

2021

REVISTA 
AGROTECNOLÓGICA
AMAZÓNICA

e-ISSN: 2710-0510
Volumen 1, Número 1

**La agrotecnología
no se detiene**



UNIVERSIDAD NACIONAL
DE SAN MARTÍN



EDICIÓN EN LÍNEA

Facultad de Ciencias Agrarias
Facultad de Ingeniería Agroindustrial
Fondo Editorial
Vicerrectorado de Investigación
Universidad Nacional de San Martín

Editado por:
Ing. Dr. Miguel Ángel Valles Coral
Fondo Editorial
Universidad Nacional de San Martín
Tarapoto - Perú

Volumen 1, Número 1, Año 2021

Edición en línea: <http://revistas.unsm.edu.pe/index.php/raa/issue/view/21>
DOI: <https://doi.org/10.51252/raa.v1i1>
e-ISSN: 2710-0510



Tarapoto, San Martín, Perú, enero 2021.

AUTORIDADES

RECTOR

Dr. Aquilino Mesías García Bautista

VICERRECTORA DE INVESTIGACIÓN

Dra. Alicia Bartra Reátegui

VICERRECTORA ACADÉMICA

Dra. Rossana Herminia Hidalgo Pozzi

DECANO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

Dr. Orlando Ríos Ramírez

DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

Dra. Mari Luz Medina Vivanco

EQUIPO EDITORIAL

DIRECTOR EJECUTIVO

Dr. Miguel Ángel Valles Coral

DIRECTOR DE LA REVISTA

Dr. Agustín Cerna Mendoza

COMITÉ EDITORIAL

Dra. Mari Luz Medina Vivanco

Dr. Winston Franz Rios Ruiz

COMITÉ CIENTÍFICO

Ph. D. Juan Carlos Guerrero Abad, Instituto Nacional de Innovación Agraria

Dr. Oscar Wilfredo Mendieta Taboada, Universidad Nacional de San Martín

Dr. Manuel Fernando Coronado Jorge, Universidad Nacional Autónoma de Chota

Dr. José Luis Pasquel Reátegui, Universidad Nacional de San Martín

Dr. Tony Arce Saavedra, Universidad Nacional Autónoma de Chota

Dr. Gregorio José Arone Gaspar, Universidad Nacional de Barranca

Dr. Alfonso Marzal Reynolds, Universidad de Extremadura, España

Dr. Carlos Daniel Vecco Giove, Universidad Nacional de San Martín

Biolg. M. Sc. Renzo Alfredo Valdez Núñez, Universidad Nacional de Barranca

Ing. M. Sc. Víctor Manuel Arévalo Rojas, Universidad Nacional de Barranca

Ing. M. Sc. Rafael Segundo Vela Paredes, Universidad Nacional de San Martín

Ing. M. Sc. Mike Anderson Corazón Guivin, Universidad Nacional de San Martín

Ing. M. Sc. Geomar Vallejos Torres, Universidad Nacional de San Martín

Ing. Danter Cachique Huansi, Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana

Ing. Richer Garay Montes, Universidad Nacional de San Martín

Ing. Grecia Vanessa Fachín Ruiz, Universidad Nacional de San Martín

EDITOR

Dr. Miguel Ángel Valles Coral.

GESTOR DE LA REVISTA

Ing. Juan Carlos Velasco Mieses

ASISTENTE EDITORIAL

Lloy Pool Pinedo Tuanama

ÍNDICE

La agrotecnología no se detiene	2-3
Cinética de la degradación y estabilidad del ácido ascórbico en la pulpa de copoazu (<i>Theobroma grandiflorum</i>)	4-19
Ciclo biológico de <i>Caligo Idomeneus</i> (Nymphalidae) bajo condiciones controladas con jardines verticales en Tarapoto	20-33
Efecto Bioprotector de Micorrizas Arbusculares en la Reducción de Roya (<i>Hemileia vastatrix</i>) en la Región San Martín	34-44
Micropropagación de <i>Phragmipedium kovachii</i> , con fines de conservación genética	45-61
Análisis de la cadena productiva del macerado de uva (<i>Vitis labrusca</i> L.) en la región San Martín	62-74

La agrotecnología no se detiene

Agrotechnology does not stop

¹Cerna Mendoza, Agustín^[0000-0002-4827-9966]

¹Universidad Nacional de San Martín, Tarapoto, Perú
acerna@unsm.edu.pe

Editorial

La Universidad Nacional de San Martín tiene como ámbito de intervención a la región San Martín (UNSM-T, 2019); comprende parte de selva alta, la cordillera occidental y una zona transicional de la llanura Amazónica, con recursos forestales, de fauna, de suelo y cuatro valles productivos constituidos por el Alto Mayo, Bajo Mayo, Huallaga Central y Alto Huallaga formados por los ríos Mayo y Huallaga (Mincetur, 2020). Las actividades agropecuarias se sustentan en los cultivos de palma aceitera, arroz, maíz amarillo duro, yuca, tabaco, cacao, café, naranja, coco, plátano, sachá inchi y otros cultivos preservados por las comunidades nativas con utilidad alimenticia y medicinal. La actividad pecuaria está basada principalmente en la crianza de ganado vacuno, porcino y aves de corral (MINAGRI, 2019).

Es importante destacar que la región San Martín es eminentemente agrícola, pecuaria y forestal y facultades como Agronomía, Ingeniería Agroindustrial y Ecología tienen el reto de formar recursos humanos competitivos, así como ampliar y difundir el conocimiento científico mediante la publicación de artículos científicos (Piedra & Martínez, 2007).

La región San Martín tiene una participación activa en la industria de la madera, arroz, aceites, destilerías y otras manufacturas artesanales dedicadas a la transformación de los productos agrícolas (Rosemberg, 2018). Estos bastos recursos, constituyen el laboratorio natural donde los investigadores de la UNSM desarrollan proyectos de investigación e innovación en áreas de las ciencias biológicas, agrícolas, pecuarias, forestales, sociales, culturales, climáticas, etc.; a través de sus líneas de investigación generadas como ejes temáticos (Goresam, 2020).

Como homenaje a los 41 años de vida de nuestra institución y con gran satisfacción presentamos el primer número de la Revista Agrotecnológica Amazónica, la misma que con una edición semestral servirá como estrategia de difusión del conocimiento científico generado en nuestra región. En esta primera publicación, ponemos a disposición 05 artículos científicos, como una contribución de nuestros investigadores.

Dr. Agustín Cerna Mendoza

Investigador Calificado RENACYT-CONCYTEC

Coeditor de la Revista

Facultad de Ciencias Agrarias

Universidad Nacional de San Martín

Referencias bibliográficas.

- GORESAM. (2020, January 15). *Ganaderos ya pueden acceder a semen fresco en la Granja de Calzada*. <https://www.regionsanmartin.gob.pe/Noticias?url=noticia&id=5861>
- MINAGRI. (2019). *Anuario Estadístico de la Producción Ganadera y Avícola 2019*.
<http://siea.minagri.gob.pe/siea/?q=publicaciones/anuario-de-produccion-pecuaria>
- Mincetur. (2020). *San Martín: Reporte de Comercio Primer Semestre - 2019*.
- Piedra, Y., & Martínez, A. (2007). Producción científica. *Ciencias de La Información*, 38(3), 33–38. <http://www.redalyc.org/pdf/1814/181414861004.pdf>
- Rosemberg, M. (2018). La ganadería bovina en Perú . *Veterinaria Digital*.
<https://www.veterinariadigital.com/articulos/la-ganaderia-bovina-en-peru>
- UNSM-T. (2019). *Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto*. <https://unsm.edu.pe/>

Cinética de la degradación y estabilidad del ácido ascórbico en la pulpa de copoazu (*Theobroma grandiflorum*)

Kinetics of the degradation and stability of ascorbic acid in the pulp of copoazu (*Theobroma grandiflorum*)

Cuse Quispe, Jaime¹[0000-0001-6424-4934]; Cutipa Chávez, Lastenia²[0000-0003-3341-1095] y Lima Pimentel, Víctor Hugo²[0000-0003-4126-9543]

¹Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios

²Universidad Nacional de San Martín, Tarapoto, Perú

jcuseq@unsm.edu.pe

Resumen. La investigación fue realizada en Madre de Dios y tuvo como objetivo determinar la cinética de degradación y estabilidad del ácido ascórbico en la pulpa de copoazú (*Theobroma grandiflorum*) con y sin tratamiento térmico durante su almacenamiento por 80 días a diferentes temperaturas (5°C, -5°C -15°C). Los materiales que se utilizaron fueron: Copoazú (*Theobroma grandiflorum*), Materiales de acondicionamiento como tina y balanza digital, Materiales de laboratorio como pipetas y buretas, Equipos como la pulpeadora, Reactivos 2,6-diclorofenol indofenol. En cuanto a los métodos se utilizó el método estándar de la AOAC modificado por BENASSI & ANTUNES, (1988). En cuanto a los resultados se evidenció que existe diferencia estadísticamente significativa entre un tratamiento y otro con respecto al nivel de temperatura de almacenamiento de la pulpa de copoazú (P va-lor<0.05), con un nivel de confianza del 95%, Concluyéndose que el ácido ascórbico sigue una reacción de deterioro de orden uno tanto para las muestras con y sin tratamiento térmico. A través de la ecuación de Arrhenius fue posible determinar la energía de activación referente a la degradación del ácido ascórbico durante su almacenamiento; para el ajuste con el modelo de cinética de primer orden se encontró una EaTT =25,10Kcal/mol y EaSTT = 10,5098 Kcal/mol.

Palabras clave: ácido ascórbico, cinética, pulpa, *theobroma grandiflorum*

Abstract. The research was carried out in Madre de Dios and its objective was to: Determine the degradation kinetics and stability of ascorbic acid in copoazú pulp (*Theobroma grandiflorum*) with and without heat treatment during storage for 80 days at different temperatures (5 ° C) , -5 ° C -15 ° C). The materials used were: Copoazú (*Theobroma grandiflorum*), Conditioning materials such as vat and digital balance, Laboratory materials such as pipettes and burettes, Equipment such as the Pulper, Reagents such as 2,6-dichlorophenol indofenol. Regarding the methods, the standard AOAC method modified by BENASSI & ANTUNES, (1988) was used. Regarding the results, it was evidenced that there is a statistically significant difference between one treatment and another with respect to the storage temperature level of the copoazú pulp (P value <0.05), with a confidence level of 95%, Concluding that ascorbic acid follows a deterioration reaction of order one both for the samples with and without heat treatment. Through the Arrhenius equation it was possible to determine the activation energy related to the degradation of ascorbic acid during its storage; For the adjustment with the first order kinetic model, an EaTT = 25.10Kcal / mol and EaSTT = 10.5098 Kcal / mol was found.

Keywords: ascorbic acid, kinetics, pulp, *theobroma grandiflorum*

Citar como: Cuse Quispe, J., Lima Pimentel, V. H. ., & Cutipa Chávez, L. . . (2021). Cinética de la degradación y estabilidad del ácido ascórbico en la pulpa de copoazu (*Theobroma grandiflorum*). *Revista Agrotecnológica Amazónica*, 1(1), 4-19. <https://doi.org/10.51252/raa.v1i1.113>

Recibido: 15/11/2020

Revisado: 15/12/2020

Publicado: 31/01/2021

1 Introducción

Uno de los procesos de conservación de alimentos más importantes es el almacenamiento a bajas temperaturas, no solo por los efectos deseables que se obtienen, sino por la calidad organoléptica final del producto. Se ha estudiado que el almacenamiento de alimentos a bajas temperaturas inhibe la actividad microbiana, enzimática y preserva los nutrientes contenidos en la matriz alimentaria.

El copoazu es un producto con un alto contenido de ácido ascórbico (58,22 mg/100g), resultado semejante a lo reportado por Martín (2013), quien en su estudio encontró 56,16 mg ácido ascórbico/100 g. de muestra.

En la constante de velocidad está involucrada principalmente la afectación de temperatura, el aumento en la temperatura produce un aumento en la velocidad de la mayor parte de las reacciones, alterando las concentraciones de ácido ascórbico (Mendoza y Quiñones, 2005)

El copoazú presenta alto contenido de pectina, comparable al de la manzana, fibra dietética soluble que, según algunos trabajos, han demostrado reducción de los niveles séricos de colesterol y triglicéridos en ratas y humanos (Fietz & Salgado, 1999; Arjmandi et al. (1992).

Melgarejo (2006), indica que el copoazú es una planta leñosa, arbórea de ciclo perenne, de crecimiento erecto y semirecto, de forma cilíndrica, el árbol puede crecer hasta 18 m. en estado silvestre, cultivado alcanza una altura entre 5m. a 8m. La forma de las semillas es elíptica-aplanada (Velez, 1991). El fruto puede contener de 20 a 50 semillas, pero existen plantas que producen frutos sin semillas (Lim, 2012).

El rendimiento de pulpa de copoazú reportado por Venturieri (1993) tiene un rendimiento de 38,5% y Arizaleta et al., (2015) con 32,79% en masa fresca.

El ácido ascórbico es considerado un elemento altamente termo sensible, a diferencia de otras vitaminas cuando es sometido a procesamiento térmico, este llega a perder hasta el 100% de su concentración si no llega a ser tratado adecuadamente (Santos y Silva, 2008). Por tal motivo la concentración residual de ácido ascórbico es considerado como un indicador de calidad nutricional durante el procesamiento y almacenamiento de alimentos.

La vitamina C se destruye térmicamente vía anaeróbica no oxidativa, de menor importancia, que alcanza su máximo a pH 4 como ocurre en jugos de limón y concentrados de naranja, en los que el oscurecimiento va acompañado de la formación de furfural y cuya cuantificación refleja el daño térmico (Badui, 2013).

La predicción de la cantidad de pérdida de ácido ascórbico requiere conocer la cinética de degradación, siendo la constante de degradación específica para cada producto y se determina

Citar como: Cuse Quispe, J., Lima Pimentel, V. H. ., & Cutipa Chávez, L. . . (2021). Cinética de la degradación y estabilidad del ácido ascórbico en la pulpa de copoazu (*Theobroma grandiflorum*). *Revista Agrotecnológica Amazónica*, 1(1), 4-19. <https://doi.org/10.51252/raa.v1i1.113>

experimentalmente. Se han realizado estudios para determinar la cinética de degradación en vitaminas, y se establece que estas reacciones siguen una ecuación de primer orden, cuya constante de degradación está regida por el modelo de Arrhenius.

Según Azeredo (2012), al someter la pulpa a un proceso térmico se inactivan las enzimas presentes en la pulpa in natura, deteniendo el proceso de degradación y fermentación. De igual forma, a bajas temperaturas pueden ocasionar pérdida del ácido ascórbico (Tavares:1998), y las bajas temperaturas retrasan la actividad enzimática y el crecimiento microbiano (Gonzales, 2010);

Durante el proceso térmico aplicado, se elimina agua a través de la evaporación, logrando una mayor concentración de los sólidos solubles, reflejándose en un aumento en la lectura de °Brix (Castellano: 2016).

El ácido ascórbico en muestras almacenadas a 5°C reportó una influencia significativa de la temperatura de almacenamiento, similar a lo reportado por Matos y Chuquilín, (2010).

Se trabajó con tratamiento térmico a 90°C por 60 seg. y sin tratamiento térmico, y temperaturas de almacenamiento (5°C, -5°C y -15°C); para determinar las propiedades fisicoquímicas (ácido ascórbico, pH, acidez total titulable y sólidos totales) en la pulpa de copoazú (*Theobroma grandiflorum*); planteándose si la cinética de degradación y estabilidad del ácido ascórbico en la pulpa de copoazú (*Theobroma grandiflorum*) no es influenciada por la temperatura de tratamiento térmico y almacenamiento. Utilizando para cada tratamiento 10 Kg de pulpa de un total de 100 Kg de frutos de copoazú fisiológicamente maduros.

El objetivo de la investigación fue Determinar la cinética de degradación y estabilidad del ácido ascórbico en la pulpa de copoazú (*Theobroma grandiflorum*) con y sin tratamiento térmico durante su almacenamiento por 80 días a diferentes temperaturas (5°C, -5°C -15°C) y entre los resultados más resaltantes se observó que existe diferencia estadísticamente significativa entre un tratamiento y otro con respecto al nivel de temperatura de almacenamiento de la pulpa de copoazú (P valor<0.05), con un nivel de confianza del 95%, lo que nos indica que los diferentes tratamientos influyen significativamente en al menos un tratamiento en el contenido de ácido ascórbico presente en la pulpa de copoazú tratada térmicamente.

2 Materiales y Métodos

La población estuvo constituida por 100 kg de frutos de copoazú (*Theobroma grandiflorum*) fisiológicamente maduros, de los cuales se espera obtener un rendimiento promedio del 38% de pulpa.

La cantidad de muestra a utilizar estuvo constituida por 10 kg de pulpa de copoazú (*Theobroma grandiflorum*) distribuidos en bolsas de polietileno de alta densidad con 100 g. de pulpa necesarios para realizar los análisis físico químicos.

2.1 Métodos

Determinación de ácido ascórbico.

Para la determinación del contenido de Ácido ascórbico se utilizó el método estándar de la AOAC modificado por BENASSI & ANTUNES, (1988) basada en que el ácido ascórbico reduce el indicador DCFI, a una solución incolora, la cual, al llegar al punto final de titulación, se torna en un color rosa pálido en medio ácido.

Solución de Acido oxálico al 2%: Se debe guardar en envase de vidrio oscuro en refrigeración para su conservación.

Solución 2,6-diclorofenol indofenol al 0,01%: Debe ser almacenada en envase de vidrio oscuro y en refrigeración. Pesar en balanza analítica 100 mg de DCFI e 210 mg de bicarbonato de sodio, Diluir en 50 ml de agua destilada caliente el DCFI y completar en balón volumétrico de 1 litro, juntamente con el bicarbonato de sodio. Estandarizar con solución estándar de ácido ascórbico.

Ácido ascórbico: Se prepara una solución más concentrada y de esta se toma un alícuota y prepara la solución. Para la solución patrón o estándar se pesa exactamente 125 mg de ácido ascórbico en balanza analítica, diluir con ácido oxálico en balón volumétrico de 50 ml.

Estandarización de la solución DCFI: tomar 1 ml de solución estándar de ácido ascórbico, completar el volumen en un balón de 25 ml con ácido oxálico 2%, tomar un alícuota de 10 ml y titular con solución estándar DCFI (duplicado).

