VICERRECTOR ACADÉMICO**

**Dra. FLOR TERESA GARCÍA HUAMÁN,  
VICERRECTORA DE INVESTIGACIÓN**

**M. Sc. ERICK ALDO AUQUIÑIVIN SILVA  
DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA Y  
CIENCIAS AGRARIAS**

## VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS

El docente de la UNTRM que suscribe, hace constar que ha asesorado la realización de la tesis titulada “**Estabilidad de la actividad antioxidante en diferentes condiciones de almacenamiento del extracto de hojas de *Guadua angustifolia kunth***”, del egresado de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias, de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la UNTRM.

Bach. Charles Antonio Inga Santillán

Se da el **Visto Bueno** al informe final de la tesis mencionada, dándole pase para que sea sometido a la revisión del Jurado Evaluador, comprometiéndose a supervisar el levantamiento de las observaciones dadas por el Jurado Evaluador, para su posterior sustentación.

Chachapoyas, 06 de febrero de 2019

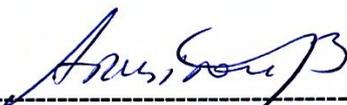


---

Ms. Segundo Grimaldo Chávez Quintana

Asesor

**JURADO EVALUADOR**



Mg. Sc. Armstrong Barnard Fernández Jerí

**PRESIDENTE**



Ms. C. Erick Aldo Auquiñivin Silva

**SECRETARIO**



Ms. C. Aura del Rocío Tafur Jiménez

**VOCAL**

## DECLARACIÓN JURADA DE NO PLAGIO

Yo CHARLES ANTONIO INGA SANTILLÁN identificado con DNI 45374978, egresado de la escuela profesional de Ingeniería Agroindustrial de la facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas.

Declaro bajo juramento que:

1. Soy autor de la tesis titulada

**“Estabilidad de la actividad antioxidante en diferentes condiciones de almacenamiento del extracto de hojas de *Guadua angustifolia kunth*”.**

La misma que presento para optar:

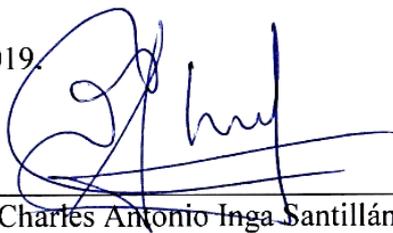
El título de **Ingeniero Agroindustrial.**

2. La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, para lo cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.
3. La tesis presentada no atenta contra los derechos de terceros.
4. La tesis no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
5. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificados, ni duplicados, ni copiados.

Por lo expuesto mediante la presente asumo toda la responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido de la tesis, así como por los derechos sobre la obra y/o invención presentada. Asimismo, por la presente me comprometo asumir todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse para la UNTRM en favor de terceros por motivos de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontraren causa en el contenido de la tesis.

De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo de investigación haya sido publicado anteriormente: asumo las consecuencias y sanciones civiles y penales que de mi acción se deriven.

Chachapoyas, 06 de febrero de 2019.



Bach. Charles Antonio Inga Santillán  
DNI. 45374978



**ANEXO 3-N**

**ACTA DE EVALUACIÓN DE SUSTENTACIÓN DE TESIS  
PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL**

En la ciudad de Chachapoyas, el día 07 de Marzo del año 2019, siendo las 03:00pm horas, el aspirante Charles Antonio Inga Santillán

defiende en sesión pública la Tesis titulada: Estabilidad de la actividad antioxidante en diferentes condiciones de almacenamiento del extracto de hojas de *Livadua angustifolia* Kunth

para obtener el Título Profesional de Ingeniero Agroindustrial a ser otorgado por la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, ante el Jurado Evaluador, constituido por:

Presidente: Ingr. Armstrong Bernard Fernandez Teri

Secretario: M.C. Erick Aldo Apurimay Silva

Vocal: Ingr. M.C. Ana del Rocío Tapur Jimenez

Procedió el aspirante a hacer la exposición de la Introducción, Material y método, Resultados, Discusión y Conclusiones, haciendo especial mención de sus aportaciones originales. Terminada la defensa de la Tesis presentada, los miembros del Jurado Evaluador pasaron a exponer su opinión sobre la misma, formulando cuantas cuestiones y objeciones consideraron oportunas, las cuales fueron contestadas por el aspirante.

Tras la intervención de los miembros del Jurado Evaluador y las oportunas respuestas del aspirante, el Presidente abre un turno de intervenciones para los presentes en el acto, a fin de que formulen las cuestiones u objeciones que consideren pertinentes.

Seguidamente, a puerta cerrada, el Jurado Evaluador determinó la calificación global concedida la Tesis para obtener el Título Profesional, en términos de:

Aprobado (X)  Desaprobado ( )

Otorgada la calificación, el Secretario del Jurado Evaluador lee la presente Acta en sesión pública. A continuación se levanta la sesión.

Siendo las 03:50pm horas del mismo día y fecha, el Jurado Evaluador concluye el acto de sustentación de la Tesis para obtener el Título Profesional.

SECRETARIO

VOCAL

PRESIDENTE



## ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO.....	ii
AUTORIDADES UNIVERSITARIAS.....	iii
VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS.....	iv
JURADO EVALUADOR.....	v
DECLARACIÓN JURADA DE NO PLAGIO.....	vi
ACTA DE EVALUACIÓN DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL.....	vii
ÍNDICE GENERAL.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
RESUMEN.....	xi
ABSTRACT.....	xii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. OBJETIVO.....	3
III. MARCO TEÓRICO.....	3
3.1. Antecedentes.....	3
3.2. Bases teóricas.....	5
IV. METODOLOGÍA.....	8
V. RESULTADOS.....	11
VI. DISCUSIÓN.....	15
VII. CONCLUSIÓN.....	17
VIII. RECOMENDACIONES.....	18
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	19
ANEXOS.....	22

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Composición química de la hoja de <i>G. angustifolia</i> .....	5
Tabla 2. Arreglo experimental.....	8
Tabla 3. Tabla de pruebas de efecto inter sujetos.....	22
Tabla 4. Tablas de pruebas multivariante.....	26
Tabla 5. Porcentaje de la actividad antioxidante.....	28
Tabla 6. Resultados de la toma de datos, de absorbancia y blanco de muestra.....	30

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Estructura básica de los flavonoides (Pérez, 2003).....	7
Figura 2. Porcentaje de la actividad antioxidante vs días de evaluación.....	11
Figura 3. Medida de la actividad antioxidante respecto a la temperatura. ....	12
Figura 4. Medida de la actividad antioxidante respecto al tipo de envase. ....	13
Figura 5. Medida de la actividad antioxidante respecto a cada al tipo de envase. ....	14

## RESUMEN

El objetivo de la investigación fue evaluar la estabilidad de la capacidad antioxidante del extracto de hojas de bambú *Guadua angustifolia* Kunth en diferentes técnicas de conservación. Se empleó un diseño factorial completo  $2^k$ , donde  $K= 2$  factores (temperatura de almacenamiento y tipo de envase), todos los tratamientos se realizaron por triplicado. Para determinar diferencias entre los tratamientos se realizó análisis de varianza (ANOVA). La actividad antioxidante se determinó siguiendo el método desarrollado por Brand-Williams, Cuvelier y Berset modificado por Castañeda, Ramos e Ibañez (2008). La toma de datos se realizó cada tres días por espacio de 27 días. Encontrando que, el extracto de las hojas de bambú es bastante estable, pues se mantiene por encima del 80% de actividad al final de la investigación, además no se encuentra diferencia significativa entre el tipo de envase ni temperatura para la conservación de la estabilidad antioxidante. En conclusión, la estabilidad de la capacidad antioxidante del extracto de hojas de bambú no depende de la temperatura de almacenamiento ni del tipo de envase.