Procedimiento: pesar 25 g de muestra, mezclar con 50 g de solución de ácido oxálico, del extracto obtenido retirar un alícuota de 10 g, diluir a 50 ml en balón volumétrico y filtrar. Retirar un alícuota de 10 ml de la solución y titular con DCFI (punto de viraje-aparecimiento color rosa). El contenido de ácido ascórbico de las muestras se calcula utilizando la siguiente ecuación:

$$\frac{g AA}{100g} = \frac{V.DCFI}{V.DCFI \text{ estandar (ml)}} \times \frac{100g}{m.muestra (25g)} \times \frac{m.solvente+muestra tratada (g)}{m.alicuota (10g)} \times \frac{V.balon (50ml)}{V.alicuota (ml)}$$

Dónde:

V. DCFI = Volumen del 2, 6 Diclorofenol indofenol

m = Masa

Citar como: Cuse Quispe, J., Lima Pimentel, V. H. ., & Cutipa Chávez, L. . . (2021). Cinética de la degradación y estabilidad del ácido ascórbico en la pulpa de copoazu (*Theobroma grandiflorum*). *Revista Agrotecnológica Amazónica*, 1(1), 4-19. <https://doi.org/10.51252/raa.v1i1.113>

V. balón = Volumen del balón

V. alícuota = Volumen del alícuota

Acidez (%)

Se realiza titulación mediante la valoración de la muestra con NaOH 0.1 N y fenolftaleína como indicador expresado en porcentaje de ácido cítrico con peso equivalente a 64.04. AOAC 942.15 (2005).

Sólidos solubles (°Brix)

Se determinó mediante refractómetro digital a una temperatura de 20°C. AOAC 931.12 (2005).

Determinación de pH

Se determinó mediante la valoración potenciométrica con un pH-metro. AOAC 981.12 (2005)

2.2 Metodología experimental

La metodología consistió en evaluar el contenido de ácido ascórbico en la pulpa de copoazú en cada etapa de los procesos normalmente utilizados para su obtención, con y sin tratamiento térmico y su almacenamiento a 3 temperaturas durante 80 días; luego se determinaron los parámetros cinéticos de la degradación del ácido ascórbico en la pulpa de copoazú.

a. Descripción del flujo de proceso de obtención de pulpa de copoazú.

Materia prima

Los frutos de copoazú fueron colectados totalmente maduros fisiológicamente. Estos son trasladados a la Planta Piloto de Frutas de la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios.

Recepción

Se verificó superficialmente la materia prima, separando los que presentes rajaduras o deterioro.

Pesado

Se efectuó el pesado de los frutos para determinar rendimiento.

Lavado

Se eliminó las partículas que se encuentran en la superficie del fruto como tierra, polvo y/o partículas extrañas. Esto se realiza con agua potable y una escobilla de cerdas plásticas.

Selección

Se verificó que el estado de los frutos reúna las características establecidas, se eliminan los frutos que aun presentan daños o inadecuados para el procesamiento, los que pudieron no ser verificados durante su recepción.

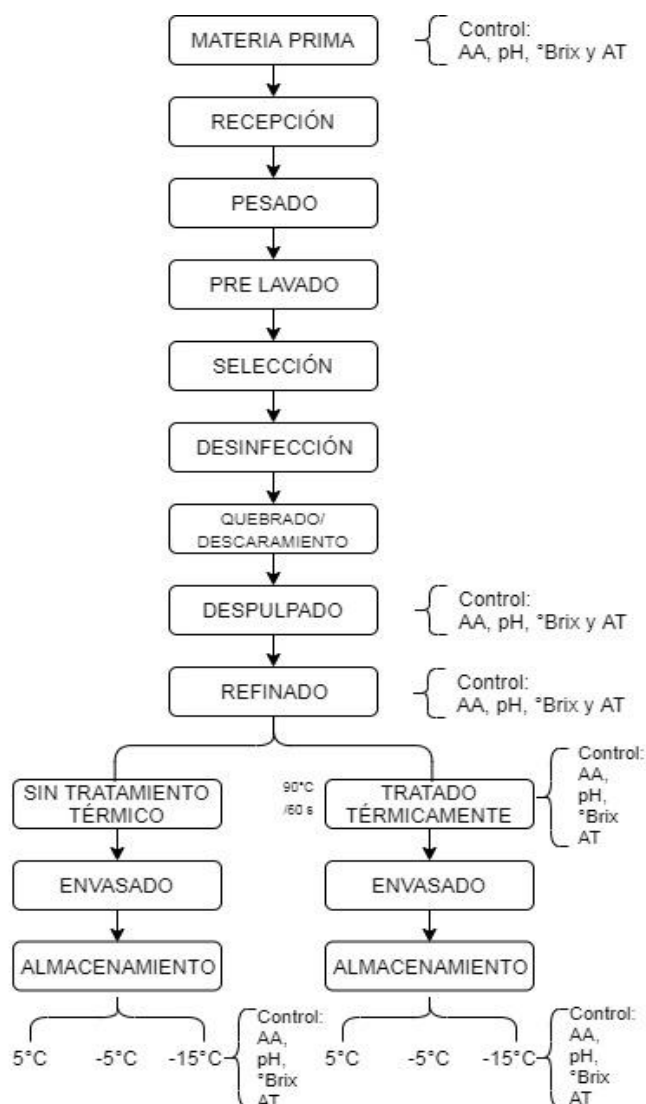


Figura 1: Diagrama de flujo del proceso de obtención de pulpa de copoazú y tratamiento

Desinfección

Se realizó con una solución de agua clorada 100 mg. L-1 por inmersión durante 5 minutos para inactivar la carga microbiana presente en el fruto.

Quebrado/descascarado

Se extrajo la pulpa junto a la semilla del fruto mediante un martillo de goma, el cual fracciona la cáscara permitiendo su remoción; así mismo se va separando las fibras, para luego llevarlo a la despulpadora.

Despulpado

Se realizó en una despulpadora con una malla de orificio de 2,9 mm de diámetro, esta operación nos permite separar las semillas y fibras que aun pudiesen permanecer junto a la pulpa.

Refinado

Citar como: Cuse Quispe, J., Lima Pimentel, V. H. ., & Cutipa Chávez, L. . . (2021). Cinética de la degradación y estabilidad del ácido ascórbico en la pulpa de copoazú (*Theobroma grandiflorum*). *Revista Agrotecnológica Amazónica*, 1(1), 4-19. <https://doi.org/10.51252/raa.v1i1.113>

Una vez obtenida la pulpa de copoazú, se sometió a refinamiento en licuadora comercial durante 3 minutos para obtener un producto homogéneo.

Pasteurizado

Obtenida la pulpa refinada de copoazú, esta es dividida en dos grupos: un grupo sin tratamiento térmico; y el otro sometido a pasteurización. La pulpa es pasteurizada a 90°C ($\pm 2^\circ\text{C}$) durante 60 segundos para inactivar la acción enzimática de la pulpa.

Envasado

El envasado se realizó en bolsas de alta densidad con aditivo EVA (resistente a bajas temperaturas) en cantidades de 100 g.

Almacenamiento

Los grupos de muestras fueron almacenados a tres temperaturas (5°C, -5°C y -15°C) por un periodo de 80 días.

b. Parámetros cinéticos de degradación del ácido ascórbico en la pulpa de copoazú

Para obtener los valores de los parámetros cinéticos en la pulpa de copoazú se utilizó el método gráfico.

Determinación de la constante de velocidad de reacción de degradación (K)

Este valor de la constante K se obtuvo por cada tratamiento mediante el valor de la pendiente de la regresión lineal del logaritmo de la concentración del ácido ascórbico en función del tiempo.

$$\text{Log}C = \text{Log}C_0 - \frac{K}{2,303} * \theta$$

Determinación de la Energía de Activación (Ea)

Para determinar la Energía de activación, se evaluó la influencia de la temperatura sobre la constante de velocidad de reacción (K) en función del inverso de la temperatura absoluta correspondiente, para luego aplicar regresión lineal.

$$\text{Log}K = \text{Log}K_0 - \frac{Ea}{2,303R} * \frac{1}{T}$$

Tratamientos de los datos

Para el análisis estadístico se efectuó un diseño estadístico completamente al azar (DCA) para la muestra con y sin tratamiento térmicamente a las mismas condiciones. Los resultados fueron sometidos a análisis de varianza ANOVA para comparar las medias con nivel de confianza del 95%.

Para el análisis del presente estudio se utilizó el software desing-xpert y OriginPro 8.

Citar como: Cuse Quispe, J., Lima Pimentel, V. H. ., & Cutipa Chávez, L. . . (2021). Cinética de la degradación y estabilidad del ácido ascórbico en la pulpa de copoazu (*Theobroma grandiflorum*). *Revista Agrotecnológica Amazónica*, 1(1), 4-19. <https://doi.org/10.51252/raa.v1i1.113>

Tabla 1

Diseño experimental de la investigación.

Materia prima	Tratamiento térmico	Temperatura de almacenamiento	Observaciones
Copoazú (pulpa)	Con tratamiento térmico (90°C/60 s)	5°C	0
		-5°C	20 días
		-15°C	40 días
	Sin tratamiento térmico	5°C	60 días
		-5°C	80 días
		-15°C	0
			20 días
			40 días
			60 días
			80 días

Fuente: Elaboración propia (2019)

La ecuación matemática es la siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} : Variable de respuesta de la k-ésima observación bajo la j-ésimo nivel de factor tiempo de almacenamiento sujeto a la i-ésimo nivel de tratamiento temperatura de almacenamiento.

μ : Efecto de la media de la población a la cual pertenecen las observaciones.

α_i : Efecto de la i-ésimo nivel del factor temperatura de almacenamiento.

β_j : Efecto del j-ésimo nivel del factor tiempo de almacenamiento.

$(\alpha\beta)_{ij}$: Efecto interacción del i-ésimo nivel del factor temperatura, en el j-ésimo nivel del factor tiempo de almacenamiento.

ε_{ijk} : Efecto del error experimental.

3 Resultados y discusiones

Obtención de pulpa de copoazú

Tabla 2

Rendimiento de copoazú.

Producto	Rendimiento (%)
Cáscara	49,43
Semilla	17,71
Pulpa	26,33
Placenta	6,53

Fuente: Elaboración propia (2019)

El rendimiento de pulpa de copoazú obtenido en la investigación es de 26,3%, este valor es inferior a lo reportado por Venturieri (1993) quien reporta un rendimiento de 38,5% y Arizaleta et al., (2015) con 32,79% en masa fresca. Es importante recalcar que en el presente estudio se consideró el porcentaje de la placenta por separado, la cual representa un 6,53%.

Evaluación fisicoquímica de la pulpa de copoazú

Citar como: Cuse Quispe, J., Lima Pimentel, V. H. ., & Cutipa Chávez, L. . . (2021). Cinética de la degradación y estabilidad del ácido ascórbico en la pulpa de copoazú (*Theobroma grandiflorum*). *Revista Agrotecnológica Amazónica*, 1(1), 4-19. <https://doi.org/10.51252/raa.v1i1.113>

Tabla 3
Análisis fisicoquímico de la pulpa de copoazú

Características Fisicoquímicas	Valor
Sólidos solubles (°Brix)	11,33
pH	3,18
Acidez Titulable (exp. en % Ác. Cítrico)	2,27
Ácido Ascórbico (mg/100 g)	58,22

Fuente: Elaboración propia (2019).

En la Tabla 3 se puede apreciar que la pulpa de copoazú (*Theobroma grandiflorum*) es un producto con un alto contenido de ácido ascórbico (58,22 mg/100g), este resultado se asemeja a lo reportado por Martin (2013), quien en su estudio encontró 56,16 mg ácido ascórbico/100 g. de muestra. De la misma manera el valor de sólidos solubles obtenidos experimentalmente se encuentra por debajo de lo reportado por Martin (2013) (18,59 °Brix), pero estos se encuentran dentro del rango reportado por Villachica (1996), INIAP (2008) mencionado por Pérez (2015) con 10,80 y 11,17 °Brix; el valor de pH obtenido experimentalmente (3,18) se encuentra dentro del rango obtenido por los autores mencionados antes y el valor obtenido experimentalmente de la acidez titulable (2,27 % ácido cítrico) se encuentra en similar rango según lo mencionado por Pérez (2015) y Martin (2013).

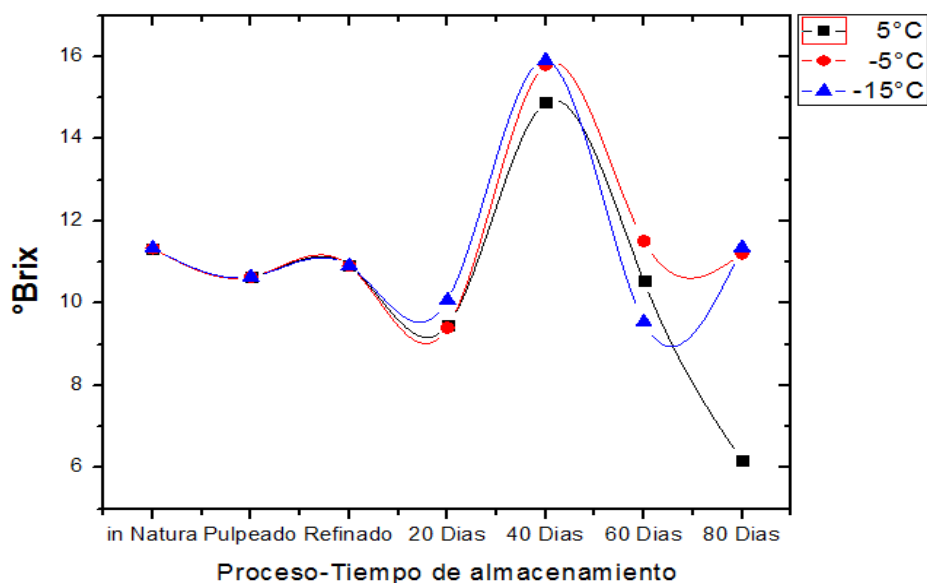


Figura 2: Comportamiento de °Brix en la pulpa de copoazú sin tratamiento térmico durante el procesado y almacenamiento.

En la Figura 2 se aprecia como los procesos de pulpeado y refinado influyen mínimamente en el contenido de °Brix, con una pérdida 0,69 °Brix en el proceso de pulpeado (10,64 °Brix) y un ligero aumento de 0,27 °Brix durante la etapa de refinado en referencia a la etapa anterior, según Castellano et al., (2016), a medida que la temperatura aumenta, la concentración de sólidos solubles se incrementa, esta concentración de azúcares en los jugos se incrementa por efectos de la degradación de los polisacáridos de las membranas celulares.

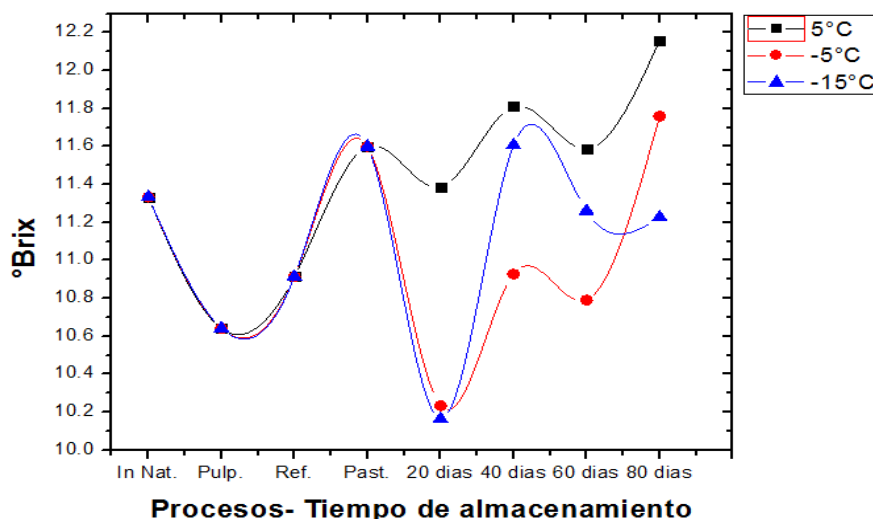


Figura 3: Comportamiento de °Brix en la pulpa de copoazú pasteurizada durante el procesado y almacenamiento.

En la Figura 3 para la muestra de pulpa de copoazú con tratamiento térmico se puede apreciar un aumento de 0,69 °Brix en referencia a la última etapa desarrollada, esto se explica que debido a proceso térmico aplicado se elimina agua a través de evaporación, logrando una mayor concentración de los sólidos solubles, reflejándose en un aumento en la lectura de °Brix (Castellano et al, 2016).

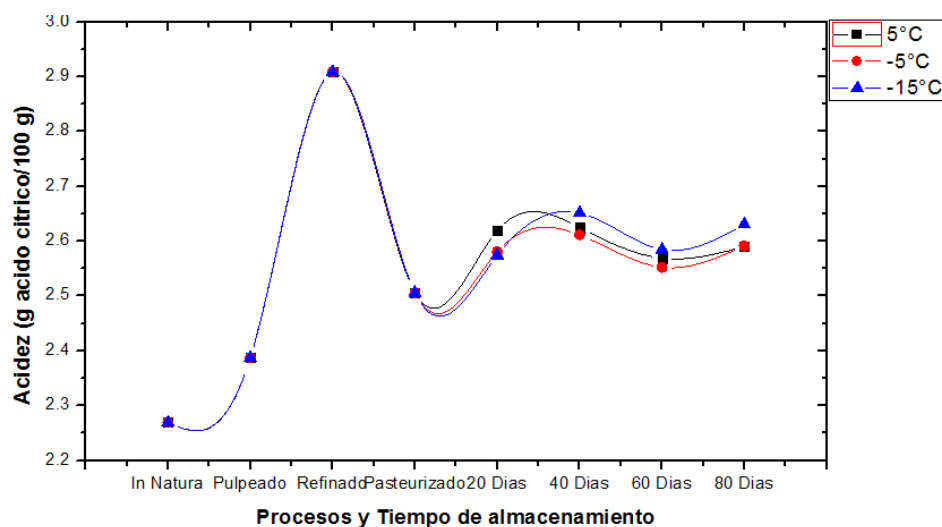


Figura 4: Comportamiento del ácido cítrico de la pulpa de copoazú pasteurizada durante el procesado y almacenamiento.

En la Figura 4 se observa que, durante la etapa del tratamiento térmico aplicado en la pulpa de copoazú, el valor de la acidez total disminuye de 2,91 a 2,51, esto referido a que al someter la pulpa a un proceso térmico se inactivan las enzimas presentes en la pulpa in natura, deteniendo el proceso de degradación y fermentación; según Azeredo (2012).

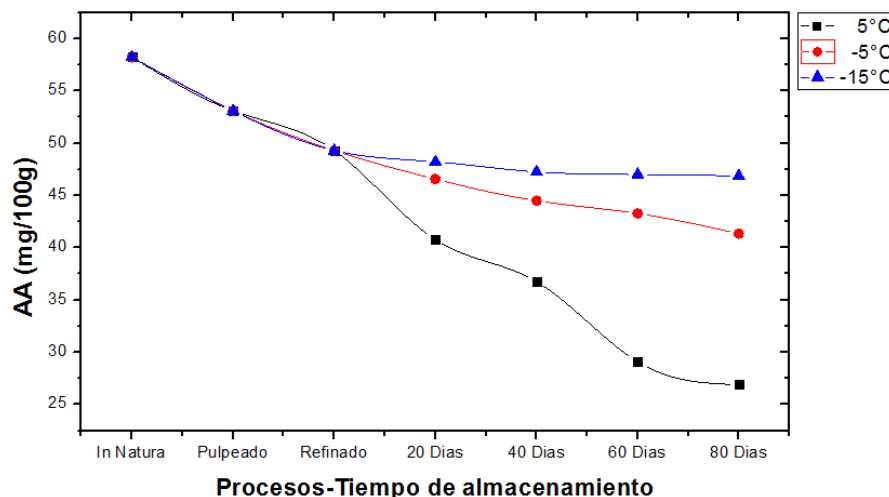


Figura 5: Comportamiento del Ácido ascórbico de la pulpa de copoazú sin tratamiento térmico durante el procesado y almacenamiento

En la Figura 5 se aprecia que las muestras sin tratamiento térmico almacenadas a -5°C y -15°C muestran un decremento leve de AA en el tiempo con valores finales de 41,35 y 46,86 mg/100g respectivamente; mientras que la muestra almacenada a 5°C es seriamente afectada en el tiempo con un valor final de 26,90 mg/100g.

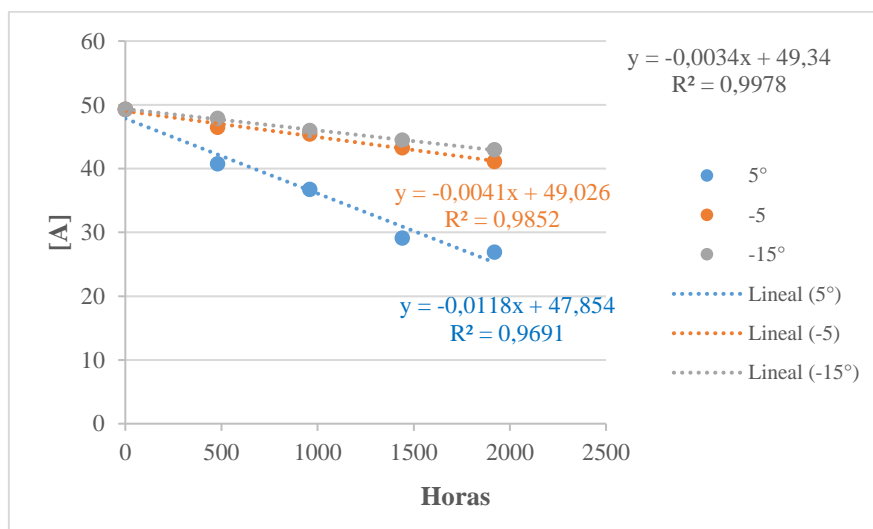


Figura 6: Cinética de degradación de ácido ascórbico en orden de reacción cero

En la Figura 6 se aprecian los valores de ácido ascórbico en función a la ecuación de orden cero, con un R2 igual a 0,9691; 0,9852 y 0,9987 para las temperaturas 5°C, -5°C y -15°C respectivamente. Siendo el mejor ajuste el reportado a una temperatura de -15°C.

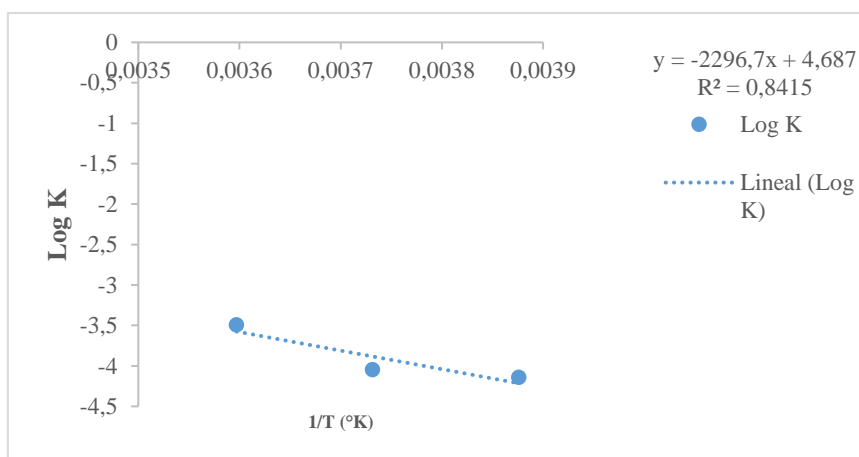


Figura 7: Gráfica de Arrhenius de la degradación de ácido ascórbico en la pulpa de copoazú sin tratamiento térmico

En la figura 7 se presenta para la pendiente un valor de 2296,7 con un R²= 0,8415, el valor del coeficiente de regresión resulto ser un poco menor que lo reportador por Vieira et al., (2000).

Análisis estadístico

Para la pulpa de copoazú con tratamiento térmico.

Tabla 4

Resumen estadístico para la degradación de AA en pulpa de copoazú con tratamiento térmico

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
5°C	5	66,55	13,31	222,0835
-5°C	5	184,29	36,858	1,33867
-15°C	5	189,53	37,906	0,14498

Tabla 5

Resultados ANOVA.

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	P valor	Valor crítico para F
Entre tratamientos	1934,2830	2	967,14152	12,977	0.000998	3.88529
Dentro de los tratamientos	894,2686	12	74,522383			
Total	2828,5516	14				

Se puede observar que existe diferencia estadísticamente significativa entre un tratamiento y otro con respecto al nivel de temperatura de almacenamiento de la pulpa de copoazú (P valor<0.05), con un nivel de confianza del 95%, lo que nos indica que los diferentes tratamientos influyen significativamente en al menos un tratamiento en el contenido de ácido ascórbico presente en la pulpa de copoazú tratada térmicamente.

4 Conclusiones

Se determinó las características físico químicas (AA, pH, Acidez titulable y °Brix) de la pulpa de copoazú y su estabilidad durante las etapas de procesamiento y almacenamiento, logrando retener para la muestra pasteurizada a temperatura de almacenamiento de -5°C y -15°C durante

Citar como: Cuse Quispe, J., Lima Pimentel, V. H. ., & Cutipa Chávez, L. . . (2021). Cinética de la degradación y estabilidad del ácido ascórbico en la pulpa de copoazú (*Theobroma grandiflorum*). *Revista Agrotecnológica Amazónica*, 1(1), 4-19. <https://doi.org/10.51252/raa.v1i1.113>

80 días un promedio de 62% de ácido ascórbico y para la muestra sin tratamiento térmico un promedio de 75% de ácido ascórbico. Mientras que para las muestras almacenadas a 5°C se retuvo 5,82% (tratado térmicamente) y 46,22% (sin tratamiento térmico).

La velocidad de degradación del ácido ascórbico durante el almacenamiento de la pulpa de copoazú con tratamiento térmico es: $K_{5^{\circ}\text{C}} = 0,0013$ (horas-1), $K_{-5^{\circ}\text{C}} = 6,81\text{E-}05$ (horas-1), $K_{-15^{\circ}\text{C}} = 3,89\text{E-}5$ (horas-1) y para la muestra sin tratamiento térmico: $K_{5^{\circ}\text{C}} = 0,0003$ (horas-1), $K_{-5^{\circ}\text{C}} = 9,05\text{E-}05$ (horas-1), $K_{-15^{\circ}\text{C}} = 7,28\text{E-}5$ (horas-1). Se concluye que temperaturas inferiores a -17°C preservan en mayor medida los valores de ácido ascórbico en la pulpa de copoazú pasteurizada y de igual manera con las muestras sin tratamiento térmico.

La estabilidad del ácido ascórbico en la pulpa de copoazú en función de las constantes de degradación cinética (K horas-1) a diferentes temperaturas es: Para la pulpa sin tratamiento térmico a 5°C = 4,34 meses, -5°C = 15,46 meses y -15°C = 19,21 meses; para la pulpa con tratamiento térmico a 5°C = 0,8 meses, -5°C = 15,33 meses y -15°C = 26,8 meses.

Referencias bibliográficas

ARIZALETA, M., ÁLVAREZ, A. y PÉREZ, M., 2015. Caracterización De Frutos Y Efecto De Temperatura De Almacenamiento Sobre Calidad De Pulpa De Copoazú. Revista Unellez de ... [en línea], Disponible en:
<http://150.187.216.91/revistas/index.php/rucyt/article/view/302>.

AZEREDO, H.M.C. De, 2012. Fundamentos de estabilidad de alimentos. Fundamentos de Estabilidad de Alimentos, EMBRAPA [en línea], pp. 326. ISSN 0031-9023. Disponible en:
<http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Fundamentos+de+estabilidad+de+alimentos#0>.

BADUI, S., 2013. Química Alimentos. S.l.: s.n. ISBN 9786073215084.

BENASSI, M. T.; ANTUNES, A.J., 1988. A comparison of metaphosphoric and oxalic acids as extractant solutions for the determination of vitamin C in selected vegetables. Archivos de Biología e Tecnología, vol. 31, pp. 507–513.

CASTELLANO, G., RAMÍREZ, R., SINDONI V., M.J., HIDALGO L., P.R., BURGOS, M.E., MARÍN R, C., NÚÑEZ-CASTELLANO, K. y MARTÍNEZ, L., 2016. EFECTO DE LA TEMPERATURA DE ALMACENAJE SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS DE FRUTOS DE LIMÓN PERSA (*Citrus latifolia* Tanaka). Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha, ISSN 1665-0204.

GONZALES, M., 2010. Conservación de mora, uvilla y frutilla mediante la utilización del

Citar como: Cuse Quispe, J., Lima Pimentel, V. H. ., & Cutipa Chávez, L. . . (2021). Cinética de la degradación y estabilidad del ácido ascórbico en la pulpa de copoazú (*Theobroma grandiflorum*). *Revista Agrotecnológica Amazónica*, 1(1), 4-19. <https://doi.org/10.51252/raa.v1i1.113>

aceite esencial de canela (*cinnamomum zeylanicum*). S.l.: Riobamba. Ecuador. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

FIETZ, V.R. y SALGADO, M.S., 1999. Efeito da pectina e da celulose nos níveis séricos de colesterol e triglicéridos em ratos hiperlipidémicos. *Ciencia E Tecnologia De Alimentos*, vol. 19, pp. 318–321.

LIM, T.K., 2012. *Edible Medicinal And-Nom-Medicinal Plant*. Volumen 3. S.l.: s.n.

MARTIN, L.G.P., 2013. Estudo da secagem da polpa de cupuaçu por atomização. , pp. 110.

MARTINS, V.B., 2008. PERFIL SENSORIAL DE SUCO TROPICAL DE CUPUAÇU (*Theobroma grandiflorum* Schum). S.l.: s.n.

MATOS, A. y CHUQUILÍN, E.F., 2010. Estudio de la Influencia de la Concentración en la Retención de Vitamina C en Jugo Fresco y Concentrado de Carambola (*Averrhoa carambola* L.). *Investigación en Ciencia y Tecnología de Alimentos* [en línea], vol. 1, no. 2218–3310, pp. 36–42. ISSN 2218-3310. Disponible en: <http://investigacion.upeu.edu.pe/images/Journal/RVCITAL01/Chuquilin-Eddy.pdf>.

MELGAREJO, M.L., HERNÁNDEZ, M.S., BARRERA, J.A. y CARRILLO, M., 2006. Oferta y potencialidades de un Banco de Germoplasma del Genero *Theobroma* en el Enriquecimiento de los sistemas productivos de la Región Amazónica. 1. Bogotá D.C.: Editorial Scripto Ltda. ISBN 9589795080, 9789589795088.

MENDOZA, S. Y QUIÑONES, R., 2005. Evaluación del proceso de deshidratación del camucamu (*Myrciariadubia* H. B. K. Mc Vaugle) mediante secador de lecho fluidizado y obtención de los parámetros cinéticos de degradación térmica del ácido ascórbico. S.l.: Universidad Nacional del Centro del Perú.

PÉREZ, P., 2015. COMPORTAMIENTO REOLÓGICO DE LA PULPA TAMIZADA DE 4 COPOAZÚ (*Theobroma grandiflorum*). S.l.: Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios.

SANTOS, G. M., MAIA G. A., SOUSA, P. M., FIGUEIREDO, R. W., COSTA, J.M.C. y FONSECA, A.V. V, 2010. Antioxidant activity and correlations with bioactive components from commercial products of cupuaçu. *Ciencia Rural*, vol. 40, pp. 1636–1642.

SILVA, F.M., SIMS, C., BALABAN, M.O., SILVA, C.L.M. y O'KEEFE, S., 2000. Kinetics of flavour and aroma changes in thermally processed cupuacu (*Theobroma grandiflorum*) pulp. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, vol. 80, no. 6, pp. 783–787. ISSN 00225142. DOI 10.1002/(SICI)1097-0010(20000501)80:6<783::AID-JSFA622>3.0.CO;2-R.

Citar como: Cuse Quispe, J., Lima Pimentel, V. H. ., & Cutipa Chávez, L. . . (2021). Cinética de la degradación y estabilidad del ácido ascórbico en la pulpa de copoazu (*Theobroma grandiflorum*). *Revista Agrotecnológica Amazónica*, 1(1), 4-19. <https://doi.org/10.51252/raa.v1i1.113>

- TAVARES, J.C., GÓIS, V.D. DE, NETO, F.B. y OLIVEIRA, M.J.A. DE, 1998. Métodos de congelamento na conservação da acerola (*Mapighia emarginata* DC.). . S.l.:
- VELEZ, G.A., 1991. Los Frutales amazónicos cultivados por las comunidades indígenas de la region del Medio Caquetá (Amazonia Colombiana). *Revista Colombiana Amazónica*, vol. 5, pp. 163–193.
- VENTURIERI, G.A., 1993. Cupuaçu: A espécie, sua cultura, usos, e processamento. 1993. S.l.: Clube do cupu.
- VIEIRA, M.C., TEIXEIRA, A.A. y SILVA, C.L.M., 2000. Mathematical modeling of the thermal degradation kinetics of vitamin C in cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) nectar. *Journal of Food Engineering*, vol. 43, no. 1, pp. 1–7. ISSN 02608774. DOI 10.1016/S0260-8774(99)00121-1.

Agradecimientos

A la Universidad Nacional Amazónica De Madre De Dios por habernos facilitado los laboratorios y plantas pilotos para los respectivos análisis.

Anexos



Árbol de copoazú (*Theobroma grandiflorum*)
Fuente: Ferreira (2008)

Conflicto de intereses.

Declaramos que no existen conflictos de interés.

Contribuciones de los autores.

- El Bach. Víctor Hugo Lima Pimentel, se encargó de la parte ejecutora del proyecto
- La Dra. Lastenia Cutipa Chávez, tuvo a su cargo la parte del análisis químico en el laboratorio y la planta piloto, así como la asesoría.
- El Dr. Jaime Cuse Quispe, tuvo participación en el análisis estadístico, así como en la redacción y la parte metodológica.

**Ciclo biológico de *Caligo Idomeneus*
(Nymphalidae) bajo condiciones controladas con
jardines verticales en Tarapoto**

*Biological cycle of Caligo idomeneus (Nymphalidae)
Breeding, under controlled conditions with vertical gardens
in Tarapoto*

Doria Bolaños, Manuel Santiago¹[\[0000-0001-9202-973X\]](https://orcid.org/0000-0001-9202-973X), Ramírez Navarro,
Manuel¹[\[0000-0002-0822-0249\]](https://orcid.org/0000-0002-0822-0249) y Fachín Ruíz, Grecia¹[\[0000-0001-7770-7264\]](https://orcid.org/0000-0001-7770-7264)

¹Universidad Nacional de San Martín
mdoria@unsm.edu.pe

Resumen. El trabajo fue ejecutado en el mariposario de la UNSM-T, Morales, desarrollando una metodología para la cría de *Caligo idomeneus* (*Lepidoptera*: Nymphalidae) bajo condiciones de mariposario, con jardines verticales y sustrato de alimentación con heliconia y plátano. Los huevos tuvieron una duración de 7 días, la larva pasó por 5 estadios, el primer instar tuvo una duración de 2 a 3 días, no tuvo presencia de cuernos, el promedio de ancho de cápsula cefálica fue de 0,38 mm y una longitud de 1,9 mm; en el segundo instar se pudo apreciar la aparición de dos pequeños cuernos en la parte anterior de la cabeza de 0,36 mm en promedio, tuvo un promedio de ancho de cápsula cefálica de 0,56 mm y duración de 2,2 días y una longitud de 4,12 mm; el tercer instar tuvo una duración de 3 días, con un ancho de cápsula cefálica de 1,04 mm, longitud de cuernos de 5,74 mm y una longitud de 10,40 mm; el cuarto instar tuvo una duración de 4,4 días y 4,27 mm en promedio de ancho de cápsula cefálica, con una longitud de cuernos de 8,02 mm y una longitud de 18,07 mm; el quinto instar tuvo 6,26 mm de ancho de cápsula cefálica y tuvo una duración de 8,86 días, con longitud de cuernos de 14,93 mm y 36,33 mm de longitud; el promedio de pupa fue de 17,46 días. La duración del ciclo, desde huevo a adulto fue de 66,90 días en promedio.

Palabras clave: caligo, cápsula cefálica, heliconia, instar, mariposario

Abstract. The work was carried out in the butterfly farm of the UNSM-T, Morales, developing a methodology for the breeding of *Caligo idomeneus* (*Lepidoptera*: Nymphalidae) under butterfly farm conditions, with vertical gardens and feeding substrate with heliconia and banana. The eggs lasted 7 days, the larva went through 5 stages, the first instar lasted 2 to 3 days, had no horns, the average width of the cephalic capsule was 0.38 mm and a length 1.9 mm; In the second instar it was possible to see the appearance of two small horns in the anterior part of the head of 0.36 mm on average, it had an average width of the cephalic capsule of 0.56 mm and duration of 2.2 days and a length 4.12 mm; the third instar lasted 3 days, with a head capsule width of 1.04 mm, horn length of 5.74 mm, and a length of 10.40 mm; the fourth instar had a duration of 4.4 days and an average width of the cephalic capsule 4.27 mm, with a horn length of 8.02 mm and a length of 18.07 mm; the fifth instar had a head capsule width of 6.26 mm and a duration of 8.86 days, with a horn length of 14.93 mm and a length of 36.33 mm; the average pupal period was 17.46 days. The duration of the cycle, from egg to adult, was 66.90 days on average.

Keywords: butterfly house, caligo, cephalic capsule, heliconia, instar

Citar como: Doria Bolaños, M., Ramírez Navarro, M., & Fachin Ruiz, G. (2021). Ciclo biológico de *Caligo Idomeneus* (Nymphalidae) bajo condiciones controladas con jardines verticales en Tarapoto. *Revista Agrotecnológica Amazónica*, 1(1), 20-33. <https://doi.org/10.51252/raa.v1i1.105>

Recibido: 15/11/2020

Revisado: 15/12/2020

Publicado: 31/01/2021

1 Introducción

Los insectos habitan la tierra desde tiempos muy remotos. Se han encontrado fósiles que datan de del periodo carbonífero superior de la era Paleozoica, es decir unos 250 a 300 millones de años de antigüedad. La capacidad de reproducción de los insectos es extraordinariamente grande. El número de huevos que deposita a cada hembra y el corto ciclo de desarrollo que muchas veces presentan, determinar que el número potencial de descendientes alcance características espectaculares en un corto plazo (Zapata, 1986).