Palabras clave: capacidad antioxidante, Bambú *Guadua angustifolia* Kunth.

## ABSTRACT

The objective of the research was to evaluate the stability of the antioxidant capacity of bamboo leaf extract *Guadua angustifolia* Kunth in different conservation techniques. A complete 2k factorial design was used, where K = 2 factors (storage temperature and container type), all treatments were carried out in triplicate. To determine differences between treatments, analysis of variance (ANOVA) was performed. The antioxidant activity was determined following the method developed by Brand-Williams, Cuvelier and Berset modified by Castañeda, Ramos and Ibañez (2008). The data collection was performed every three days for 27 days. Finding that, the extract of the bamboo leaves is quite stable, because it remains above 80% of activity at the end of the investigation, in addition there is no significant difference between the type of container or temperature for the preservation of antioxidant stability. In conclusion, the stability of the antioxidant capacity of the bamboo leaf extract does not depend on the storage temperature or the type of container.

Key words: antioxidant capacity, Bamboo *Guadua angustifolia* Kunth.

## I. INTRODUCCIÓN

*Guadua angustifolia* Kunth, es un bambú de las regiones tropicales de América central y del sur. Crece en ambientes naturales en especial a lo largo de ríos formando bosques dominantes o mezclados con otros tipos de árboles (Rugeles-Silva, 2012).

El recurso natural del bambú como miembro de mayores dimensiones de la familia de las herbáceas, no es solamente la planta que crece más rápido, sino también el mayor productor de biomasa, superado en ambos aspectos sólo por el alga marina, además de extenderse por una amplia franja alrededor del mundo, existe una gran diversidad de plantas de bambú en el Perú, las cuales se encuentran clasificadas en nativas y exóticas; que esta diversidad de especies se desarrolla de cero a 4000 m.s.n.m. y por sus características botánicas morfológicas y de desarrollo, son muy apreciadas en el consumo de los brotes, constituyendo una fuente importante de nutrientes y una alternativa potencial en el mercado creciente de productos naturales exóticos; así como materia prima para la confección de diversos artículos artesanales e industriales, los cuales van desde la alimentación hasta la vivienda y los usos en la agricultura, transporte, caza y música; son ampliamente reconocidas las bondades ecológicas y ambientales de estas plantas, por su capacidad de mejorar el nivel hídrico, evitar la erosión de los suelos, contribuir a la recuperación y conservación de la biodiversidad (MINAGRI, 2008).

El uso de antioxidantes sintéticos es controversial debido a su toxicidad. Por tal razón la búsqueda de antioxidantes naturales de origen vegetal es de gran interés tanto para las industrias farmacéuticas como la de alimentos (Mosquera, González, & Cortes, 2015).

El cultivo de la *G. angustifolia* Kunth en Amazonas viene siendo de importancia económica por su potencial uso en la construcción de viviendas en la costa del Perú, teniendo gran demanda la venta de cañas. En la región se ejecutaron 02 proyectos de instalación de plantaciones con bambú *G. angustifolia* el primero desarrollado en la provincia de Bogará ejecutado por la Universidad Degli Studi di Sassari a través de la Fundación AVSI logrando instalar 80ha durante los años 2015 a 2017. El segundo ejecutado por el Gobierno Regional de Amazonas cuya meta fue de 300 ha también en

la provincia de Bongará durante los años 2017 y 2018. A la fecha se viene ejecutando un tercer proyecto por el proyecto especial Datem del Marañón en la provincia de Condorcanqui con una meta de instalación de 700 ha las hojas del bambú aún no presentan aprovechamiento que genere valor económico, sin embargo, presentan un gran mercado para la elaboración de productos cosméticos.

## II. OBJETIVO

El objetivo de la investigación planteada fue evaluar la estabilidad de la capacidad antioxidante del extracto de hojas de *G. angustifolia* en diferentes técnicas de conservación.

## III. MARCO TEÓRICO

### 3.1. Antecedentes

Las hojas secas revelan presencia de compuestos con actividad antioxidante (flavonoides y fenoles) y un 2,4 % de nitrógeno menor al reportado para otros bambús. A partir de las hojas se puede obtener un extracto hidroalcohólico con un rendimiento hasta del 10,6 % y con actividad antioxidante hasta de 9,2 mg ácido gálico/100g y 14,5 mg Trolox/100g. Se observó que la propiedad antioxidante del extracto hidroalcohólico y el rendimiento de extracción no varían con la edad de los cultivos (3-4 años) de donde provienen las hojas, ni con el método de secado, ni con el tiempo de almacenamiento de las hojas, mientras que si cambian con el tamaño de partícula. (Durango, Gallardo, & Contreras, 2015).

Desde hace más de cuatro décadas, se han desarrollado investigaciones en torno a las propiedades antioxidantes de las matrices vegetales alimentarias y no alimentarias. El bambú también ha sido estudiado y se han determinado un elevado poder antioxidante en los culmos (Hernández, Propuesta para el desarrollo de un nuevo aprovechamiento industrial de la *Guadua angustifolia* Kunth mediante la utilización de sus extractos vegetales, 2008; Mosquera, González, & Cortes, 2015) y en hojas (Valencia, Durango, Pinillos, Mejía, & Gallardo-Cabrera, 2011); analizando extractos etanólicos, con acetatos de etilo, con éter etílico y acetona; para ser analizados mediante pruebas DPPH y ABTS. También, el vinagre de bambú, subproducto del proceso de obtención de carbón, puede ser empleado en la formulación de alimentos, puesto que contiene un elevado poder antioxidante (Arboleda, Jaramillo, & Palacio, 2012).

Los compuestos fenólicos y flavonoides, han sido identificados como los principales responsables de la actividad antioxidante de los extractos de hoja de *G. angustifolia* y

se propone su aplicación en la industria cosmética (Durango, Gallardo, & Contreras, 2015).

Actualmente se viene investigando en matrices alimentarias naturales ricas en fibra con poder antioxidante y se ha acuñado el término fibra antioxidante. Esta matriz contiene fibra dietética asociada a compuestos antioxidantes (fenólicos principalmente), por lo que se han estudiado diversas hojas y flores de plantas (Sayago-Ayerdi & Goñi, 2010).

Se ha demostrado también que ciertas partes vegetativas del bambú, son ricas en fibra con alto poder antioxidante (Mosquera, González, & Cortes, 2015); sin embargo, la capacidad antioxidante depende del solvente utilizado (Valencia, Durango, Pinillos, Mejía, & Gallardo-Cabrera, 2011) y técnica de cuantificación, tanto de fibra como la actividad antioxidante.

Aunque muchas investigaciones, demuestran que las hojas de *G. angustifolia*, tiene un elevado poder antioxidante, no se ha evaluado aún su estabilidad en el tiempo y las condiciones de almacenamiento; no obstante que los flavonoides son muy buenos antioxidantes, en diferentes condiciones pueden comportarse como agentes prooxidantes (Pérez, 2003).

No se han reportado investigaciones que determinen las condiciones de almacenamiento del extracto de hojas de bambú y su estabilidad antioxidante con fines de utilización industrial.