Perú posee una naturaleza muy singular y compleja. Su variada geografía sumada a su diversidad de pisos ecológicos y climas, permite encontrar un mosaico de ecosistemas distribuidos a lo largo y ancho de su territorio; motivo por el cual es considerado un país megadiverso. (Prompex, IIAP y GTZ, 2007).

Las mariposas forman parte de esta gran riqueza biológica (Barth, 1991); son apreciadas por su gran belleza y su utilidad como bioindicadoras del estado de salud de los ecosistemas naturales (Barth, 1991), lo cual las convierte en un recurso natural de gran potencial que debe ser aprovechado de manera sostenible. La crianza y comercialización de mariposas en el Perú, especialmente la de especies de la Amazonía, podría desarrollarse como una fuente nueva de ingreso para las comunidades locales y, al mismo tiempo, como un aspecto interesante para el Ecoturismo.

La conservación de las mariposas no es una tarea imposible. Su hábitat se ve agredido por las actividades del hombre en la naturaleza, que provocan un retroceso en el número de plantas florales y también en las posibilidades de reproducción y alimentación de las mariposas, en tanto este trabajo de investigación permitió desarrollar un protocolo de crianza de una especie de mariposa para así poder contribuir hacia un manejo sustentable de la biodiversidad.

Los objetivos del trabajo de investigación fueron obtener un protocolo para la crianza intensiva de la mariposa, así como evaluar el ciclo biológico bajo condiciones controladas, determinar la preferencia alimenticia y, la viabilidad y sostenibilidad de cría de *Caligo idomeneus* (Lepidoptera: Nymphalidae) bajo condiciones controladas.

2 Materiales y métodos

2.1 Ubicación e instalación del zoocriadero (mariposario).

Se instaló un zoocriadero (mariposario) en la Ciudad Universitaria – UNSM-T, con las instalaciones apropiadas para la reproducción, como jardines verticales con troncos, con riego por goteo y una pileta central. El mariposario fue dotado de las condiciones ambientales requeridas por la mariposa como temperatura, humedad relativa y porcentaje de sombra, protección y agua corriente (Cantarero, Canales, Mendoza y Martínez, 2012).

Citar como: Doria Bolaños , M., Ramirez Navarro, M., & Fachin Ruiz, G. (2021). Ciclo biológico de *Caligo Idomeneus* (Nymphalidae) bajo condiciones controladas con jardines verticales en Tarapoto. *Revista Agrotecnológica Amazónica*, 1(1), 20-33. <https://doi.org/10.51252/raa.v1i1.105>

2.2 Establecimiento de plantas hospederas.

a. Identificación de plantas hospederas

Se recopiló información sobre plantas hospederas en los diferentes grupos de mariposas, así se instaló como planta hospedera a *Heliconia caribaea*, *Heliconia bihai* y *Musa paradisiaca*, dentro del mariposario y fuera de él como plantas de reserva (Constantino, 1996).

b. Manejo de planta hospedera

Se instaló plantas que sirvieron de alimento para las larvas (De Vries, 1987), en el interior del área destinada al zocriadero (mariposario).

2.3 Obtención del plantel genético

Para iniciar la crianza de la mariposa se adquirió un plantel de 10 adultos (machos y hembras), posturas y larvas de diferentes estadios; a partir de estos, se obtuvo el primer plantel genético (f1), que sirvieron para la investigación.

2.4 Manejo del plantel genético de *Caligo idomeneus* en laboratorio

Para alimentar a los adultos fue necesario combinarles fruta fresca con fruta en estado de fermentación (plátano, papaya, naranja, etc.). También se agregó excremento animal, orina y carroña para dar sales a los machos; esto es necesario para que alcancen su madurez reproductiva, metodología planteada por Prompex, IIAP y GTZ (2007). En caso de las larvas colectadas, fueron estabuladas en tapers de crianza con hojas de la planta hospedera hasta lograr la emergencia de los adultos.

2.5 Crianza de *Caligo idomeneus* (Prompex, IIAP y GTZ, 2007).

a. Colecta y manejo de huevos

Los huevos fueron colectados diariamente y colocados en envases de plástico, rotulados y transportados al Laboratorio de Entomología (Asto y Gutierrez, 2014).

b. Manejo de larvas

Se verificó que la larva recién eclosionada haya comido el corion, posteriormente se las alimentó con hojas de la planta hospedera. Se individualizó la crianza para ser evaluadas durante todo el ciclo biológico. En los primeros estadios las orugas están dentro de contenedores de plástico pequeños, con la mayor área de la tapa cubierta con una tela de tul para la recirculación de aire. A partir del tercer estadio, las orugas fueron trasladadas a envases más grandes con suficiente cantidad de plantas hospederas.

c. Manejo de pupas

Una vez transformada en pupa, se procedió a separarlas del lugar donde se encuentra cortando el pedazo de planta hospedera donde se ha fijado, para luego con ayuda de un alfiler, se cuelgue en las cajas de empupamiento.

d. Obtención de adultos en laboratorio

Una vez obtenidos los adultos fueron liberados en el mariposario para que inicien la postura y, a partir de esas posturas, iniciar el estudio del ciclo biológico dentro del mariposario, tales como cantidad de postura, tiempo de incubación, estadios larvales, pupas, adultos y longevidad de machos y hembras (Flores y Gil, 2012).

2.6 Técnicas de procedimiento y análisis de datos

Instalado el mariposario se procedió a la selección de 10 parejas de adultos dentro del mismo, sobre esta muestra se obtuvieron los datos de los indicadores. La obtención de datos de duración del estado larval, duración del estado pupal, porcentaje de emergencia de adultos, ratio sexual y longevidad de ambos sexos se obtuvieron en el Laboratorio de Entomología. Esta actividad fue repetida por dos generaciones. Los datos se presentan en tablas, con promedios y significancia. La comparación de promedios se realizó aplicando estadística simple no paramétrica.

3 Resultados y discusiones

3.1 Estadios de *Caligo idomeneus* en días.

Tabla 1
Duración de los estadios de C. idomeneus en días

Estadios	Duración en días	
huevo	7,0	(6 a 8)
Larva I	2,06	(2 a 3)
Larva II	2,20	(2 a 3)
Larva III	3,00	(3)
Larva IV	4,40	(4 a 5)
Larva V	8,86	(8 a 10)
Pupa	17,46	(15 a 21)
Adulto	21,92	(21 a 30)
total	66,90	(61 a 63)

De la Tabla 1 se deduce los estadios de la mariposa: huevo promedio 7 días, 5 estadios larvales con duración promedio de 20,52 días, pupa con duración promedio de 17,46 días y longevidad de 21,92 días en promedio, total para el ciclo biológico de 66,90 días en promedio (61 a 63 días).

3.2 Del tamaño de cápsula cefálica, longitud de cuernos y longitud de larvas

Tabla 2

Prueba de Normalidad para ancho de la cápsula cefálica y longitud de la larva (mm) Estadio I

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Ancho de la cápsula cefálica	0,188	15	0,162	0,928	15	0,25
Longitud de larva	0,155	15	0,200*	0,917	15	0,17

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

En la Tabla 2, se observa la prueba de normalidad del estadístico Shapiro-Wilk, ya que nuestros datos son menores a 50, en ella se indica que el p. valor o “Sig” es mayor a 0,01 afirmándonos que los datos siguen una distribución normal, permitiéndonos hacer una prueba paramétrica.

Tabla 3

Regresión Lineal Simple para ancho de la cápsula cefálica y longitud de la larva (mm) Estadio I

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	0,103a	0,011	-0,066	0,03460

a. Predictores: (Constante), Longitud de larva

En la Tabla 3, muestra el R² o Coeficiente de Determinación, que expresa la varianza de la variable dependiente que esta explicada por la variable independiente, en este cuadro se observa que tiene un valor de 1,1% de la variación de la cápsula cefálica esta explicada por la longitud de larva, así mismo se muestra el Coeficiente de Correlación de Pearson con 10,3% existiendo una correlación no significativa entre las variables de estudio.

Tabla 4

ANVA de Regresión Lineal Simple para ancho de la cápsula cefálica y longitud de la larva (mm) Estadio I

ANVA^a

Modelo	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.	
1	Regresión	0,000	1	0,000	0,139	0,715b
	Residuo	0,016	13	0,001		
	Total	0,016	14			

a. Variable dependiente: Ancho de la Cápsula Cefálica

b. Predictores: (Constante), Longitud de larva

El Tabla 4 se observa que p. valor > 0,05 que nos indica que no es posible construir un modelo de regresión a partir de estas dos variables, por lo que se concluye que las variables no están linealmente relacionadas.

Tabla 5

Prueba de Normalidad para ancho de la cápsula cefálica, longitud de los cuernos y longitud de la larva (mm) Estadio II

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Ancho de la Cápsula Cefálica	0,254	15	0,010	0,793	15	0,003
Longitud de cuernos	0,172	15	0,200*	0,927	15	0,244
Longitud de larva	0,211	15	0,070	0,885	15	0,056

*. *Esto es un límite inferior de la significación verdadera.*

a. *Corrección de significación de Lilliefors*

En la Tabla 5, se observa la prueba de normalidad del estadístico Shapiro-Wilk, ya que nuestros datos son menores a 50, en ella se indica que el p. valor o “Sig” es mayor a 0,01 en lo que se refiere a longitud de cuernos y longitud de larvas, afirmándonos que los datos siguen una distribución normal, que nos permite hacer una prueba paramétrica, en cambio el ancho de la cápsula cefálica el p. valor o “Sig” es menor a 0,01 lo cual no se puede hacer una prueba paramétrica.

Tabla 6

Regresión Lineal Simple para longitud de cuernos y longitud de la larva (mm) Estadio II
Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	0,313a	0,098	0,028	0,03701

a. Predictores: (Constante), Longitud de larva

En la Tabla 6, muestra el R² o Coeficiente de Determinación, que expresa la varianza de la variable dependiente que esta explicada por la variable independiente, en este cuadro se observa que tiene un valor de 9,8% de la variación de la longitud del cuerno esta explicada por la longitud de larva, así mismo se muestra el Coeficiente de Correlación de Pearson con 31.3% existiendo una correlación baja entre las variables de estudio.

Tabla 7

ANVA de Regresión Lineal Simple para longitud del cuerno y longitud de larva (mm) Estadio II
ANVA^a

Modelo	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1 Regresión	0,002	1	0,002	1,410	0,256 ^b
Residuo	0,018	13	0,001		
Total	0,020	14			

a. Variable dependiente: Longitud de cuernos

b. Predictores: (Constante), Longitud de larva

En la Tabla 7 se observa que p. valor > 0,05 lo que indica que no es posible construir un modelo de regresión a partir de estas dos variables, por lo que se concluye que las variables no están linealmente relacionadas.

Tabla 8

*Prueba de normalidad para ancho de la cápsula cefálica, longitud de los cuernos y longitud de la larva (mm)
Estadio III*

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Ancho de la Cápsula Cefálica	0,173	15	0,200*	0,876	15	0,042
Longitud de cuernos	0,273	15	0,004	0,839	15	0,012
Longitud de larva	0,208	15	0,079	0,903	15	0,107

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

En la Tabla 8, se observa la prueba de normalidad del estadístico Shapiro-Wilk, ya que los datos son menores a 50, en ella se indica que el p. valor o “Sig” es mayor a 0,01 en lo que se refiere al ancho de la cápsula cefálica, longitud de cuernos y longitud de larvas, nos confirma que los datos siguen una distribución normal, lo cual os permitirá hacer una prueba paramétrica.

Tabla 9

*Prueba de Regresión Lineal Simple para cápsula cefálica, longitud de cuernos y longitud de la larva (mm)
Estadio III*

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	0,384a	0,147	0,005	0,40396

a. Predictores: (Constante), Longitud de larva, Ancho de la Cápsula Cefálica

En la Tabla 9, muestra el R² o Coeficiente de Determinación, que expresa la varianza de la variable dependiente que esta explicada por la variable independiente, en este cuadro se observa que tiene un valor de 14,7% de la variación de la longitud del cuerno esta explicada por la longitud de larva, así mismo se muestra el Coeficiente de Correlación de Pearson con 38.4% existiendo una correlación baja entre las variables en estudio.

Tabla 10

*ANVA de Regresión Lineal Simple para la cápsula cefálica, longitud del cuerno y longitud de la larva (mm)
Estadio III*

Modelo	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.	
1	Regresión	0,338	2	0,169	1,035	0,385b
	Residuo	1,958	12	0,163		
	Total	2,296	14			

a. Variable dependiente: Longitud de cuernos

b. Predictores: (Constante), Longitud de larva, Ancho de la Cápsula Cefálica

En la Tabla 10 se observa que p. valor > 0,05 lo que indica que no es posible construir un modelo de regresión a partir de estas tres variables, por lo que se concluye que las variables no están linealmente relacionadas.

Tabla 11

Prueba de Normalidad para ancho de la cápsula cefálica, longitud de los cuernos y longitud de la larva (mm) Estadio IV

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Ancho de la Cápsula Cefálica	0,272	15	0,004	0,699	15	0,000
Longitud de cuernos	0,247	15	0,014	0,906	15	0,119
Longitud de larva	0,153	15	0,200*	0,953	15	0,567

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

En la Tabla 11, se observa la prueba de normalidad del estadístico Shapiro-Wilk, puesto que los datos son menores a 50, en ella se observa que el p. valor o “Sig” es mayor a 0,01 en lo que se refiere longitud de cuernos y longitud de larvas, estos datos siguen una distribución normal, pudiendo hacer una prueba paramétrica, en cambio el ancho de la cápsula cefálica, el p. valor es menor a 0,05 indicándonos que los datos no tienen una distribución normal y por consiguiente no se puede hacer una prueba paramétrica.

Tabla 12

Regresión Lineal Simple para longitud de cuernos y longitud de la larva (mm) Estadio IV

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	0,225a	0,051	-0,022	0,59102

a. Predictores: (Constante), Longitud de larva

En la Tabla 12, se observa el R² o Coeficiente de Determinación, que expresa la varianza de la variable dependiente que esta explicada por la variable independiente, en este cuadro se observa que tiene un valor de 5,1% de la variación de la longitud del cuerno esta explicada por la longitud de larva, así mismo se muestra el Coeficiente de Correlación de Pearson con 22,5% existiendo una correlación no significativa para las variables en estudio.

Tabla 13

ANVA de Regresión Lineal Simple para la longitud del cuerno y longitud de la larva (mm) Estadio IV

ANVA^a

Modelo	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.	
1	Regresión	0,243	1	0,243	0,696	0,4
	Residuo	4,541	13	0,349		
	Total	4,784	14			

a. Variable dependiente: Longitud de cuernos

b. Predicciones: (Constante), longitud de larva

En la Tabla 13 se observa que p. valor > 0,05 lo que indica que no es posible construir un modelo de regresión a partir de estas dos variables, por lo que se concluye que las variables no están linealmente relacionadas.

Tabla 14

Prueba de Normalidad para ancho de la cápsula cefálica, longitud de los cuernos y longitud de la larva (mm) Estadio V

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Ancho de la Cápsula Cefálica	0,191	15	0,147	0,914	15	0,155
Longitud de cuernos	0,210	15	0,074	0,908	15	0,127
Longitud de larva	0,269	15	0,005	0,827	15	0,008

a. Corrección de significación de Lilliefors

En la Tabla 14, se observa la prueba de normalidad del estadístico Shapiro-Wilk, ya que los datos son menores a 50, en ella se observa que el p. valor o “Sig” es mayor a 0,01 en lo que se refiere al ancho de la cápsula cefálica y longitud de cuernos, estos datos siguen una distribución normal, pudiendo hacer una prueba paramétrica, en cambio longitud de larvas, se observa que el p. valor es menor a 0,05 lo cual nos dice que no tiene una distribución normal y por consiguiente no se puede hacer una prueba paramétrica.

Tabla 15

Regresión Lineal Simple para Ancho de cápsula cefálica y longitud de cuernos (mm) Estadio V

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	0,133 ^a	0,018	-0,058	1,16406

a. Predictores: (Constante), Ancho de la Cápsula Cefálica

En la Tabla 15, se observa el R² o Coeficiente de Determinación, que expresa la varianza de la variable dependiente que esta explicada por la variable independiente, en este cuadro se observa que tiene un valor de 1,8% de la variación de la longitud del cuerno esta explicada por el ancho de la cápsula cefálica, así mismo se muestra el Coeficiente de Correlación de Pearson con 13,3% existiendo una correlación no significativa para las variables en estudio.

Tabla 16

ANVA de Regresión Lineal Simple para la longitud del cuerno y longitud de la larva (mm) Estadio V

ANVA^a

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	0,318	1	0,318	0,235	0,636 ^b
	Residuo	17,615	13	1,355		
	Total	17,933	14			

a. Variable dependiente: Longitud de cuernos

b. Predictores: (Constante), Ancho de la Cápsula Cefálica

En la Tabla 16 se observa que p. valor > 0,05 lo que indica que no es posible construir un modelo de regresión a partir de estas dos variables, por lo que se concluye que las variables no están linealmente relacionadas.

4 Conclusiones

Caligo idomeneus (Wilson, 1992), (Buttreff y Planets, 2016), es una mariposa que presenta cinco estadios larvales y, al conocer su ciclo biológico, permitirá criar intensivamente y con facilidad en condiciones de mariposario, por lo que posee un buen potencial para la producción comercial.

Los únicos sustratos de alimentación fueron *Heliconius* y *Musa*. *Heliconia* se reproduce fácilmente por lo que es un excelente sustrato de alimentación (Bart, 1991).

Se desarrolló una metodología adecuada para la reproducción tanto en laboratorio como en el mariposario, logrando un impacto favorable para la posterior producción masal.