### 3.2. Bases teóricas

El género *Guadua*, es un tipo de bambú, perteneciente a la familia Poaceae. Comprende alrededor de 30 especies y la más representativa es *G. angustifolia*, debido a sus características físico-mecánicas, que le hacen la más requerida en la industria del bambú. Puede alcanzar hasta 30 m de altura, 25 cm de diámetro y alcanza su madurez entre los 3 y 5 años. Crece de forma natural en Colombia, Ecuador y Venezuela, pero ha sido introducida en otros países (incluyendo Perú) con gran éxito comercial (Espinal, Martínez, Pinzón, & Espinoza, 2005).

#### Aspectos químicos de la hoja de *G. angustifolia*

Debido a que el producto principal es el tallo maderable, la composición química de la hoja de *G. angustifolia*, no ha sido ampliamente estudiada, excepto la capacidad antioxidante del extracto, sin embargo, se ha determinado el contenido de humedad, grasas y nitrógeno total de la materia seca (Tabla 1).

Tabla 1. Composición química de la hoja de *G. angustifolia*.

Parámetro	Valor
Humedad (%)	6,6 ±0,1
Grasas o lípidos (%)	1,4 ±0,1
Nitrógeno total	2,4 ±0,1

Fuente: (Durango, Gallardo, & Contreras, 2015)

De las 1 110 especies de bambú, distribuidas en 20 géneros, en Latinoamérica se encuentran 429. El país latinoamericano con mayor diversidad de bambúes es Brasil, seguido de Colombia y Venezuela. El género más difundido y cultivado es *Guadua*, con cerca de 30 especies distribuido principalmente en Brasil y Venezuela. *G. angustifolia*, tiene su origen probablemente en Ecuador y distribuido al resto de países de Latinoamérica (Takahashi, 2006).

El bambú, ha sido ampliamente utilizado por el hombre, desde tiempos ancestrales. En Latinoamérica es empleado en la construcción de viviendas, embarcaciones, la fabricación de herramientas agrícolas, armas, instrumentos musicales, entre otros

(Takahashi, 2006). A diferencia de la mayoría de especies forestales maderables, el bambú es una especie de rápido crecimiento y producción a muy corto plazo y presenta muy buenas propiedades mecánicas (Ordóñez, 1999; Ghavami & Marinho, 2005).

### **Oxidación biológica**

La actividad antioxidante de las plantas está asociada a compuestos fenólicos cuya estructura química con grupos hidroxilo, les permite actuar como antioxidantes primarios al inicio del proceso oxidativo o en la etapa de determinación, cuando se generan los radicales libres. La actividad antioxidante de los compuestos fenólicos protege al organismo contra las especies reactivas de oxígeno y los radicales libres implicados en la génesis del estrés oxidativo, el cual causa enfermedades crónicas y degenerativas, como el cáncer, la diabetes, las asociadas a problemas cardiovasculares y el Alzheimer (Mosquera, González, & Cortes, 2015)

En los procesos biológicos, se denomina oxidación a la pérdida de electrones de las moléculas, fundamental en la obtención de energía para el normal desarrollo celular. Pero, de forma natural, también ocurren excesos y es denominado estrés oxidativo, asociado a muchas enfermedades, las que son contrarrestados con una dieta rica en antioxidantes (Elejalde, 2001). Se ha estudiado mucho sobre sustancias antioxidantes y provienen de diferentes fuentes, así tenemos a las vitaminas, y los compuestos fenólicos (isoflavinas, flavonoides, quercetina y polifenoles), principalmente (Avello & Suwalsky, 2006).

Los flavonoides son compuestos fenólicos, presentes en frutas y vegetales y pueden tener pesos moleculares hasta 30 000 Da, son los principales responsables de la actividad antioxidante y la actividad antimicrobiana, existen 13 subclases de flavonoides y han sido identificados más de 5 000 compuestos con una estructura hidrocarbonada, tal como se muestra en la Figura 1 (Pérez & Martínez, 2001; Pérez, 2003).

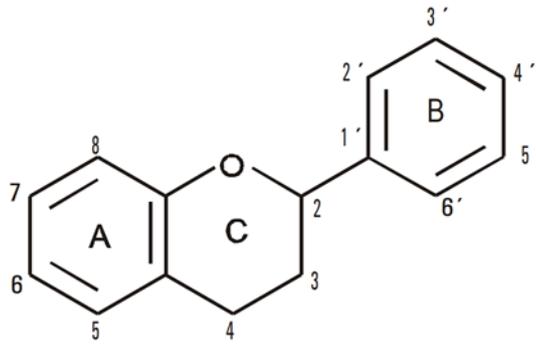


Figura 1. Estructura básica de los flavonoides (Pérez, 2003).

Aunque se han estudiado la composición y actividad antioxidante de los culmos de *guadua* (Hernández, Arrabal, & Montoya, 2010), los extractos de hojas frescas y secas de *G. angustifolia* han demostrado tener un elevado poder antioxidante (Hernández, 2008; Valencia, Durango, Pinillos, Mejía, & Gallardo-Cabrera, 2011; Durango, Gallardo, & Contreras, 2015).

Los aceites tienden a auto oxidarse, causando pérdidas en su valor nutricional y produciendo compuestos no deseables en la agroindustria. La velocidad con que se produce la oxidación determina la estabilidad oxidativa y los aceites ricos en ácidos grasos poliinsaturados presentan mayor inestabilidad impidiendo su calidad y vida útil (Rodríguez *et al*; 2015).

## IV. METODOLOGÍA

### Diseño de investigación

Se trata de una investigación experimental, para lo cual se empleó un diseño factorial completo  $2^k$ , donde  $K=2$  factores (temperatura de almacenamiento y tipo de envase), todos los tratamientos se realizaron por triplicado, teniendo en total 12 unidades experimentales cuyo arreglo se muestra en la Tabla 02.

Tabla 2. Arreglo experimental.

Factor A	T° ambiente (11°-21°C)		Refrigeración (4 °C)	
Factor B	Envase transparente	Envase ámbar	Envase transparente	Envase ámbar
Tratamientos	T1	T2	T3	T4
Réplicas	R1	R1	R1	R1
	R2	R2	R2	R2
	R3	R3	R3	R3

### Procedimiento experimental

La actividad antioxidante se determinó siguiendo el método desarrollado por Brand-Williams, Cuvelier y Berset modificado por Castañeda, Ramos e Ibañez (2008), para lo cual se seguirá el siguiente procedimiento:

1. Se preparó 100 ml de una solución de DPPH (2,2-difenil-1-picril hidrazilo) en metanol de 20 mg/L.
2. Luego se preparó una solución metanólica de la muestra a analizar en una concentración de 500 ug/ml (solución A)
3. Se empleó un blanco con metanol agua 2:1 para ajustar el espectrofotómetro a cero.

4. El blanco de muestra se preparó con 0,75 mL de muestra (solución A) y 1,5 mL de metanol.
5. Se preparó el patrón de referencia con 1,5 mL de solución DPPH y 0,75 mL de agua.
6. Luego se preparó la muestra con 0,75 mL de solución A y 1,5 mL de solución DPPH, obteniéndose una concentración final de 100 ug/mL, se dejó por 5 min. La lectura se tomó a 517 nm en un espectrofotómetro.
7. Se midió la absorbancia del patrón de referencia y del blanco de la muestra.
8. Se observó por triplicado.
9. Posteriormente, con los valores de las absorbancias obtenidas se determinó el % de captación de radicales libres (DPPH) mediante la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Capacidad antioxidante} = \left[ \left( 1 - \frac{A2 - A3}{A1} \right) \right] \times 100$$

Dónde: A1= Absorbancia del patrón de referencia.