Referencias bibliográficas

- ANDRADE, C. (2000). *Biodiversidad y conservación de la fauna Colombiana en memorias I Congreso Colombiano de Zoología*. Instituto de Ciencias Naturales- Universidad Nacional de Colombia.
- ANDREWS L. Y RUTILO Q. (1989). *Manejo integrado de plagas insectiles en la agricultura. Estado actual y futuro*. Departamento de Protección vegetal-escuela. Agrícola Panamericana El Zamorano, Honduras.
- ASTO, C. y GUITIERREZ, M. (2014), Implementación de mariposarios como atractivo turístico en el departamento de Loreto, Perú.
- BARTH, F. (1991). *Insects and Flowers. The biology of partnership*. Princenton University Press. 406 pp.
- BROWN, K.S., TRIGO, Jr. (1991). Conservation of neotropical paleoenvironments: Insects as indicators. In: Collins, N. M and J.A. Thomas(Eds), *Conservation of Insects and their habitats*. Press, London, pp. 349-404.
- BUTTREFLY PLANETS, 2016. [https:// www. butterflyplanet. com/ brassolidae- caligo- idomeneus-idomenides- pair-a1- pe.html](https://www.butterflyplanet.com/brassolidae-caligo-idomeneus-idomenides-pair-a1-pe.html)
- CANTARERO K., CANALES O., MENDOZA A. Y MARTÍNEZ L. (2012). Ciclo de vida de las especies *Caligo memno* (Lepidoptera: Brassolinae) y *Heliconius ismenius* (Lepidoptera: Heliconinae) bajo condiciones controladas.
- CATALOGUE OF LIFE: 2019. *Caligo idomeneus* Linnaeus, 1758 in Species 2000 & ITIS, Catalogue of Life.
- CONSTANTINO, L. (1996). Ciclos de vida y plantas hospederas de lepidópteros diurnos con potencial económico en condiciones de Colinas bajas del Choco biogeográfico. II Seminario. Investigación y manejo de fauna para la construcción de sistemas sostenibles. Instituto Alexander Von Humboldt Cali, Marzo 28-30 de 1996. Memorias, pp 75-86
- DE VRIES, P. (1987). *The butterflyes of Costa Rica and their natural history*. Princenton University Press, New Jersey. 327 pp.
- FLORES J. Y GIL J. (2021). Ciclo biológico del gusano cabrito del plátano (*Caligo teucer semicaerulea* Joicey & Kaye, 1917) en Tingo María, Perú
- GILBERT, L. (1975). Ecological consequences of coevolved mutualism between butterflies and plantas. Pp 210-240. En: L. E GILBERT y P. H. RAVEN *Coevolution of animals and plants*.

- LUCCI- FREITAS A., BENSON W., MARINI-FILHO O. Y MAMERI DE CARVALHO R. 2016. Territoriality by the dawn's early light: the Neotropical butterfly *Caligo idomeneus* (Nymphalidae: Brassolinae).
- MASO, A y PIJOAN (1997). Manual observar mariposas. Barcelona, editorial planeta 317 pp.
- MULANOVICH A. (2007). Guía para el manejo sustentable de mariposas en el Perú. Disponible en: <http://www.siamazonia.org.pe/archivos/publicaciones/L032.pdf>.
- OWL BUTTERFLY, 2016. [https:// www. anywhere. com/ flora-fauna/ invertebrates/ owl-butterfly](https://www.anywhere.com/flora-fauna/invertebrates/owl-butterfly)
- PROMPEX, IIAP Y GTZ. (2007). Guía para el manejo sustentable de mariposas en el Perú.
- RAMIREZ, J. A. (1994). Manejo de fauna Silvestre y los limites previsibles de la sustentabilidad. Seminario. Investigación y manejo de fauna para el desarrollo de sistemas sostenibles de producción en el trópico. CIPAV, IMCA, U. Javeriana. Buga, marzo 10-12 Memorias.
- SANCHEZ, L. (2004). Protocolo de cría para dos especies de mariposas, *Ascia monuste* y *Leptophobia aripa* (Lepidoptera: Pieridae) bajo condiciones controladas en el Municipio de la Mesa, Cundinamarca.
- WILSON, E. (1992). *The Diversity of Life*. New York: W. W. Norton & Co.

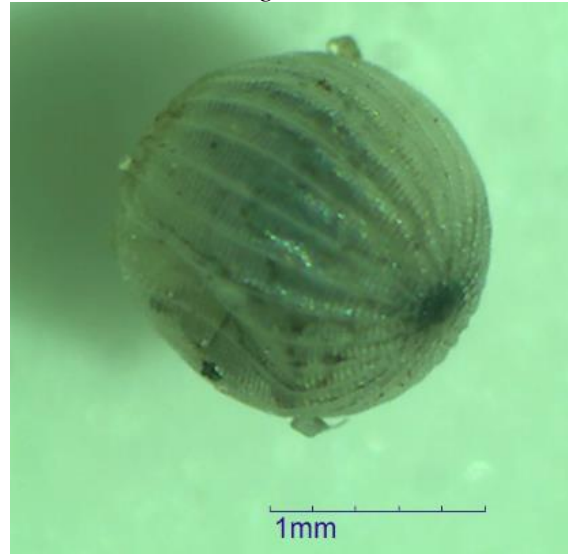
Anexos

Anexo 1. Ubicación del mariposario



Fuente: Doria, 2018.

Anexo 2. Posturas de *Caligo idomeneus*



Fuente: Doria, 2018.

Anexo 3. Larvas de *Caligo idomeneus*



Fuente: Doria, 2018.

Anexo 4. Adultos de *Caligo idomeneus*



Fuente: Doria, 2018.

Anexo 5. Liberación de adultos en mariposario con jardines horizontales.



Fuente: Doria, 2018.

Anexo 6. Adultos alimentándose con miel en vasos con sorbetes



Fuente: Doria, 2018.

Conflicto de intereses

Ninguno.

Contribuciones de los autores

Todos con la misma participación

Efecto Bioprotector de Micorrizas Arbusculares en la Reducción de Roya (*Hemileia vastatrix*) en la Región San Martín

*Bioprotective Effect of Arbuscular Mycorrhizae in the Reduction of Rust (*Hemileia vastatrix*) in the San Martín Region*

Vallejos-Torres, Geomar¹ [[0000-0001-7084-977X](https://orcid.org/0000-0001-7084-977X)], Saboya, Anabel² [[0000-0003-0105-3764](https://orcid.org/0000-0003-0105-3764)] y Arévalo, Luis² [[0000-0002-6417-8161](https://orcid.org/0000-0002-6417-8161)]

¹Universidad Nacional de San Martín, Tarapoto, Perú

²Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana, Perú
gvallejost@gmail.com

Resumen. La roya es un problema generalizado que ha afectado a diferentes países de América Latina, generando pérdidas económicas en los productores cafetaleros. Se evaluó el efecto de los hongos micorrízicos arbusculares (HMA), sobre la presencia de roya (*Hemileia vastatrix*) en plantas de café. Se empleó un diseño completamente al azar con dos factores: fuentes de inóculo HMA e Inoculación de roya, incluyendo tratamiento testigos (absoluto e infestado); se usó como sustrato tierra agrícola y arena (2:1); se inoculó plantas de café con 1 500 esporas de HMA procedente de Rioja, Lamas, Dorado y Huallaga, posteriormente se inóculo con esporas de roya; se evaluaron altura de planta, área foliar, biomasa seca y aérea, incidencia, severidad, colonización micorrízica y longitud de micelio extraradical. Los resultados mostraron que los tratamientos inoculados con HMA presentaron mejoras incrementos en morfología, micorrización y menor incidencia y severidad a roya.

Citar como: Vallejos

Torres, G., Saboya Pisco, A., & Arevalo Lopez, L. A. (2021). Efecto Bioprotector de Micorrizas Arbusculares en la Reducción de Roya (*Hemileia vastatrix*) en la Región San Martín. *Revista Agrotecnológica Amazónica*, 1(1), 34-44. <https://doi.org/10.51252/raa.v1i1.122>

Recibido: 15/11/2020

Revisado: 15/12/2020

Publicado: 31/01/2021

Palabras clave: hongos micorrízicos arbusculares, roya, plantas de café

Abstract. Rust is a widespread problem that has affected different countries in Latin America, generating economic losses in coffee producers. The effect of arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) on the presence of rust (*Hemileia vastatrix*) in coffee plants was evaluated. A Completely Random Design was used with two factors: AMF inoculum sources and rust inoculation, including control treatments (absolute and infested); agricultural land and sand were used as substrate (2: 1); Coffee plants were inoculated with 1 500 AMF spores from Rioja, Lamas, Dorado and Huallaga, later it was inoculated with rust spores; Plant height, leaf area, dry and aerial biomass, incidence, severity, mycorrhizal colonization and extraradical mycelium length were evaluated. The results showed that the treatments inoculated with AMF presented improvements, increases in morphology, mycorrhization and lower incidence and severity of rust.

Keywords: Arbuscular mycorrhizal fungi, coffee plants, rust

1 Introducción

El Café (*Coffea arabica* L.), es el principal producto agrícola de exportación del Perú, con gran importancia económica y social (Palomino et al. 2014), entre las cuales se encuentra la Región San Martín que en el año 2015 este cultivo representó el 14,7 % de la producción nacional, ocupando el cuarto puesto con 540 mil toneladas; siendo por ello el eje económico de miles de familias contribuyendo significativamente al PBI. En el mes abril de 2020 el precio promedio FOB fue de USD 1 298 t. lo cual significó una variación de -44,5 % en comparación al mismo periodo del año pasado.

En lo que va del año se ha exportado 15 824 toneladas de este producto, y las exportaciones de café disminuyeron en 46,0 %, sin embargo, el precio promedio presentó un incremento de 8,2 % en comparación al mismo periodo del año anterior (MINAGRI, 2020). La producción del café ha tenido altos y bajos durante la historia, siendo uno de los problemas principales que merma la producción la enfermedad de roya, cuyo agente causante es el hongo *Hemileia vastatrix*, es destructiva a nivel mundial con gran impacto económico y social (Dalmazzone, 2002).

Una de las innovaciones respecto a este cultivo es la inoculación con micorrizas, la cual está sustentada en brindar mayor fortaleza al sistema radicular de la planta que lo vuelve resistente ante el ataque de cualquier patógeno (Sevilla, 2004). Reportes científicos indican que la patogenicidad a roya disminuye a mayor longitud de micelio y colonización micorrízica (Herrera et al. 2019).

En el presente estudio se tuvo como objetivo evaluar y analizar los efectos de bioprotección en el cultivo del café variedad Caturra, con aplicación de micorrizas arbusculares ya que estos microorganismos mejoran el sistema radicular del café, mejora las funciones fisiológicas y transporte del agua y los minerales del suelo, el cual disminuye el estrés hídrico, estimula el crecimiento de las células epidérmicas haciendo menos vulnerables a patógenos del suelo y como consecuencia la enfermedad de la roya en café variedad caturra se puede ver favorecido o desfavorecido en la incidencia y severidad.

2 Materiales y Métodos

Ubicación y caracterización del área de estudio

El trabajo de investigación se desarrolló en la localidad de (Alto Chontal), ubicado en el distrito y provincia de Lamas y región San Martín. Fue establecido bajo condiciones de vivero expuestas al campo.

Inoculación con Hongos micorrízicos arbusculares

La inoculación tuvo su inicio en la multiplicación y conteo de esporas de HMA por cada inóculo procedente de las provincias de Rioja (Oriente Nuevo), Lamas (Chirapa), El Dorado (Buena Vista) y Huallaga (Nuevo Brazil). Se aplicó 1 500 esporas de HMA por plántula de café de la variedad caturra propagada en sustrato tierra agrícola y arena esterilizada en autoclave a 121°C por 1 hora, a 15lb.

Cuantificación y aplicación de las urediniosporas de roya a las plántulas de café.

La cuantificación de la concentración de urediniosporas de roya permitió determinar el número de unidades infectivas. Con una pipeta se tomó una alícuota de la última dilución y se llenó la cámara de Neubauer por capilaridad, luego se llevó al microscopio y se procedió a contar los conidios en el cuadrante central de la cámara, en la que se consideró cinco cuadrados, los 4 de las esquinas y el del centro. Con esto se determinó las conidias por ml. mediante la siguiente fórmula, descrita por French y Hebert (1982) (Anexo 1).

Número de conidias/g= número de conidias x factor cámara x factor dilución.

Evaluación de la micorrización y variable morfológica.

La colonización micorrízica se dio inicio con la tinción de raíces de café, proceso desarrollado de acuerdo a la metodología de Viertheilig *et al.* 1998 modificado. Se observó cada campo visual, la intersección de las raíces con la línea horizontal, anotando la presencia o ausencia de colonización micorrízica del segmento de la raíz que está en contacto con la línea de la cuadrícula. Para la longitud de micelio se realizó utilizando la técnica del gel semisólido y cuantificación por el método de intersección de cuadrantes (Robles, 2009).

Se evaluó el área foliar, severidad a roya en plantas de café, longitud de micelio extraradical (MER) y colonización micorrízica.

Diseño estadístico

El diseño experimental en este trabajo de investigación se desarrolló utilizando el diseño completamente al azar (DCA), con arreglo factorial de 5A x 2B, considerando el factor A (fuentes de Inóculo (HMA) y el factor B (Inoculación de roya) con 3 repeticiones por tratamiento, haciendo 30 unidades experimentales, con un nivel de significancia de $p < 0,05$ y $0,01$ y probabilidad de error para determinar la confiabilidad y naturaleza de las diferencias entre tratamientos (Padrón, 1996). Todos los datos obtenidos se sometieron a un análisis de varianza, previo para el análisis de varianza se sometieron los datos a la evaluación del supuesto de normalidad utilizándose la dócima de Shapiro Wilk (Diz, 2008) y para el supuesto de homogeneidad de varianza se utilizó la dócima de Levene (Font, 2007), cumpliendo con los dos supuestos. Finalmente, los datos fueron sometidos a la prueba Tukey con un nivel de significancia de $p < 0,05$. Se almacenaron y analizaron los datos en el software SAS 9,2.

Citar como: Vallejos Torres, G., Saboya Pisco, A., & Arevalo Lopez, L. A. (2021). Efecto Bioprotector de Micorrizas Arbusculares en la Reducción de Roya (*Hemileia vastatrix*) en la Región San Martín. *Revista Agrotecnológica Amazónica*, 1(1), 34-44. <https://doi.org/10.51252/raa.v1i1.122>

3 Resultados y discusiones

Área foliar en plantas de café.

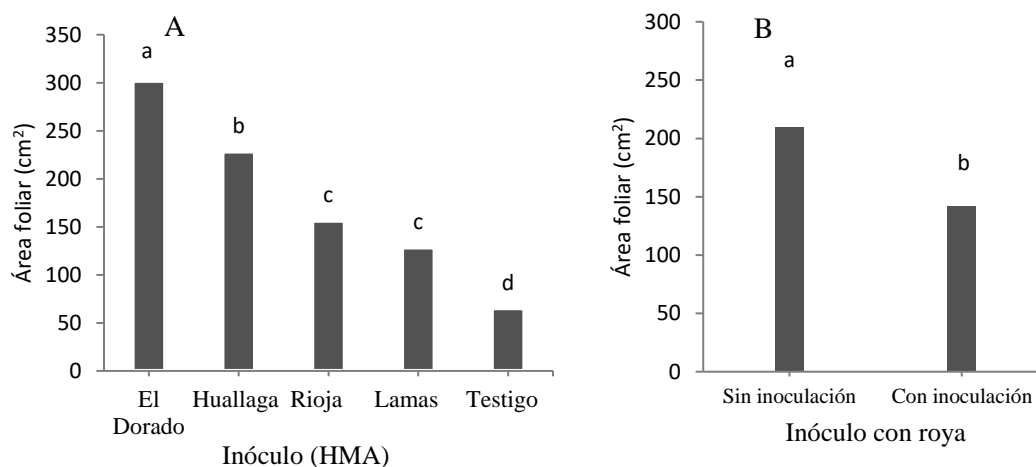


Figura 1. Prueba de Tukey ($p < 0,05$) para el área foliar; A. Inoculación con HMA y B. Inoculación con roya. Medias con letras iguales no difieren estadísticamente entre sí

En el análisis de comparación de medias de Tukey ($p < 0,05$) (figura 1A) para el efecto fuentes de inóculo (HMA) para el área foliar (cm^2), se observó diferencias significativas entre las cuatro zonas. La fuente de inóculo El Dorado muestra los mejores resultados en área foliar, seguido por la fuente de inóculo de Huallaga, Rioja y Lamas. Comparados con los tratamientos testigos, quienes mostraron menor área foliar. Estos resultados demuestran que los HMA si influenciaron sobre el área foliar en las plantas de café, al mostrarse como mayor follaje al verse reflejado en plantas con un mayor volumen foliar. Semejante reportó Del águila (2016), los resultados obtenidos, muestran que la inoculación con HMA nativos, resultó provechosa, lográndose incrementos en el área foliar que fluctuaron entre 77 % más con relación a las plantas no inoculadas. Asimismo, Fernández et al., (2005), en sus investigaciones realizadas en café en etapa de vivero, obtuvo incrementos entre 6% y 140 % de área foliar con respecto a plantas no inoculadas con HMA, resultados similares a lo obtenido por Barrer (2009), donde tratamientos con HMA utilizados en su ensayo dieron un incremento en área foliar de 5 y 50 % con respecto al testigo absoluto y de un 9 y 66 % con respecto al testigo infestado con *Meloidogyne* spp. Así mismo semejante los resultados obtuvo Chinchay (2016), con respecto al efecto de los CHMA ya que obtuvo áreas mucho más elevadas comparando al testigo.

En el análisis de comparación de medias de Prueba de Tukey ($p < 0,05$) (figura 1B) para el efecto inoculación de roya para el área foliar (cm^2), se observó diferencias significativas en las plantas inoculadas con roya y las no inoculadas, las plantas que no fueron inoculadas con roya muestran mejor área foliar a comparación de las que fueron inoculadas con esto se refuerza a lo explicado por (Auge, 2001), en la que manifiesta que la micorrización de hongo-planta, genera incrementos

de las tasas fotosintéticas, logrando plantas con buenas características en estas dos variables, principalmente en la parte foliar.

Incidencia de roya en plantas de café.

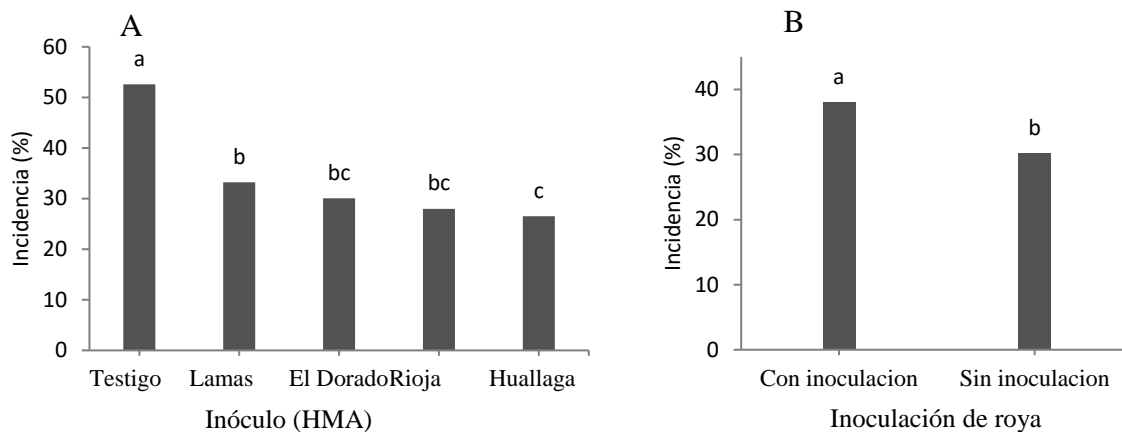


Figura 2. Prueba de Tukey ($p < 0,05$) para la incidencia a roya; A. Inoculación con HMA y B. Inoculación con roya. Medias con letras iguales no difieren estadísticamente entre sí

El análisis de comparación de medias de Tukey ($p < 0,05$) (figura 2A) muestra que el testigo, tuvo mayor incidencia de roya, con un porcentaje 52,61 %; comparados con las plantas que fueron inoculados con fuentes de HMA que presentan niveles inferiores en incidencia; para el factor independiente inoculación con roya el tratamiento en base a inoculación presento una mayor incidencia a roya (figura 2B). La infestación del testigo con roya; tres días antes que lleguen a campo definitivo (Alto Chontal – Lamas), explica que ha existido una inoculación natural a todos los tratamientos; a pesar de ello las plantas de café inoculadas con roya tuvieron menor infestación que los testigos esto quiere decir que los HMA al mejorar la calidad de vida de la plántula como la absorción de agua y fosforo que es importante a nivel de ácido nucleico para la formación de aminoácidos y proteínas estructurales y funcionales mejorando la calidad de vida de la planta dándoles mayor resistencia ante el ataque de hongos en este caso a *Hemileia vastatrix*, hongo causante de la roya del cafeto. La menor infección que se observa en las plantas inoculadas con HMA es debido a que la infección a nivel de campo fue más tardía y por consiguiente la incidencia es baja esto.

Severidad de roya en plantas de café.

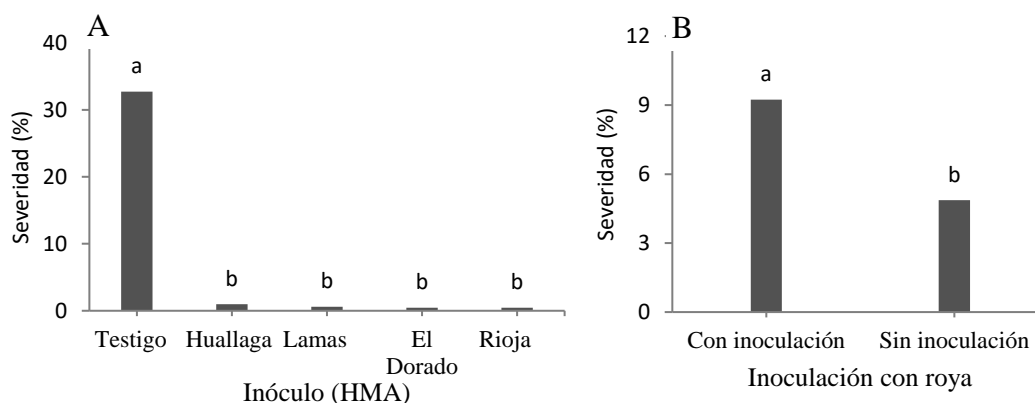


Figura 3. Prueba de Tukey ($p < 0,05$) para la severidad a roya; A. Inoculación con HMA y B. Inoculación con roya. Medias con letras iguales no difieren estadísticamente entre sí

El análisis de comparación de medias de Tukey ($p < 0,05$) (figura 3A) muestra mayor porcentaje de severidad el testigo sin la aplicación de micorrizas arbusculares (figura 3A); asimismo, se obtuvo mayor severidad a roya en plantas que fueron inoculadas con roya (figura 3B). Comparados las plantas que fueron inoculadas con las fuentes de inóculo de las cuatro provincias, quienes presentaron menor porcentaje de severidad ante el ataque. De acuerdo con Bock et al. (2010), el número de lesiones influye en la precisión y exactitud de las estimaciones visuales del área dañada; además, señala que, pero lo que refleja el gran grado de dispersión que existe entre las plantas que fueron inoculados con HMA y el testigo sin inoculación.

Longitud de micelio extraradical (MER) y Porcentaje de colonización micorrízica.

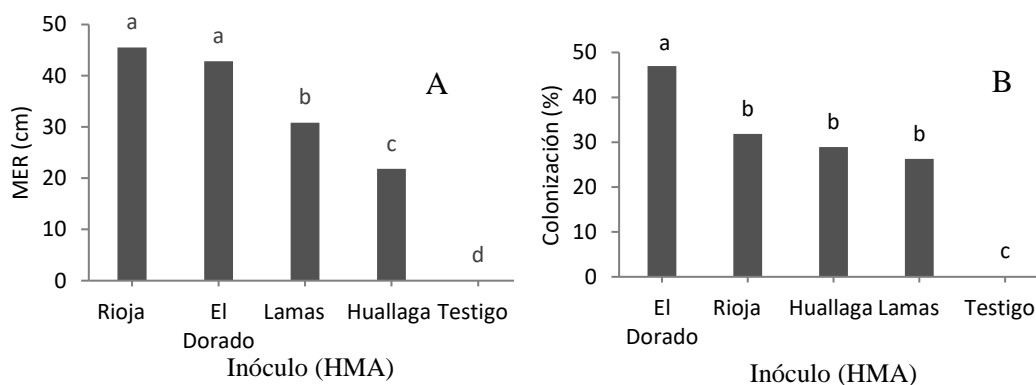


Fig. 4. Prueba de Tukey ($p < 0,05$) para micelio extraradical y colonización micorrízica; A. Inoculación con HMA y B. Inoculación con roya. Medias con letras iguales no difieren estadísticamente entre sí

El análisis de comparación de medias de Tukey ($p < 0,05$) (figura 4A) muestra que la fuente de inóculo de Rioja sobresalió en mayor longitud de micelio, seguido de la fuente de inóculo del El Dorado. Comparados con los tratamientos testigos, quienes mostraron resultados de 0 cm por no haber sido inoculados con esporas de HMA respectivamente. Asimismo, los inóculos procedentes de El Dorado presentaron mayor porcentaje de colonización (figura 4B), probablemente se **Citar como:** Vallejos Torres, G., Saboya Pisco, A., & Arevalo Lopez, L. A. (2021). Efecto Bioprotector de Micorrizas Arbusculares en la Reducción de Roya (*Hemileia vastatrix*) en la Región San Martín. *Revista Agrotecnológica Amazónica*, 1(1), 34-44. <https://doi.org/10.51252/raa.v1i1.122>

adaptaron mejor a condiciones controladas. Estos resultados demuestran que las esporas de HMA lograron colonizar las raíces de las plantas de café, influenciando de manera bioprotectora y biofertilizante a cada planta, demostrando el gran efecto benéfico de estos microorganismos hacia el cultivo, además hubo resultados distintos entre tratamientos lo que podría estar influenciado por la presencia de consorcios micorrízicos propios de cada fuente de inóculo. La incidencia y severidad a roya se reduce cuando crece la longitud de micelio y colonización de micorrizas arbusculares tal como lo indica Herrera et al. (2019) quien evaluó la colonización micorrízica en muestras de suelos de plantas de café con y sin infección a roya. Otros investigadores han demostrado la efectividad de los hongos micorrízicos arbusculares contra muchas enfermedades de las plantas (Al-Ascar y Rashad, 2010; El-Sharkawy, 2010). Aunque los mecanismos no se entienden muy bien, la HMA puede afectar la resistencia a las enfermedades de la planta huésped y mejorar la nutrición de la planta huésped y la salud posterior (Smith y Smith, 2011; Cavagnaro, 2014; Bowles et al. 2017a)

Los resultados reflejados en esta variable también tienen cierta similitud con lo encontrado por (Carbajal, 2009) quien también obtuvo una buena respuesta en porcentaje de colonización (43,3 %) por parte de los HMA nativos. De manera similar presenta (Del águila, 2016) donde el porcentaje de colonización de las plantas inoculadas con HMA-N en los diferentes tratamientos fluctuó entre 13,83 % y 30 %. (Escalona, 2002) encontró resultados similares en café con valores de porcentaje de colonización en vivero que fluctuaron de 23,6 % a 42,96 % en plantas inoculadas con HMA. Así mismo (Rivera et al. 2003) reportó resultados entre 21 % y 54 % de colonización de HMA también en plantas de café en la etapa de vivero. Estos resultados demuestran que las esporas de HMA al igual que en los resultados de longitud de micelio extraradical (MER), lograron colonizar las raíces de las plantas de café, influenciando de manera bioprotectora y biofertilizante a cada planta, además se demuestra que las esporas de HMA no se vieron perjudicadas por la presencia de roya, aparte se obtuvo resultados distintos entre tratamiento y tratamiento lo que podría estar influenciado por la presencia de consorcios micorrízicos propios de cada fuente de inóculo. Por lo tanto, este estudio demuestra que la inoculación de plantas de café con hongos micorrízicos arbusculares autóctonos antes del establecimiento en el campo promueve el crecimiento de la planta de café (Vallejos-Torres et al. 2020)

4 Conclusiones

Las plantas de café variedad caturra inoculadas con HMA han mostrado mejor desarrollo en el aspecto morfológico y biométrico.

Las plantas inoculadas con HMA han demostrado mayor resistencia a la infección de la roya por que los resultados muestran menor incidencia y severidad de la enfermedad.

Referencias bibliográficas

- Al-Ascar, A.A. y Rashad, Y.M. (2010). Arbuscular mycorrhizal fungi: a biocontrol agent against common vean Fusarium root rot disease, *Plant Pathol*, J. 9,31-38.
- Auge, R. M. 2001. Water relations, drought and vesicular-arbuscular mycorrhizal symbiosis. *Mycorrhiza* 11(1): 3-42.
- Barrer, S. (2009). El uso de Hongos Micorrízicos Arbusculares como una alternativa para la agricultura. Universidad Industrial de Santander (UIS). Bucaramanga, Colombia. 10 pp.
- Bock R. (2010). The give-and-take of DNA: horizontal gene transfer in plants. *Trends Plant Sci.* 15, 11–22. 10.1016/j.tplants.2009.10.001.
- Bowles, T.M., Jackson, L.E. y Cavagnaro, T.R. (2017a). Los hongos micorrízicos mejoran la adquisición de nutrientes de las plantas y modulan la pérdida de nitrógeno con regímenes de agua variables. *Glob. Cambiar Biol.* 24, 171–182. doi: 10.1111 / gcb.13884.
- Carbajal, E. (2009). Colonización Micorrízica por Hongos Vesículo Arbusculares en *Hypericum*, y Control del Nematodo Nodulador *Meloidogyne Incognita*. Escuela Politécnica del Ejército. Sangolquí, Ecuador. 148 pp.
- Cavagnaro, T.R. (2014). Impactos de la aplicación de compost en la formación y funcionamiento de micorrizas arbusculares. *Soil Biol. Biochem.* 78, 38–44. doi: 10.1016 / j.soilbio.2014.07.007.
- Chinchay, O. (2016). Efecto de Hongos Micorrízicos Arbusculares nativos sobre el nematodo agallador de raíces (*Meloidogyne spp.*) en plantones de café (*Coffea arabica*) variedad caturra en la Región San Martín-Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto
- Dalmazzone, C., Perrings y Williamson. (2002). Enfermedades y plagas exóticas: una perspectiva económica. *Ekonomiaz* No. 49, 1º Cuatrimestre. Pp. 78-95
- Del águila. K. (2016). Efecto de Hongos Micorrízicos Arbusculares nativos sobre el nematodo agallador de raíces (*Meloidogyne spp.*) en plantones de café (*Coffea arabica*) variedad caturra en la Región San Martín-Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto- Perú
- Diz, R. (2008). Métodos para evaluar normalidad y homogeneidad de varianza. Relación con el tamaño de muestra. Universidad de Granma. Bayamo. Cuba. 44p.
- Escalona, P. (2002). Evaluación y caracterización de micorrizas arbusculares asociadas a *Manihot sculenta sp.* (Yuca) en dos regiones de la amazonía colombiana. Tesis Mag. Sc. Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, Colombia. 125 p.
- El-Sharkawy, H.H.A. (2010). Control of Wilt Disease of Tomato through Application Natural Compost and Endomicorrhizal Fungy, PH.D.Thesis Faculty of Agriculture, Mansoura University, Egypt.
- Espinosa Ruíz, G. C., and Vallejos Treminio, F. L. (2016). *Desarrollo de formulaciones bioplaguicidas a base de *Bauveria bassiana* (Bals & Vuils) con materiales sólidos y*

- líquidos* (Doctoral dissertation, Universidad Nacional Agraria) Managua, Nicaragua disponible en Página Web <http://repositorio.una.edu.ni/id/eprint/3387>
- Fernández, C., Guadarrama, C., Sánchez, G. y Ramos, Z. (2005). Micorriza Arbuscular: Colonización intraradical y extracción de esporas del suelo. Tlaxcala. México.
- Font, H. (2007). Estudio de precisión en la variable producción de huevos en gallinas White Leghorn. Tesis al título de Máster en Producción Animal. 84 p.
- French, E. y Hebert, T. (1982). Métodos de investigación fitopatológica. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. San José, Costa Rica.
- Herrera, S., Castro, R., Moreno, J.P., Valdés, E. (2019). Diversidad endomicorrícica en plantas de café (*Coffea arabica* L.) infestadas con roya (*Hemileia vastatrix*). *Nova scientia*, 11(22), 102-123. <https://doi.org/10.21640/ns.v11i22.1642>
- Ministerio de Agricultura y Riegos, MINAGRI. (2020). Reporte de precio y mercado de cacao. Perú
- Herrera, S., Castro, R., Moreno, J.P. y Valdés, E. (2019). Diversidad endomicorrícica en plantas de café (*Coffea arabica* L.) infestadas con roya (*Hemileia vastatrix*). *Nova scientia*, 11(22), 102-123. <https://doi.org/10.21640/ns.v11i22.1642>
- Padrón, E. (1996). Diseños experimentales con aplicación a la agricultura y la ganadería. 1 a Ed. Trillas. México. 215 p.
- Palomino, A. C., López B. C., Espejo, J.R., Mansilla, S. R. y Quispe, V. J. (2014). Evaluación de la diversidad genética del café (*Coffea arabica* L.) en Villa Rica (Perú). *Ecol. apl.* 13(2): 129-134. <http://www.scielo.org.pe/pdf/ecol/v13n2/a07v13n2.pdf>
- Rivera, R., Fernández, J., Hernández y Martín, T. (2003). El manejo eficiente de la simbiosis micorrízica, una vía hacia la agricultura sostenible. Estudio de caso: El Caribe. INCA.
- Robles, C. (2009). “Variación temporal de la diversidad de hongos de micorriza arbuscular y el potencial micorrízico en especies silvestres de Agave en Oaxaca”. Instituto Politecnico Nacional (IPN). Oaxaca, México. 80 pp.
- Sevilla, H. (2004). Recursos genéticos vegetales. Primera edición. Edit. Torre Azul SAC. Lima, Perú. 445 p.
- Smith, S.E. y Smith, F.A. (2011). Roles of arbuscular mycorrhizas in plant nutrition and growth: new paradigms from cellular to ecosystem scales. *Ann. Rev. Plant Biol.* 62, 227–250.
- Vallejos-Torres, G., Espinoza, E., Marín-Díaz, J. *et al.* The Role of Arbuscular Mycorrhizal Fungi Against Root-Knot Nematode Infections in Coffee Plants. *J Soil Sci Plant Nutr* (2020). <https://doi.org/10.1007/s42729-020-00366-z>
- Vierheilig, H., Coughlan, A.P, Wyss, U. y Piché, Y. (1998). La tinta y el vinagre, una técnica de tinción simple para los hongos micorrícicos arbusculares-. *Applied and Environmental Microbiology*, 64 (12), desde 5004 hasta 5007

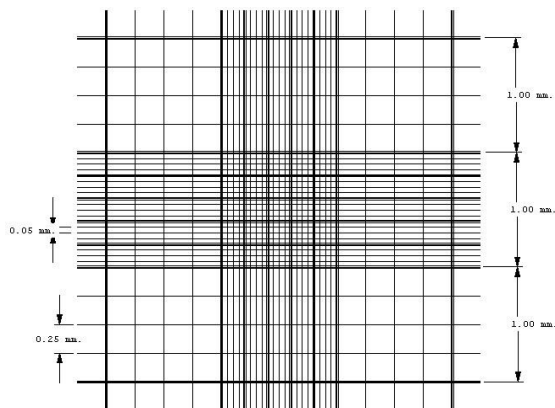
Agradecimientos

Un agradecimiento al Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana.

Anexos

Anexo 1:

Cámara de conteo y rayado de Neubauer



Cámara de conteo y rayado de Neubauer descrita por French y Hebert (1982), adaptado de Espinosa Ruíz, G. C. y Vallejos Treminio, F. L. (2016).

Conflicto de intereses

Los autores consideran que no existen conflictos de interés para el presente estudio.

Contribuciones de los autores

Luis A. Arévalo López: seguimiento y apoyo al trabajo de investigación.

Anabel Saboya: Desarrollo de actividades y ensayo de investigación.

Geomar Vallejos-Torres: Asesoramiento y orientaciones al presente trabajo de investigación.

Micropropagación de *Phragmipedium kovachii*, con fines de conservación genética

Micropropagation of Phragmipedium kovachii, for genetic conservation purposes

Ruiz Sánchez, María Emilia¹[\[0000-0002-9933-9017\]](https://orcid.org/0000-0002-9933-9017)

¹Universidad Nacional San Martín, Tarapoto, Perú
meruiz@unsm.edu.pe

Resumen. Se estableció un protocolo de micro propagación de *Phragmipedium kovachii*, con fines de conservación, se evaluó la germinación y el efecto de auxinas y citoquininas durante las fases de multiplicación de protocormos y enraizamiento de plántulas de *Phragmipedium kovachii*. La investigación se realizó en el Laboratorio de Cultivo de Tejidos Vegetales de la Facultad de Ciencias Agrarias en la Universidad Nacional de San Martín. La semilla de *Phragmipedium kovachii*, procedió de la zona del Alto Mayo, se evaluó el porcentaje de germinación según (Gálvez, 2005), con pH modificado a 7. Para la multiplicación y enraizamiento, se utilizó un diseño completamente al azar (DCA), con diferentes concentraciones de auxinas y citoquininas con 4 tratamientos, 5 repeticiones y 5 protocormos (fase de multiplicación), y 4 tratamientos con 5 repeticiones y 10 plántulas (fase de enraizamiento). Los resultados mostraron una germinación de 60,48% y en la fase de multiplicación, en los primeros días, los protocormos mostraron un color Verde (V) en todos los tratamientos, pero fue cambiando con el tiempo, al color marrón (fenolizada) (F). Según la Prueba de Tukey ($P < 0,01$), en los indicadores número de hojas por protocormo, tasa de crecimiento y longitud de protocormo, el T3 fue el más significativo. En la fase de enraizamiento, la prueba de Tukey ($P < 0,01$), para altura de plántulas (cm), número de raíces/plántula y longitud de raíces/plántula, se observó que los tratamientos estadísticamente no difieren entre sí. Concluyendo que, el protocolo utilizado es apropiado para propagar plántulas de *Phragmipedium kovachii* en condiciones *in vitro*.