A2= Absorbancia de la muestra.

A3= Absorbancia del blanco de muestra.

### **Obtención del material vegetal**

Las hojas de bambú *Guadua angustifolia* kunth fueron obtenidas de la parcela experimental desarrollada en el marco de la ejecución del proyecto instalación sostenible del *Bambú G. angustifolia* en el alto y bajo Imaza provincia de Bongará por la Universidad Degli Studi di Sassari- del distrito de Churuja provincia de Bongará región Amazonas.

Obtención del extracto etanólico conforme el procedimiento descrito por Durango, Gallardo y Contreras (2015).

1. 50 g de hojas de bambú de plantaciones mayores a 3 años, trituradas
2. Dejar macerar por 24 horas en una solución de 50g más 1L. de etanol de 96°.
3. Filtrado en bomba al vacío.
4. Se realizaron cuatro tratamientos con tres réplicas cada uno.

### **Evaluación**

La evaluación de la estabilidad de la actividad antioxidante, se realizó cada tres días durante un mes, la lectura de datos se realizó empleando un espectrofotómetro a 517nm. Por triplicado.

1. Preparación de 250 uL más 2,5 mL de metanol más la Solución A, agitado en equipo Vórtex.
2. Preparación del blanco de muestra: 0,75mL de solución A más 1,5 mL de metanol.
3. Muestra a analizar: 0,75 mL de solución A más 1,5 solución DPPH
4. Dejar reposar por espacio de 20 minutos.
5. Lectura de muestra en el espectrofotómetro a 517 nm.

## V. RESULTADOS

El porcentaje de la actividad antioxidante del extracto etanólico de las hojas de bambú *G. angustifolia* no presentan una disminución significativa de la actividad antioxidante al mes de evaluación. Se observa una disminución gradual pero se mantienen por encima del 80% como se muestra en la figura 2.

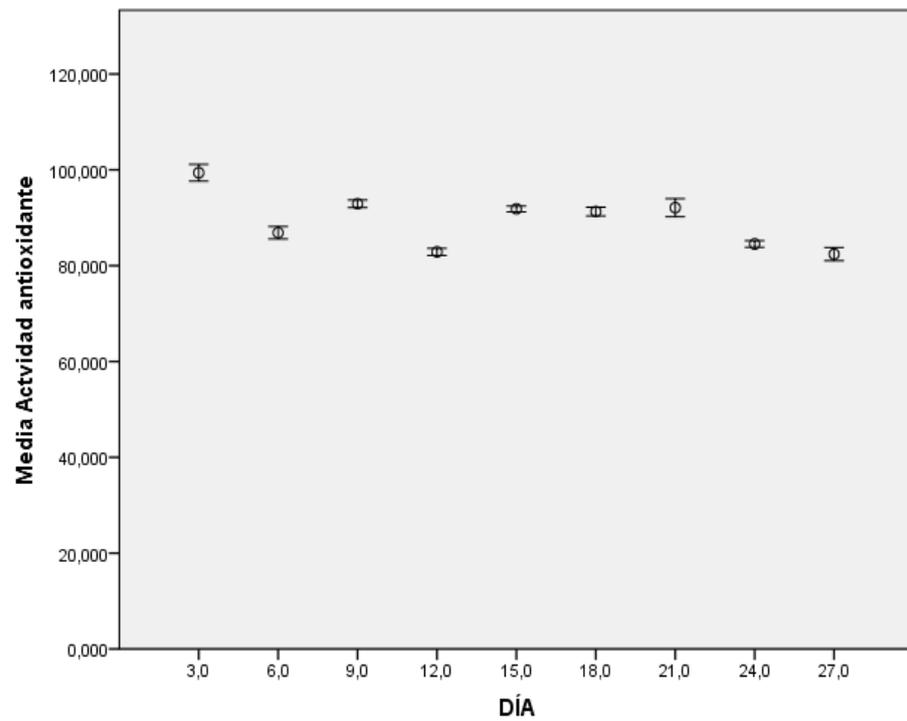


Figura 2. Porcentaje de la actividad antioxidante vs días de evaluación.

La medida de la actividad antioxidante con respecto a la temperatura de almacenamiento durante los días de evaluación muestra que no se encuentra diferencia significativa al ambiente y en refrigeración. Siendo indiferente el tipo de conservación respecto a la temperatura de almacenamiento. Tal como se muestra en la figura 3.

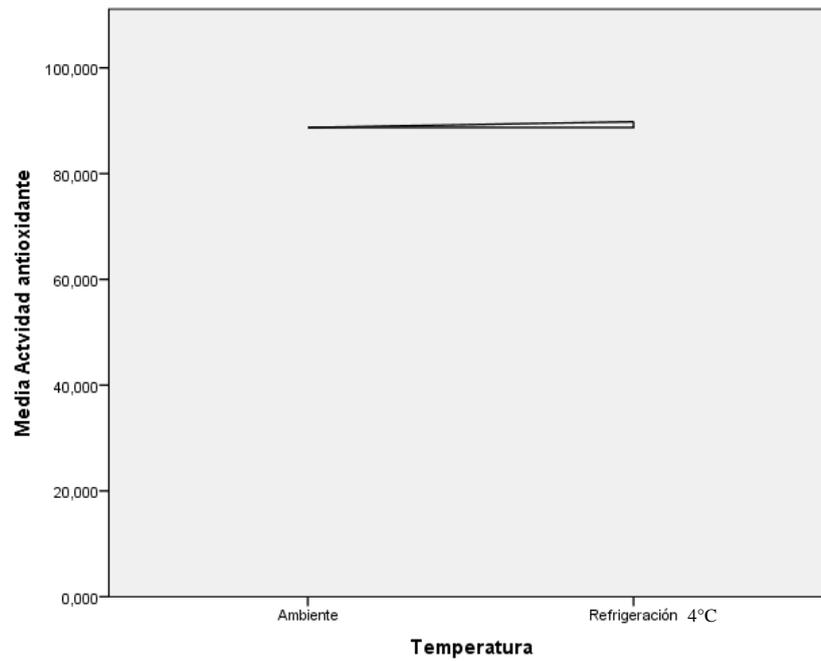


Figura 3. Medida de la actividad antioxidante respecto a la temperatura.

La medida de la actividad antioxidante no presenta diferencia significativa respecto al tipo de envase empleado (ámbar y transparente). Por lo tanto, es indiferente el uso de cualquiera de estos para la conservación de los extractos de bambú sin que esto afecta su estabilidad antioxidante. Como se muestra en la figura 4.