Palabras clave: auxinas, citoquininas, micropropagación, orquídea, phragmipedium

Abstract. We established a micropropagation protocol of *Phragmipedium kovachii*, for preservation, germination and the effect of auxins and cytokinins were evaluated during the multiplication phases of protoorms and rooting of seedlings of *Phragmipedium kovachii*. The research was conducted in the Plant Tissue Cultivation Laboratory (LCTV) of the Faculty of Agricultural Sciences at the National University of San Martín - Tarapoto. The seed of *Phragmipedium kovachii*, was from the Alto Mayo area, the percentage of seed germination was evaluated (Galvez, 2005), with pH modified to 7. For multiplication and rooting tests, a Design was used Completely Random (DCA), with different concentrations of auxins and cytokinins with 4 treatments, 5 repetitions and 5 protoorms (multiplication phase), and 4 treatments with 5 repetitions and 10 seedlings (phase rooting). The results showed a germination percentage of 60,48%, in addition; in the multiplication phase, in the first days the color in the protoorms was green (V) in all the treatments, but it was changing according to the time, until the brown coloration (phenolized) (F) became dominant. According to the Tukey Test ($P < 0,01$), in the indicators number of leaves per proto-form, growth rate and length of proto-form, T3 was the most significant. In the rooting phase, the Tukey test ($P < 0,01$), in the indicators seedling height (cm), number of roots/seedling and length of roots/seedling, it was obtained that the treatments do not differ from each other statistically. Concluding that, the protocol used is appropriate to propagate seedlings of *Phragmipedium kovachii* under *in vitro* conditions.

Keywords: auxins, cytokinins, micropropagation, orchis, phragmipedium

Citar como: Ruiz Sánchez, M. E. (2021). Micropropagación de *Phragmipedium kovachii*, con fines de conservación genética. *Revista Agrotecnológica Amazónica*, 1(1), 45-61. <https://doi.org/10.51252/raa.v1i1.99>

Recibido: 15/11/2020

Revisado: 15/12/2020

Publicado: 31/01/2021

1 Introducción

La familia Orchidaceae cuenta con una gran diversidad genética, a nivel mundial se conocen cerca de 30 000 especies, de las cuales en el Perú hay aproximadamente 3 000. Esta riqueza de especies contrasta con su alta vulnerabilidad a la presión antrópica por efectos de la extracción selectiva y los cambios en el hábitat asociado a las poblaciones naturales. Las orquídeas son uno de los grupos de plantas más apreciados en el comercio internacional de especies ornamentales y debido a su diversidad, colores, formas y rareza, hay muchas personas interesadas en su investigación, cultivo y colección (MINAM, 2017).

Estas especies son vulnerables a los cambios ambientales, debido a su alto grado de asociación a microambientes específicos (Krömer *et al.*, 2007, citado por Benavente *et al.*, 2020). La explotación de especies para su comercialización, ha ocasionado una fuerte presión de extracción, debido a la demanda del comercio nacional e internacional, poniendo en peligro a muchas especies. Como resultado, todas las orquídeas están incluidas en la lista CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre), donde se registra a las especies cuyo comercio debe ser regulado para prevenir su extinción (MINAM, 2015).

Las orquídeas forman semillas diminutas parecidas al polvo que son fácilmente dispersadas por el viento por lo que no pueden almacenar nutrientes en el embrión y a menudo dependen de los hongos (predominantemente *Rhizoctonia spp.*) para la germinación de las semillas (Arditti & Ghani 2000, Brundrett *et al.*, 2003 y Rasmussen 1995, citados en Ritmejerlyté *et al.*, 2018). El hecho de que las semillas sean de tamaño pequeño y de endosperma reducido, dificulta el proceso de germinación (Pereira *et al.*, 2005, citado por Gonçalves *et al.*, 2016).

Sin embargo, la germinación simbiótica no es necesaria si las semillas son traspasadas a un medio estéril provisto de nutrientes y una fuente de carbono (Gonçalves *et al.* 2016). Salgado *et al.*, (2019) indica que, Knudson reportó en el año de 1922 que las semillas de orquídeas son capaces de germinar asimbióticamente, *in vitro*, incrementando enormemente las posibilidades de aumentar la población. La técnica *in vitro* de germinación asimbiótica de semillas puede servir para satisfacer la demanda de la industria de la floricultura, así como para fines de conservación.

El cultivo de tejidos vegetales permite la conservación de material vegetal en condiciones *in vitro* como una alternativa útil de conservación *ex situ* (Tapia y Figueroa *et al.*, 2017). Sin embargo, se debe tener en cuenta que, el conjunto de factores (medio de cultivo, estado de madurez, calidad de semillas, relacionada directamente con la viabilidad) pueden tener una incidencia particular para cada especie (Pérez-Martínez y Castañeda-Garzón, 2016). Un medio de cultivo puede ser definido como “una formulación de sales inorgánicas y compuestos orgánicos requeridos para la

nutrición y manipulación de los cultivos in vitro” (Roca y Mroginski, 1993, citado por Mendoza, I. 2017).

La orquídea *Phragmipedium kovachii*. es una especie endémica del Perú únicamente con poblaciones registradas dentro del Bosque de Protección Alto Mayo. Es una especie declarada en peligro de extinción encontrándose registrada en el apéndice I y en la categorización nacional en el CR (Peligro Crítico) según el D.S. N° 043-2006-AG. Esta Orquídea se caracteriza por tener flores que alcanzan de 11 a 15 cm de ancho y porque en el labelo presenta una coloración blanca en su interior, lo que lo diferencia de otras especies afines (MINAM, 2017).

La investigación se desarrolló en el Laboratorio de Cultivo de Tejidos Vegetales (LCTV) de la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto (UNSM-T), el cual, por 26 años, viene desarrollando y optimizando protocolos para propagar de manera *in vitro*, diferentes especies de orquídeas y otras especies vegetales.

Dado que en la actualidad existe poca o ninguna información sobre la micropropagación de *Phragmipedium kovachii*, a pesar de ser una especie como todas las orquídeas difíciles de propagar y de estar en peligro de extinción como se mencionan en los párrafos anteriores, se decidió realizar investigación en la micropropagación de la orquídea *Phragmipedium kovachii*, con fines de su conservación genética.

Se tuvo como objetivo general determinar un protocolo de micropropagación de la orquídea *Phragmipedium kovachii*, con fines de conservación genética, para lo cual se consideraron dos objetivos específicos el de determinar un protocolo para el establecimiento de semilla in vitro de *Phragmipedium kovachii*, y el de evaluar el efecto de diferentes concentraciones de Auxina y Citoquinina en las fases de multiplicación de protocormos y enraizamiento de plántulas *Phragmipedium kovachii*.

Finalmente se logró determinar que el protocolo evaluado en las diferentes fases de la micropropagación de *Phragmipedium kovachii*, sí es el apropiado para el cultivo in vitro esta especie. De esta manera se está aportando a su conservación genética y a la investigación científica de esta especie en peligro de extinción.

2 Materiales y métodos

2.1 Diseño

Se establecieron dos experimentos: fase de multiplicación de protocormos y fase de enraizamiento de plántulas de *Phragmipedium kovachii*. Para cada uno se estableció un Diseño Completamente al Azar (DCA), utilizando 3 tratamientos y un testigo (evaluando concentraciones de citoquininas y auxinas) con 5 repeticiones por tratamiento para la fase de multiplicación (Tabla 1), y 10 repeticiones por tratamiento para la fase de enraizamiento de plántulas (Tabla 2). Los datos

Citar como: Ruiz Sánchez, M. E. (2021). Micropropagación de *Phragmipedium kovachii*, con fines de conservación genética. *Revista Agrotecnológica Amazónica*, 1(1), 45-61.
<https://doi.org/10.51252/raa.v1i1.99>

obtenidos fueron procesados y analizados mediante un análisis de varianza (ANOVA), y una comparación de medias mediante la prueba de Tukey a un nivel de significancia de 1%.

Tabla 1*Diseño de investigación del primer experimento (fase de multiplicación).*

Tratamientos	Auxina mg/l	Citoquinina mg/l	Repeticiones
T0	0,00	0,00	5
T1	0,25	2,50	5
T2	0,50	5,00	5
T3	0,75	7,50	5

Tabla 2*Diseño de investigación del segundo experimento (fase de enraizamiento).*

Tratamientos	Auxina mg/l	Repeticiones
T0	0,00	10
T1	0,50	10
T2	0,75	10
T3	1,00	10

2.2 Ámbito y periodo de estudio

El presente proyecto de investigación se desarrolló en el Laboratorio de Cultivo de Tejidos Vegetales (LCTV) de la Facultad de Ciencias Agrarias (FCA) en la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto (UNSM – T), ubicado en el distrito de Morales, provincia de San Martín, región de San Martín, a una Latitud sur: 6°36'15"; Longitud oeste: 76°10'30" y Altitud de 283 m.s.n.m., durante los meses de mayo a diciembre del año 2017.

2.3 Procedimiento

Obtención de la Semilla de *Phragmipedium kovachii*. La semilla de *Phragmipedium kovachii*, (Figura 1), se obtuvo del Instituto de Investigación Biológica de las Cordilleras Orientales (INIBICO), quien cuenta con la autorización del Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (SERFOR) para cultivar y manejar esta especie considerada en peligro de extinción.

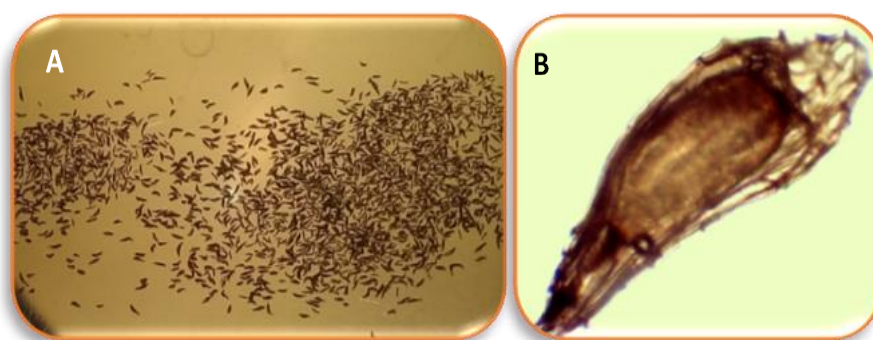


Figura 1: Semillas de la orquídea *Phragmipedium kovachii*. A) Vista en conjunto de las semillas. Aumento 10X. B) Vista individual de la semilla. Aumento 40X.

Desinfección de las semillas. Se realizó mediante el método de la jeringa con una solución de hipoclorito de sodio al 0,5% (NaOCl), el procedimiento se desarrolló en una cámara de flujo laminar en el área de siembras y transferencias del laboratorio de cultivo de tejidos vegetales de la FCA/UNSM-T. Los materiales utilizados fueron los siguiente: jeringas de 20 ml, algodón, pinzas, bisturí, mango de bisturí, mechero, cámara de flujo laminar, solución de hipoclorito de sodio (0,5%), semillas de *Phragmipedium kovachii*., alcohol, frascos de vidrio, los que se muestran en la (Figura 2A) (Gálvez, 2005). La desinfección se llevó a cabo de la siguiente manera:

- Se colocó algodón en su interior y presionar bien, hasta que el algodón quedó completamente compacto. Se colocaron las semillas, dentro de la jeringa, sobre el algodón compactado (Figura 2B).
- Se preparó una solución de hipoclorito de sodio al 0,5%.
- Se sumergió la jeringa con las semillas en la solución de hipoclorito de sodio al 0,5%, (Figura 2C), por 15 minutos, luego se absorbió la solución con la jeringa con las semillas dentro, agitando por unos minutos y se expulsó la solución y se enjuagó con agua destilada estéril, se repitió por tres veces y por un tiempo total aproximado de 15 minutos (Figura 2D).
- Se expulsó toda la parte líquida y se extrajeron las semillas, para su posterior siembra.

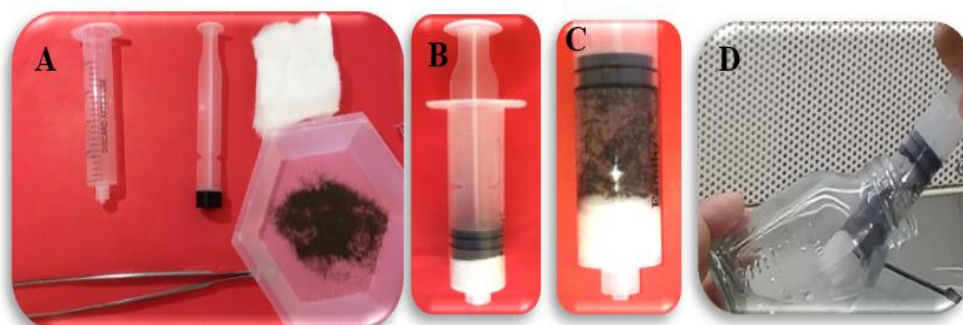


Figura 2: Desinfección de semillas de *Phragmipedium kovachii*; (A) materiales utilizados (jeringa, algodón, pinza, semillas); (B) jeringa con algodón compactado y con las semillas dentro; (C) jeringa con la solución desinfectante; (D) desinfección y enjuague de semillas.

Establecimiento *in vitro* de semillas de *Phragmipedium kovachii*. Con la ayuda de un bisturí y mechero (Figura 3A), se cortó la base de la jeringa que contenía a las semillas desinfectadas (Figura 3B), para extraerlas con una pinza y colocarlas en una placa Petri estéril (Figura 3C). Se sembró las semillas con una espátula, colocándolas en tubos de ensayo que contenían medios de cultivo (Figura 3D), se taparon los tubos con su respectiva tapa y se los selló con cinta para evitar la contaminación (Figura 3E). El medio de cultivo que se utilizó fue el medio M&S modificado utilizado por Gálvez (2005), con pH modificado a 7. Finalmente se rotularon los tubos, y se llevaron al área de incubación a una temperatura, humedad relativa y Luz controlados. Se cubrieron

los tubos con papel aluminio con la finalidad de brindarles oscuridad (Figura 3F), que es un requerimiento de *Phragmipedium kovachii*, según Gálvez (2005), para que las semillas puedan germinar.

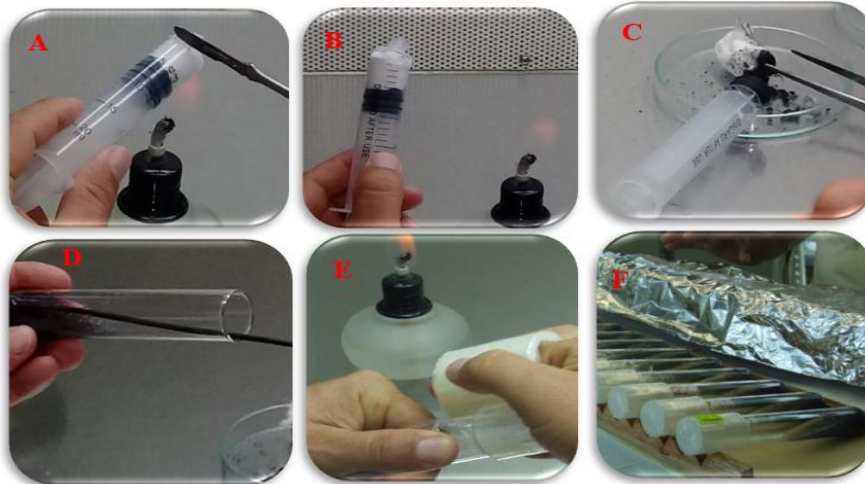


Figura 3: Siembra *in vitro* de semillas de *Phragmipedium kovachii*, (A) cortando la base de la jeringa; (B) jeringa cortada; (C) extracción de semillas; (D) siembra de las semillas en tubo de ensayo; (E) tapado y sellado de tubos; (F) tubos de ensayo con semillas sembradas.

2.4 Sistema de variables

Porcentaje de viabilidad óptica de la semilla. Se tomaron 10 grupos de semilla, que fueron observados con la ayuda del estereoscopio, en cada observación se tuvo en cuenta el número de semillas con embrión y el número de semillas sin embrión, (las semillas con embrión fueron contadas como viables y las semillas sin embrión, como no viables), luego se calculó el porcentaje en base al total de semillas de cada muestra.

Porcentaje de germinación de la semilla. Se observó la germinación, tomando un total de 10 muestras al azar (aproximadamente 20 semillas por muestra), y se obtuvo el promedio de germinación total (Figura 4).

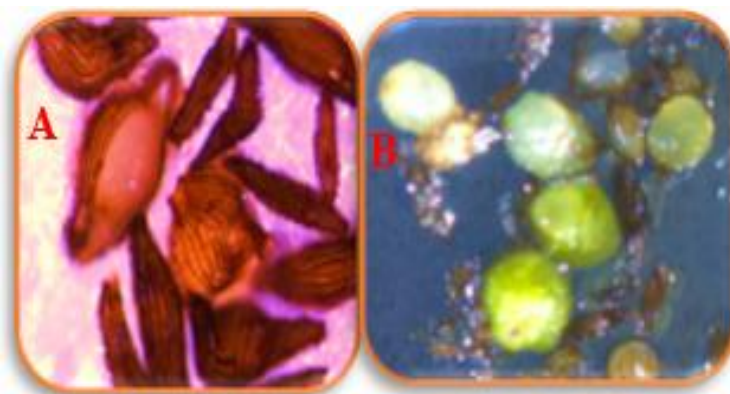


Figura 4: Germinación de la semilla de *Phragmipedium kovachii*. (A) semillas abultadas y con ruptura de testa; (B) semillas sin testa (color blanco) y protocormos (color verde)

Efecto de auxina (ANA) y citoquinina (BAP) durante las etapas de la micro propagación de *Phragmipedium kovachii*. Se realizaron evaluaciones en dos fases de la propagación de orquídeas, en la fase multiplicación de protocormos, en donde observo la coloración de protocormos, número de hojas y altura o longitud de protocormos y en la fase de enraizamiento de plántulas, en donde se evaluó el número de hojas, altura de plántulas, número de raíces y longitud de raíces.

Fase de multiplicación de protocormos de *Phragmipedium kovachii*. Consistió en evaluar primeramente la coloración de protocormos, mediante dos criterios de evaluación: Verde (protocormo de color verde) y Fenolizado (protocormo color marrón), además, se evaluó el número de hojas por protocormo, contando el número de hojas por unidad experimental, y la longitud de protocormos, midiendo con una regla centimetrada desde la base del protocormo hasta el ápice de la última hoja, todas estas evaluaciones fueron realizadas cada quince días durante seis fechas de evaluación.

Fase de enraizamiento de plántulas de *Phragmipedium kovachii*. Se evaluó el número de hojas por plántula, mediante la contabilización del número de hojas por plántula, además se evaluó la altura de plántulas, con una regla centimetrada, el número de raíces por plántula, se contó individualmente por plántula y la longitud de raíces, se midió con una regla y una linterna para observar a trasluz, para obtener una mejor validez de los datos, ya que el color oscuro del medio de cultivo dificultaba la observación, todas las evaluaciones se realizaron cada quince días durante seis fechas, obteniéndose un promedio por cada tratamiento evaluado.

2.5 Análisis estadístico

Todos los datos fueron tabulados en hojas de cálculo Excel, siendo procesados y analizados mediante un análisis de varianza (ANVA), y un test de comparación de medias (Tukey, $P < 0,05$). Para realizar este análisis se utilizó el paquete estadístico InfoStat (version 2012e; Córdoba, Argentina).