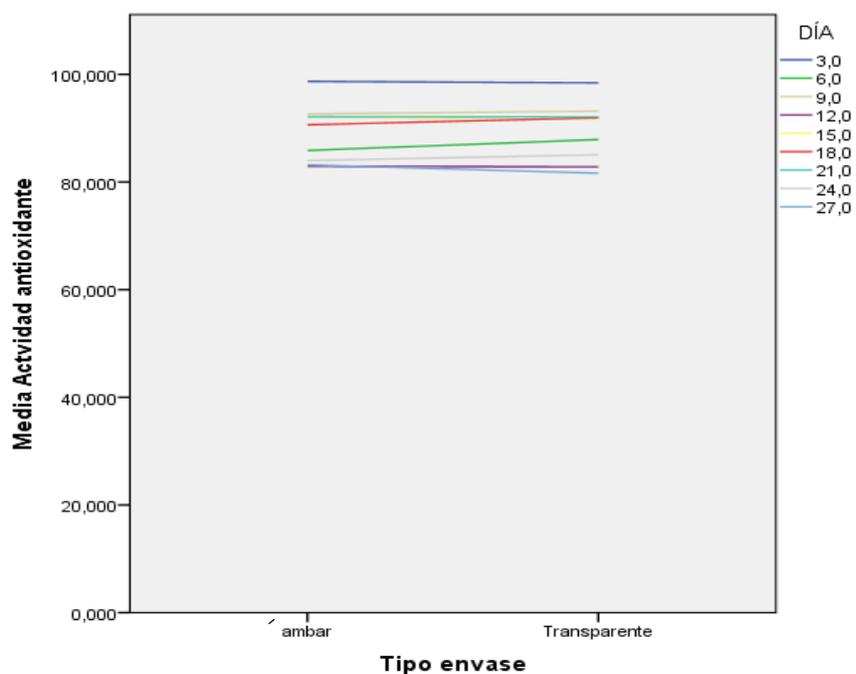


Figura 4. Medida de la actividad antioxidante respecto al tipo de envase.

La medida de la actividad antioxidante con respecto a cada al tipo de envase (ámbar y transparente), en la figura 5, muestra que no se encuentra diferencia significativa con respecto al uso de uno de éstos, ambas curvas muestran similitud en la trayectoria, sin que exista una brecha determinante y/o significativa, durante el periodo de evaluación.

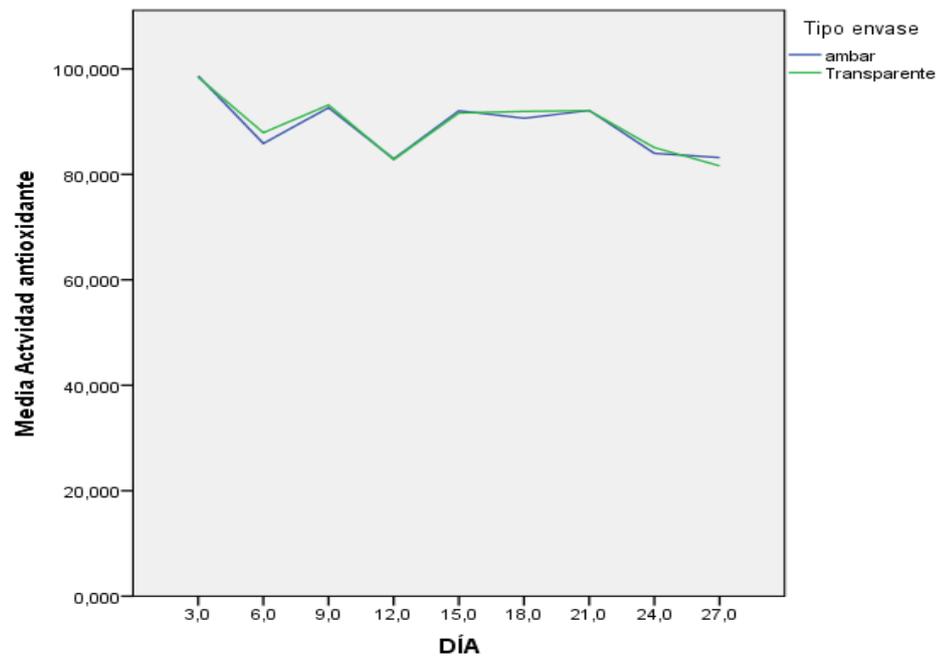


Figura 5. Medida de la actividad antioxidante respecto a cada al tipo de envase.

## VI. DISCUSIÓN

Del estudio de la actividad antioxidante de los culmos de *Guadua angustifolia* Kunth. En la evaluación de actividad antioxidante mediante el método de DPPH, los extractos de acetona de los sitios de estudio, presentaron una actividad menor a 46  $\mu\text{mol trolox/g}$  extracto (...) de otro lado todos los extractos etanólicos presentaron actividad antioxidante mayor a 80  $\mu\text{mol trolox/g}$  extracto. Para los extractos de agua la actividad antioxidante fue mayor a 50  $\mu\text{mol trolox/g}$  (...) estos resultados se relacionan con la caracterización fitoquímica por cromatografía de capa delgada (CCD) de los fenoles y flavonoides en los extractos de acetona y etanol. Por tal razón la actividad antioxidante podría ser atribuida a dichos núcleos. (...) Los datos anteriores indican que el mejor solvente de extracción para compuestos con actividad antioxidante fue el etanol (Mosquera, González, & Cortes, 2015)

Por los resultados de la investigación desarrollada con las hojas del bambú *G. angustifolia* la actividad antioxidante es bastante estable en el tiempo y no presenta diferencia significativa en cuanto a la temperatura de conservación ni tipo de envase. Se puede decir que esto se debe a los núcleos de fenoles y flavonoides, haciendo referencia a la investigación antes mencionada. Un estudio realizado por Valencia, Durango, Pinillos, Mejía y Gallardo-Cabrera (2011), reporta resultados similares, en donde los extractos obtenidos de diferentes tipos y partes de guadua, no mostraron resultados diferentes; sin embargo los mismos investigadores encontraron que el tipo de solvente a emplear si tiene efecto en la calidad del extracto que se vaya a obtener. En esta investigación se realizó extracción con etanol, puesto que guadua tiene un elevado potencial para la industria farmacéutica y se busca garantizar su inocuidad en el posible desarrollo de productos cosméticos por ejemplo.

La mayor actividad antioxidante en los extractos de etanol por el método DPPH y ABTS indican que el etanol es el mejor solvente de extracción de este tipo de metabolitos en la especie bambú *Guadua angustifolia*. De igual manera el mayor contenido de fenoles y flavonoides en los extractos de acetona y etanol sugieren que la actividad antioxidante podría ser atribuida a este tipo de compuestos, lo cual fue

confirmado en la evaluación de perfil cromatográfico en donde se presentaron picos de absorción de compuestos fenólicos (Mosquera, González, & Cortes, 2015).

Los resultados corroboran lo afirmado por otros investigadores (Durango, Gallardo, & Contreras, 2015), acerca del potencial que tienen éste recurso en la elaboración de productos cosméticos, debido a su elevada capacidad antioxidante y su elevada estabilidad en el tiempo. También se ha demostrado que puede ser almacenado sin problemas en el ambiente, en refrigeración y en cualquier tipo de envase.

Además de su potencial cosmético, su uso en el desarrollo de alimentos con elevado contenido nutricional de *G. angustifolia*, tiene elevadas probabilidades de éxito; una muestra de ello es que en un trabajo anterior se ha demostrado que el vinagre elaborado a partir de subproductos de ésta planta, tuvo hasta 10 veces más capacidad antioxidante que otros vinagre comerciales (Arboleda, Jaramillo, & Palacio, 2012).

Las moléculas más importantes y responsables de la elevada actividad antioxidante del extracto de *G. angustifolia*, podría deberse al elevado contenido de fenoles y flavonoides que ésta contiene; dichos componentes fueron identificados en un trabajo más exhaustivo (Mosquera, González, & Cortes, 2015).

Teniendo en cuenta que, las plantaciones de *G. angustifolium* instaladas en la región Amazonas, tienen como único fin extraer la parte maderable, las hojas y cúmulos son eliminados al campo sin ningún tratamiento o en todo caso son sub aprovechados; podría implementarse una línea de aprovechamiento comercial, como la obtención de extractos crudos para usos cosméticos y alimentarios.

## VII. CONCLUSIÓN

La estabilidad antioxidante del extracto etanólico de las hojas de bambú *G. angustifolia* no presenta diferencias significativas con respecto a la temperatura (refrigeración y al ambiente) ni al tipo de envase (transparente y ámbar). Por lo tanto, es indiferente su conservación respecto a estas técnicas de conservación, ya que no afectan la estabilidad antioxidante.

## **VIII. RECOMENDACIONES**

Queda abierta a futuras investigaciones la determinación de las cantidades de antioxidantes presentes en las hojas de bambú, así como la identificación exacta de los tipos de núcleos de antioxidantes.

Se recomienda analizar la interacción de este antioxidante en aceites de la industria alimentaria, debido a su elevada estabilidad.

## IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arboleda, C., Jaramillo, F., & Palacio, H. (2012). Determinación del potencial antioxidante en extractos de vinagre *Guadua angustifolia* Kunth para aplicaciones alimenticias. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 17(4), 330-342. Obtenido de <http://scielo.sld.cu/pdf/pla/v17n4/pla05412.pdf>
- Avello, M., & Suwalsky, M. (2006). Radicales libres, antioxidantes naturales y mecanismos de protección. *Atenea* 494, 161-172. Obtenido de <http://www.scielo.cl/pdf/atenea/n494/art10.pdf>
- Balseca, L. B., & Solórzano, S. S. (2017). Producción y Comercialización de la caña de guadua en la provincia del oro. II Congreso Internacional de Ciencia y Tecnología, 1, págs. 580-589. Obtenido de <http://investigacion.utmachala.edu.ec/proceedings/index.php/utmach/article/view/194/166>
- Cazaña, Y. (2004). Evaluación Fitoquímica preliminar de tres especies Cubanas de *Erythroxylum*. *Centro de Química Farmacéutica de Cuba*, 2(23), 93 -196. Obtenido de [http://www.latamjpharm.org/trabajos/23/2/LAJOP\\_23\\_2\\_2\\_1\\_HA1710NIK6.pdf](http://www.latamjpharm.org/trabajos/23/2/LAJOP_23_2_2_1_HA1710NIK6.pdf)
- Durango, E. S., Gallardo, C., & Contreras, A. (2015). Estudios para el aprovechamiento potencial de hojas de *Guadua angustifolia* Kunth (Poaceae), para el sector cosmético. *Revista Cubana de Farmacia*, 49(3), 535-542. Obtenido de <http://scielo.sld.cu>
- Elejalde, J. I. (2001). Estrés oxidativo, enfermedades y tratamientos antioxidantes. *Análisis de Medicina Interna*, 18(6), 326-335. Obtenido de <http://scielo.isciii.es/pdf/ami/v18n6/revision1.pdf>
- Espinal, C. F., Martínez, H. J., Pinzón, N., & Espinoza, D. (2005). La cadena de la guadua en Colombia: una mirada global de estructura dinámica 1991-2005. Bogotá: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Obtenido de [http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/bitstream/11348/6108/1/200511216197\\_caracterizacion\\_guadua.pdf](http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/bitstream/11348/6108/1/200511216197_caracterizacion_guadua.pdf)

- García, L., García, L. V., Rojo, D. M., & Sánchez, E. (2001). Plantas con propiedades antioxidantes. *Revista Cubana de investigación Biomédica*, 20(3), 231-235. Obtenido de <http://scielo.sld.cu/pdf/ibi/v20n3/ibi11301.pdf>
- Ghavami, K., & Marinho, A. (2005). Propriedades físicas e mecânicas do colmo inteiro do bambu da espécie *Guadua angustifolia*. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 9(1), 107-114. Obtenido de <http://www.scielo.br/pdf/0D/rbeaa/v9n1/v9n1a16.pdf>
- Hernández, A. (2008). Propuesta para el desarrollo de un nuevo aprovechamiento industrial de la *Guadua angustifolia* Kunth mediante la utilización de sus extractos vegetales. Tesis de Grado, Universidad Tecnológica de Pereira, Pereira. Obtenido de <file:///G:/Users/CC010310AD/Downloads/5849H557.pdf>
- Hernández, A., Arrabal, C., & Montoya, J. A. (2010). Aprovechamiento industrial de *Guadua angustifolia* a partir de sus extractos vegetales. *Recursos Naturales y Ambientes*(61), 38-44. Obtenido de <http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/6981/7.Hern%C3%A1ndez.pdf?sequence=1>
- MINAGRI. (26 de enero de 2008). MINAGRI. Obtenido de MINAGRI: <http://www.minagri.gob.pe/portal/download/pdf/marcolegal/normaslegales/decretosupremos/DECRETO%20SUPREMO%20N%20004-2008-AG.pdf>
- Mosquera, O. M., González, L. M., Cortes, Y. J., & Camargo, J. C. (2015). Caracterización fitoquímica, determinación del contenido de lignina y la actividad antioxidante de los culmos de *Guadua angustifolia* Kunth. *Revista de la Facultad de Ciencias Básicas*, 11(2), 124-135. doi:<http://dx.doi.org/10.18359/rfcb.1301>
- Ordóñez, V. R. (1999). Perspectivas del bambú para la construcción en México. *Madera y Bosque*, 5(1), 3-12. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=61750102>
- Pérez, G. (2003). Los flavonoides: antioxidantes o prooxidantes. *Revista Cubana de Investigación Biomedica*, 22(1), 48-57. Obtenido de <http://scielo.sld.cu/pdf/ibi/v22n1/ibi07103.pdf>

- Pérez, G., & Martínez, G. (2001). Los flavonoides como antioxidantes naturales. *Acta Farm. Bonaerense*, 20(4), 297-306. Obtenido de [http://www.latamjpharm.org/trabajos/20/4/LAJOP\\_20\\_4\\_3\\_1\\_P9HXUFPEV7.pdf](http://www.latamjpharm.org/trabajos/20/4/LAJOP_20_4_3_1_P9HXUFPEV7.pdf)
- Rugeles-Silva, P. A.-T.-M.-F. (2012). Caracterización molecular de *Guadua angustifolia* Kunth mediante marcadores moleculares RAMs. *Acta Agronómica*, 61(4), 325-330. facultad de ciencias agropecuarias Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira, 325.
- Sayago-Ayerdi, S. G., & Goñi, I. (2010). Hibiscus sabdariffa L: Fuente de fibra antioxidante. *Archivos latinoamericanos de nutrición*, 60(1), 79-84. Obtenido de [https://www.researchgate.net/profile/Isabel\\_Goni/publication/49621631\\_Hibiscus\\_sabdariffa\\_L\\_Source\\_of\\_antioxidant\\_dietary\\_fiber/links/546e13c90cf29806ec2e77eb/Hibiscus-sabdariffa-L-Source-of-antioxidant-dietary-fiber.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Isabel_Goni/publication/49621631_Hibiscus_sabdariffa_L_Source_of_antioxidant_dietary_fiber/links/546e13c90cf29806ec2e77eb/Hibiscus-sabdariffa-L-Source-of-antioxidant-dietary-fiber.pdf)
- Takahashi, J. (2006). Bamboo in Latin America: Past, Present and the Future. *Bamboo for the Environment, Development and Trade*, (págs. 4-12). Fujian-China. Obtenido de <http://tobaccotobamboo.org/Publications/Conference%20Proceedings/Diversification%20of%20%20Livelihood%20Strategies%20%20for%20Tobacco%20Small.pdf#page=5>
- Valencia, M., Durango, S., Pinillos, J. F., Mejía, A., & Gallardo-Cabrera, C. (2011). Extracción de fracciones con actividad antioxidante en hojas de *Guadua angustifolia* Kunth. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 16(4), 364-373. Obtenido de <http://scielo.sld.cu/pdf/pla/v16n4/pla08411.pdf>

## ANEXOS

Pruebas de efectos inter sujetos realizado como parte del procesamiento de datos.

Tabla 3. Tabla de pruebas de efecto inter sujetos.

Origen		Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	DÍA 3	53.025	3	17.675	4.824	.033
	DÍA 6	39.900	3	13.300	14.670	.001
	DÍA 9	1.934	3	.645	.349	.791
	DÍA 12	1.801	3	.600	.342	.796
	DÍA 15	1.763	3	.588	.542	.667
	DÍA 18	6.903	3	2.301	1.174	.378
	DÍA 21	68.724	3	22.908	6.500	.015
	DÍA 24	3.644	3	1.215	1.080	.411
	DÍA 27	16.782	3	5.594	1.282	.345
	Intersección	DÍA 3	118557.529	1	118557.529	32357.662
DÍA 6		90574.850	1	90574.850	99901.810	.000
DÍA 9		103574.960	1	103574.960	56078.434	.000
DÍA 12		82410.952	1	82410.952	46931.522	.000
DÍA 15		101230.681	1	101230.681	93380.982	.000
DÍA 18		99997.433	1	99997.433	51023.471	.000
DÍA 21		101795.098	1	101795.098	28884.290	.000

Origen		Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
	DÍA 24	85731.608	1	85731.608	76236.055	.000
	DÍA 27	81488.994	1	81488.994	18677.877	.000
Temperatura	DÍA 3	52.164	1	52.164	14.237	.005
	DÍA 6	1.334	1	1.334	1.472	.260
	DÍA 9	.367	1	.367	.199	.668
	DÍA 12	.007	1	.007	.004	.951
	DÍA 15	.205	1	.205	.189	.675
	DÍA 18	1.693	1	1.693	.864	.380
	DÍA 21	66.241	1	66.241	18.796	.002
	DÍA 24	.095	1	.095	.085	.778
	DÍA 27	6.879	1	6.879	1.577	.245
	Tipo envase	DÍA 3	.349	1	.349	.095
DÍA 6		12.343	1	12.343	13.614	.006
DÍA 9		.850	1	.850	.460	.517
DÍA 12		.035	1	.035	.020	.891
DÍA 15		.559	1	.559	.516	.493
DÍA 18		5.030	1	5.030	2.566	.148
DÍA 21		.005	1	.005	.001	.971
DÍA 24		3.510	1	3.510	3.121	.115

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
DÍA 27	7.299	1	7.299	1.673	.232
Temperatura * DÍA 3	.512	1	.512	.140	.718
Tipo envase DÍA 6	26.223	1	26.223	28.923	.001
DÍA 9	.717	1	.717	.388	.551
DÍA 12	1.759	1	1.759	1.002	.346
DÍA 15	1.000	1	1.000	.922	.365
DÍA 18	.181	1	.181	.092	.769
DÍA 21	2.478	1	2.478	.703	.426
DÍA 24	.038	1	.038	.034	.858
DÍA 27	2.604	1	2.604	.597	.462
Error DÍA 3	29.312	8	3.664		
DÍA 6	7.253	8	.907		
DÍA 9	14.776	8	1.847		
DÍA 12	14.048	8	1.756		
DÍA 15	8.672	8	1.084		
DÍA 18	15.679	8	1.960		
DÍA 21	28.194	8	3.524		
DÍA 24	8.996	8	1.125		
DÍA 27	34.903	8	4.363		

Origen		Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.	
Total	DÍA 3	118639.866	12				
	DÍA 6	90622.003	12				
	DÍA 9	103591.670	12				
	DÍA 12	82426.801	12				
	DÍA 15	101241.116	12				
	DÍA 18	100020.015	12				
	DÍA 21	101892.016	12				
	DÍA 24	85744.248	12				
	DÍA 27	81540.680	12				
	Total corregido	DÍA 3	82.337	11			
		DÍA 6	47.153	11			
		DÍA 9	16.710	11			
		DÍA 12	15.849	11			
		DÍA 15	10.436	11			
DÍA 18		22.582	11				
DÍA 21		96.918	11				
DÍA 24		12.640	11				
DÍA 27		51.685	11				

Pruebas multivariante realizado como parte del procesamiento de datos

Tabla 4. Tablas de pruebas multivariante.

Efecto	Valor	F	Gl de hipótesis	gl de error	Sig.	
Intersección	Traza de Pillai	1.000	222733.652	8.000	1.000	.002
	Lambda de Wilks	.000	222733.652	8.000	1.000	.002
	Traza de Hotelling	1781869.213	222733.652	8.000	1.000	.002
	Raíz mayor de Roy	1781869.213	222733.652	8.000	1.000	.002
Temperatura	Traza de Pillai	.910	1.268	8.000	1.000	.600
	Lambda de Wilks	.090	1.268	8.000	1.000	.600
	Traza de Hotelling	10.144	1.268	8.000	1.000	.600
	Raíz mayor de Roy	10.144	1.268	8.000	1.000	.600
Tipo de envase	Traza de Pillai	.991	13.151	8.000	1.000	.210
	Lambda de Wilks	.009	13.151	8.000	1.000	.210
	Traza de Hotelling	105.205	13.151	8.000	1.000	.210
	Raíz mayor de Roy	105.205	13.151	8.000	1.000	.210

Efecto	Valor	F	Gl de hipótesis	gl de error	Sig.	
Temperatura	Traza de	.986	8.946	8.000	1.000	.253
* Tipo de	Pillai					
envase	Lambda	.014	8.946	8.000	1.000	.253
	de Wilks					
	Traza de	71.571	8.946	8.000	1.000	.253
	Hotelling					
	Raíz					
	mayor de	71.571	8.946	8.000	1.000	.253
	Roy					

Resultados de la actividad antioxidante en porcentaje (%) durante los días de evaluación, por factores de temperatura y tipo de envase.

Tabla 5. Porcentaje de la actividad antioxidante.

Temperatura	Tipo envase	DÍA	Actividad antioxidante (%)	Temperatura	Tipo envase	DÍA	Actividad antioxidante (%)
Ambiente	Transparente	3	95.807	Refrigeración	Transparente	15	91.486
Ambiente	Transparente	3	98.070	Refrigeración	Transparente	15	91.165
Ambiente	Transparente	3	96.928	Refrigeración	Transparente	15	90.986
Ambiente	ámbar	3	97.370	Refrigeración	ámbar	15	93.549
Ambiente	ámbar	3	100.512	Refrigeración	ámbar	15	90.865
Ambiente	ámbar	3	95.186	Refrigeración	ámbar	15	92.249
Refrigeración	Transparente	3	99.734	Ambiente	Transparente	18	91.828
Refrigeración	Transparente	3	102.660	Ambiente	Transparente	18	91.286
Refrigeración	Transparente	3	102.160	Ambiente	Transparente	18	91.928
Refrigeración	ámbar	3	101.318	Ambiente	ámbar	18	90.928
Refrigeración	ámbar	3	103.445	Ambiente	ámbar	18	90.628
Refrigeración	ámbar	3	99.576	Ambiente	ámbar	18	88.865
Ambiente	Transparente	6	85.848	Refrigeración	Transparente	18	91.491
Ambiente	Transparente	6	86.348	Refrigeración	Transparente	18	92.934
Ambiente	Transparente	6	86.048	Refrigeración	Transparente	18	92.134
Ambiente	ámbar	6	86.048	Refrigeración	ámbar	18	89.728
Ambiente	ámbar	6	86.569	Refrigeración	ámbar	18	89.728
Ambiente	ámbar	6	88.411	Refrigeración	ámbar	18	93.955
Refrigeración	Transparente	6	88.496	Ambiente	Transparente	21	90.107
Refrigeración	Transparente	6	89.959	Ambiente	Transparente	21	89.365
Refrigeración	Transparente	6	90.659	Ambiente	Transparente	21	88.365
Refrigeración	ámbar	6	84.106	Ambiente	ámbar	21	91.249
Refrigeración	ámbar	6	84.306	Ambiente	ámbar	21	90.028
Refrigeración	ámbar	6	85.748	Ambiente	ámbar	21	89.407
Ambiente	Transparente	9	92.801	Refrigeración	Transparente	21	92.276
Ambiente	Transparente	9	95.165	Refrigeración	Transparente	21	94.197
Ambiente	Transparente	9	91.338	Refrigeración	Transparente	21	98.187
Ambiente	ámbar	9	93.965	Refrigeración	ámbar	21	94.739
Ambiente	ámbar	9	92.743	Refrigeración	ámbar	21	91.934
Ambiente	ámbar	9	92.465	Refrigeración	ámbar	21	95.381
Refrigeración	Transparente	9	92.565	Ambiente	Transparente	24	85.007
Refrigeración	Transparente	9	92.907	Ambiente	Transparente	24	85.286
Refrigeración	Transparente	9	94.249	Ambiente	Transparente	24	84.465
Refrigeración	ámbar	9	93.928	Ambiente	ámbar	24	84.907

Temperatura	Tipo envase	DÍA	Actividad antioxidante (%)	Temperatura	Tipo envase	DÍA	Actividad antioxidante (%)
Refrigeración	ámbar	9	91.165	Ambiente	ámbar	24	84.807
Refrigeración	ámbar	9	91.565	Ambiente	ámbar	24	82.138
Ambiente	Transparente	12	82.042	Refrigeración	Transparente	24	85.591
Ambiente	Transparente	12	83.263	Refrigeración	Transparente	24	85.591
Ambiente	Transparente	12	84.221	Refrigeración	Transparente	24	84.449
Ambiente	ámbar	12	82.684	Refrigeración	ámbar	24	84.049
Ambiente	ámbar	12	82.584	Refrigeración	ámbar	24	85.191
Ambiente	ámbar	12	82.284	Refrigeración	ámbar	24	82.807
Refrigeración	Transparente	12	81.784	Ambiente	Transparente	27	76.159
Refrigeración	Transparente	12	83.806	Ambiente	Transparente	27	82.365
Refrigeración	Transparente	12	81.784	Ambiente	Transparente	27	82.686
Refrigeración	ámbar	12	81.306	Ambiente	ámbar	27	83.770
Refrigeración	ámbar	12	83.184	Ambiente	ámbar	27	83.149
Refrigeración	ámbar	12	85.506	Ambiente	ámbar	27	81.765
Ambiente	Transparente	15	91.743	Refrigeración	Transparente	27	84.091
Ambiente	Transparente	15	91.422	Refrigeración	Transparente	27	81.086
Ambiente	Transparente	15	92.986	Refrigeración	Transparente	27	83.370
Ambiente	ámbar	15	90.843	Refrigeración	ámbar	27	82.749
Ambiente	ámbar	15	91.465	Refrigeración	ámbar	27	83.891
Ambiente	ámbar	15	93.407	Refrigeración	ámbar	27	83.791

Resultados obtenidos de la toma de datos en la etapa de toma de datos, se especifica por días, factores y réplicas, donde:

ABS: Absorbancia de la muestra.

BM: blanco de muestra.

Tabla 6. Resultados de la toma de datos, de absorbancia y blanco de muestra.

FACTOR A	FACTOR B	Replicas	ABS	BM																
			1	2	3	4	5	6	7	8	9									
Ambiente	Transparente	T1R1	0.191	0.024	0.185	0.007	0.190	0.019	0.192	0.002	0.213	0.021	0.237	0.025	0.248	0.024	0.299	0.024	0.344	0.017
Ambiente	Transparente	T1R2	0.187	0.027	0.180	0.007	0.185	0.022	0.186	0.003	0.210	0.02	0.23	0.023	0.243	0.022	0.290	0.023	0.313	0.022
Ambiente	Transparente	T1R3	0.186	0.025	0.183	0.007	0.186	0.016	0.164	0.001	0.213	0.023	0.236	0.025	0.253	0.022	0.292	0.022	0.316	0.023
Ambiente	ámbar	T2R1	0.194	0.027	0.183	0.007	0.197	0.022	0.198	0.004	0.222	0.021	0.246	0.025	0.249	0.026	0.300	0.024	0.330	0.027
Ambiente	ámbar	T2R2	0.175	0.029	0.184	0.008	0.203	0.021	0.199	0.004	0.222	0.022	0.249	0.025	0.255	0.025	0.301	0.024	0.330	0.026
Ambiente	ámbar	T2R3	0.191	0.023	0.178	0.010	0.212	0.022	0.202	0.004	0.215	0.024	0.248	0.022	0.255	0.024	0.278	0.016	0.319	0.022
Refrigeración	Transparente	T3R1	0.189	0.030	0.202	0.014	0.211	0.022	0.207	0.004	0.228	0.023	0.259	0.028	0.276	0.032	0.318	0.028	0.333	0.028
Refrigeración	Transparente	T3R2	0.197	0.036	0.206	0.017	0.220	0.024	0.193	0.005	0.225	0.022	0.257	0.03	0.263	0.033	0.318	0.028	0.332	0.023
Refrigeración	Transparente	T3R3	0.202	0.036	0.199	0.017	0.219	0.026	0.207	0.004	0.233	0.023	0.265	0.03	0.279	0.042	0.317	0.026	0.334	0.027
Refrigeración	ámbar	T4R1	0.198	0.034	0.190	0.005	0.216	0.025	0.218	0.005	0.226	0.026	0.258	0.025	0.27	0.035	0.321	0.026	0.334	0.026
Refrigeración	ámbar	T4R2	0.214	0.04	0.188	0.005	0.225	0.022	0.193	0.004	0.228	0.022	0.258	0.025	0.267	0.03	0.322	0.028	0.335	0.028
Refrigeración	ámbar	T4R3	0.203	0.032	0.186	0.007	0.221	0.022	0.176	0.005	0.239	0.026	0.253	0.031	0.276	0.037	0.321	0.024	0.336	0.028

## Panel fotográfico



Preparación de las muestras para la toma de datos.



Toma de datos con el espectrofotómetro.