3 Resultados y discusiones

3.1 Porcentaje de viabilidad óptica de semillas de *Phragmipedium kovachii*.

En la Tabla 3 se puede observar que el porcentaje de viabilidad de la semilla supera al 60% en promedio en todas las muestras observadas.

Tabla 3
*Porcentaje de Viabilidad óptica de semillas de *Phragmipedium kovachii*.*

Muestras	% Viabilidad
M1	60,00
M2	53,33
M3	60,00
M4	64,71
M5	61,36
M6	60,53
M7	51,61
M8	62,50

Citar como: Ruiz Sánchez, M. E. (2021). Micropropagación de *Phragmipedium kovachii*, con fines de conservación genética. *Revista Agrotecnológica Amazónica*, 1(1), 45-61.
<https://doi.org/10.51252/raa.v1i1.99>

M9	62,50
M10	78,13
Promedio	61,47

Según los resultados, se obtuvo un porcentaje promedio de 61,47 de viabilidad, lo que supero a los resultados obtenidos por Gálvez (2005), quien obtuvo 35,6% en sus evaluaciones, esta diferencia se asume que se debe a factores que tienen que ver con el material genético vegetal (semillas), como el tiempo de maduración de la semilla, tiempo a la cosecha, tiempo de almacenamiento, etc. Con respecto a esta especie todavía no hay más información. Mientras que Duarte *et al.* (2017) encontró que en la orquídea *Phaius tankervilleae* varía entre 17,45 y 33,30% respectivamente e indica que la diferencia se debe al tamaño de los frutos o capsulas de la orquídea.

3.2 Porcentaje de germinación de semilla de *Phragmipedium kovachii*.

La Tabla 4 muestra el porcentaje de germinación de semillas, quien fue mayor al 50% en todas las muestras observadas.

Tabla 4
Porcentaje de germinación de semillas de Phragmipedium kovachii.

Muestras	% Germinación*
M1	52,50
M2	59,73
M3	55,04
M4	60,70
M5	63,12
M6	63,10
M7	61,20
M8	66,50
M9	64,31
M10	58,60
Promedio	60,48

*% de germinación: es el promedio general de las cuatro pruebas que se realizaron

Según los resultados obtenidos en donde se evaluó el porcentaje de germinación de semillas de *Phragmipedium kovachii*, se observó un porcentaje promedio de germinación de 60,48%, superando al resultado obtenido por Gálvez (2005), que fue de 25,4% de germinación, lo que indica que el protocolo y el medio de cultivo utilizado son eficientes. Se asume que la diferencia existente se debe a la variación en el pH modificado, mientras que Gálvez (2005) utilizo un pH de 5,1 a 5,4, en el presente trabajo de investigación se utilizó un pH de 7,0. Lo que es corroborado por Thompson, (1980), quien indica que el nivel de pH es también importante ya que la mayoría de orquídeas germinan en un medio de pH 5,5. Sin embargo, existen especies andinas prefieren niveles más altos de pH, 5,6 al 5,9.

Sin embargo, Banda-Sánchez *et al.* (2017) muestran que en *Prosthechea* obtuvo 29 % de semillas germinadas y afirma que la diferencia puede deberse a la maduración del fruto. Quien está de acuerdo con Pérez-Martínez *et al.*, (2016) que afirman que la germinación de semillas de

orquídeas cultivadas in vitro a partir de cápsulas, varía dependiendo de su madurez, de la calidad de las semillas y del tipo de orquídea.

Asimismo, Kunakhonnuruk *et al.* (2018) aseguran que el éxito de germinación de la semilla in vitro depende del grado de madurez de la semilla y además dicen que también depende del tipo de polinización del fruto. Esto hace ver que sí es posible la propagación in vitro de orquídeas entre ellas *Phragmipedium kovachii*. a partir semillas lo que concuerda con MINAM (2013) quien menciona que es posible obtener un gran número de plantas a partir de la germinación de semilla mediante el cultivo in vitro. También se puede ver que para tener éxito en la germinación asimbiótica de orquídeas dependerá de muchos factores tanto extrínsecos e intrínsecos de cada especie de orquídea, por lo que es muy necesario realizar trabajos de investigación en cada una de las especies.

3.2. Fase de multiplicación de protocormos de *Phragmipedium kovachii*.

Coloración de protocormos. Se evaluó los cambios de coloración durante seis (Tabla 5).

Tabla 5
Porcentaje de incidencia de coloración de protocormos durante seis fechas de evaluación.

Ttos	Fecha 1			Fecha 2			Fecha 3		
	% V	% F	D	% V	% F	D	% V	% F	D
T0	64	36	V	56	44	V	64	36	V
T1	76	24	V	60	40	V	60	40	V
T2	80	20	V	80	20	V	84	16	V
T3	76	24	V	80	20	V	84	16	V
Ttos	Fecha 4			Fecha 5			Fecha 6		
	% V	% F	D	% V	% F	D	% V	% F	D
T0	40	60	F	32	68	F	20	80	F
T1	24	76	F	4	96	F	0	100	F
T2	64	36	V	32	68	F	8	92	F
T3	60	40	V	48	52	F	20	80	F

*(D): Dominancia: V (Verde); F (Fenolizado).

Se observó que en los primeros días de evaluación la dominancia del color de protocormos es Verde (V) en todos los tratamientos; pero esto va cambiando según van pasando los días hasta llegar a ser dominante la coloración marrón (Fenolizada) (F). En cuanto a los protocormos, Vargas (2012), menciona que los protocormos de las orquídeas epífitas son comúnmente verdes, lo que les posibilita producir parte de su alimento.

Sin embargo, Gálvez (2005), en su trabajo de investigación indica que después de 2 semanas de la siembra observó que sufrieron problema de fenolización o muerte (color marrón), menciona que esto se debe al tiempo transcurrido de repique, ya que es necesario el reemplazo del medio de cultivo cada cierto tiempo (30 días), Rodríguez (1999), citado por Gálvez (2005) indica que, es necesario realizar repique cada 30 días, para evitar fenalizaciones, porque algunas especies contienen sustancias endógenas que exudan la superficie, lo que se puede evitar utilizando

antioxidantes, además si la humedad relativa es muy baja, durante el periodo de cultivo se puede presentar deshidratación del medio y aumentar la salinidad.

Asimismo, en el presente trabajo se observó que el T0 (0 ml de ANA) presentó el más alto porcentaje de protocormos fenolizados (F) o muertos, esto concuerda con Gil & Gutiérrez (2016) quienes indican que obtuvieron resultados que mostraron que el medio de cultivo sin la adición de ANA (0 mg/l-1) se presentó el mayor porcentaje de muerte de protocormos, sin embargo reconocen que la adición de ANA en el medio de cultivo in vitro para generación de protocormos y establecimiento de plántulas de *Prosthechea sp.* obtuvo resultados diferenciales por lo que es necesario realizar estudios exhaustivos para implementar su utilización en la micropropagación de esta especie de orquídea.

Número de hojas por protocormo. La Figura 5 muestra la prueba de Tukey ($P < 0,01$) respectivamente para el número de hojas por protocormo, datos transformados a Raíz cuadrada (x).

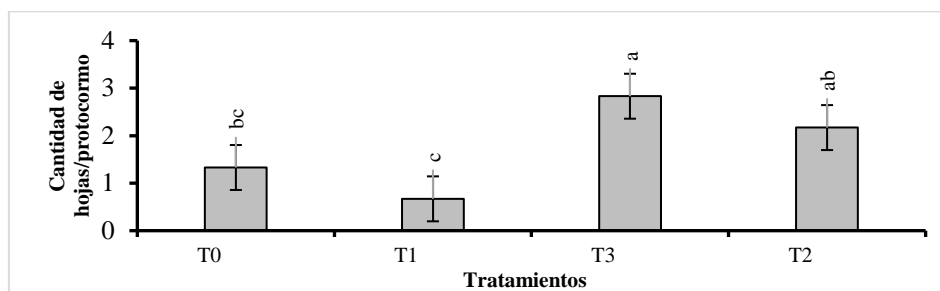


Figura 5. Prueba de Tukey ($P < 0,01$), para el número de hojas por protocormo de *Phragmipedium kovachii*, considerando el promedio general de las seis fechas de evaluación (cada quince días), donde las letras diferentes difieren estadísticamente entre sí.

El análisis de comparación de medias de Tukey ($P < 0,01$) (Figura 5) para el número de hojas por protocormo de plántulas de *Phragmipedium kovachii*, muestra que el tratamiento T3 es el más sobresaliente de los tratamientos, presentando 3 hojas por protocormo, seguido del tratamiento T2 con 2 hojas por protocormo, en los demás tratamientos no se encontró diferencias estadísticas significativas, siendo, además, el T0 con 1 hoja, el que obtuvo el menor valor para esta variable.

Los resultados obtenidos difieren de los obtenidos por Gálvez (2005), quien menciona que obtuvo poca diferencia entre tratamientos, en lo que respecta a número de hojas, e indica que posiblemente el factor determinante para la formación de brotes (desarrollo de hojas) y formación de raicillas sea la incorporación de BAP y ANA a los medios de cultivo empleados ya que ambos interactúan, aparte incluyendo otros reguladores de crecimiento que son sintetizados por los protocormos, como lo sostiene Arditti (1990), que menciona que las auxinas (ANA) y citoquininas (BAP) actúan directamente en el desarrollo de las plántulas, hojas e induce la salida de raíces, gracias a que las hormonas actúan en los procesos fisiológicos y metabólicos específicos dentro

de un órgano, siempre con la ayuda de las condiciones ambientales brindadas en la cámara de incubación.

Longitud de protocormo. La Figura 6 muestra la prueba de Tukey ($P < 0,01$) respectivamente para longitud de protocormo de *Phragmipedium kovachii*, datos transformados a Raíz cuadrada (x).

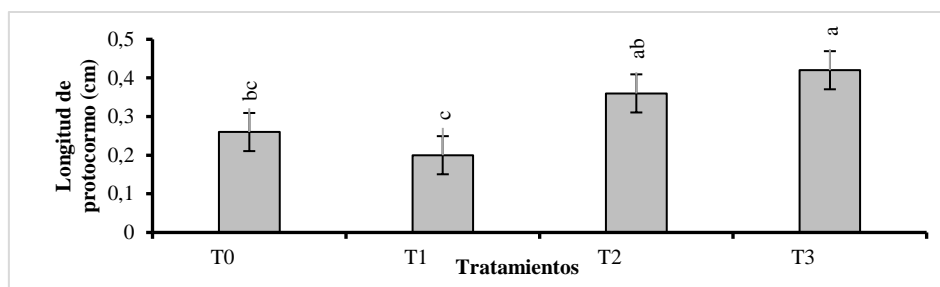


Figura 6. Prueba de Tukey ($P < 0,01$), para la longitud de protocormo (cm) de *Phragmipedium kovachii*, considerando el promedio general de las seis fechas de evaluación (cada quince días), donde las letras diferentes difieren estadísticamente entre sí.

El análisis de comparación de medias de Tukey ($P < 0,01$) (Figura 6) para la longitud de protocormo de *Phragmipedium kovachii*, muestra que el tratamiento T3 es el más sobresaliente de los tratamientos, presentando 0,42 cm de longitud de protocormo, seguido del tratamiento T2 con 0,36 cm de longitud de protocormo, en los demás tratamientos no se encontró diferencias estadísticas significativas, siendo, además, el T0 con 0,26 cm de longitud, el que obtuvo el menor valor para esta variable.

Arditti (1982), menciona que existe diferentes medios para especies de orquídeas, donde incluye en su composición reguladores de crecimiento como son hormonas (en pequeñas cantidades estimulan, inhiben o modifican cualquier proceso fisiológico), tales como auxinas, citoquinas, giberelinas, vitaminas (biotina) que actúan sobre los vegetales, algunos actúan en forma rápida, otros lo hacen menos rápido y otros impiden el normal desarrollo de la planta; así mismo, Arditti (1990), menciona que las *combinaciones* de auxinas y citoquininas puede favorecer el mejor desarrollo de las plántulas, induciendo la formación de raíces, siempre y cuando el medio donde que se emplea permita que interactúen los componentes, como también las condiciones ambientales brindadas sean las adecuadas.

3.3 Fase de enraizamiento de plántulas de *Phragmipedium kovachii*

Número de hojas por plántula. La Figura 7 muestra la prueba de Tukey ($P < 0,01$) respectivamente para el número de hojas por plántula de *Phragmipedium kovachii*, datos transformados a Raíz cuadrada (x).

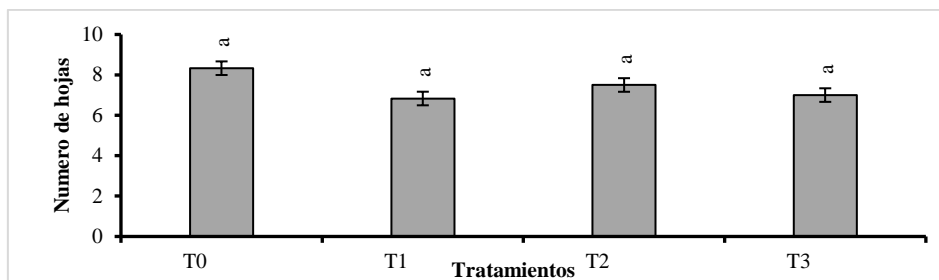


Figura 7: Prueba de Tukey ($P<0,01$), para el número de hojas por plántula de *Phragmipedium kovachii*., considerando el promedio general de las seis fechas de evaluación (cada quince días), donde las letras iguales no difieren estadísticamente entre sí.

El análisis de comparación de medias de Tukey ($P<0,01$) (Figura 7) para el número de hojas por plántula de *Phragmipedium kovachii*., muestra que no se encontró diferencias estadísticas significativas entre sí. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Cazarez et al. (2016), quienes indican que al agregar BAP y ANA al medio de cultivo para multiplicar orquídeas, observaron que para las variables número de hojas y raíces no se existieron diferencias significativas entre los tratamientos. Sin embargo, Gálvez (2005), afirma que, en su trabajo, la adición de ANA fue lo que permitió un mayor desarrollo y permitió la salida de raíces.

Altura de plántula. La Figura 8 muestra la prueba de Tukey ($P<0,01$) respectivamente para la altura de plántulas de *Phragmipedium kovachii*, datos transformados a Raíz cuadrada (x).

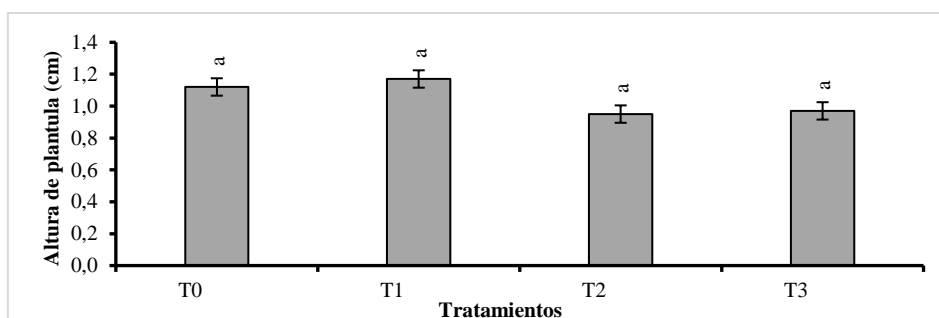


Figura 8: Prueba de Tukey ($P<0,01$), para la altura de plántulas de *Phragmipedium kovachii*, considerando el promedio general de las seis fechas de evaluación (cada quince días), donde las letras iguales no difieren estadísticamente entre sí.

El análisis de comparación de medias de Tukey ($P<0,01$) (Figura 8) para la altura de plántulas de *Phragmipedium kovachii*, muestra que no se encontró diferencias estadísticas significativas entre sí.

Esto indica que no se requieren altas concentraciones de auxinas para el crecimiento y desarrollo de las plántulas de orquídeas, más bien se requiere tener en cuenta otros factores como la madurez de la semilla y el medio de cultivo que presente otros elementos disponibles para la absorción por las semillas; esto se corrobora con lo que dice Muñoz (2011) que en la especie de orquídea *Epidendrum jameisonic*, consiguió incrementar el crecimiento de las plántulas con la utilización de cápsulas verdes y con la utilización del medio de cultivo compuesto por Murashigue & Skook $\frac{1}{4}$ + carbón activado 8 g/l.

Citar como: Ruiz Sánchez, M. E. (2021). Micropropagación de *Phragmipedium kovachii*, con fines de conservación genética. *Revista Agrotecnológica Amazónica*, 1(1), 45-61.
<https://doi.org/10.51252/raa.v1i1.99>

Número de raíces por plántula. La Figura 9 muestra la prueba de Tukey ($P < 0,01$) respectivamente para el número de raíces por plántula de *Phragmipedium kovachii*, datos transformados a Raíz cuadrada (x).

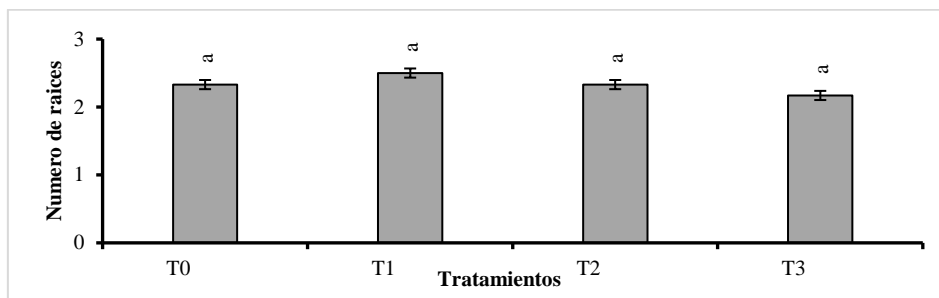


Figura 9. Prueba de Tukey ($P < 0,01$), para el número de raíces por plántula de *Phragmipedium kovachii*, considerando el promedio general de las seis fechas de evaluación (cada quince días), donde las letras iguales no difieren estadísticamente entre sí.

El análisis de comparación de medias de Tukey ($P < 0,01$) (Figura 9) para el número de raíces por plántula de *Phragmipedium kovachii*, muestra que no se encontró diferencias estadísticas significativas entre sí.

Los resultados obtenidos indican que las hormonas auxinas no influyen en el incremento del número de las plántulas de *Phragmipedium kovachii*., lo que concuerda con lo que dice Muñoz (2011), que altas concentraciones de auxina inhibe el crecimiento de la raíz, más bien indica que la riboflavina (B2) es necesaria para el crecimiento de la raíz y funciona reduciendo la cantidad de auxina del sistema radicular, además Parra y Nates-Parra (2007), quien reporta que las citoquininas también influyen inhibiendo el desarrollo de raíces laterales. En cambio, Cazarez et al., (2016) indican que en al adicionar auxinas y citoquininas al medio de cultivo para el número de hojas y raíces no se observaron diferencias significativas.

Longitud de raíces por plántula. La Figura 10 muestra la prueba de Tukey ($P < 0,01$) respectivamente para la longitud de raíces por plántula de *Phragmipedium kovachii*, datos transformados a Raíz cuadrada (x).

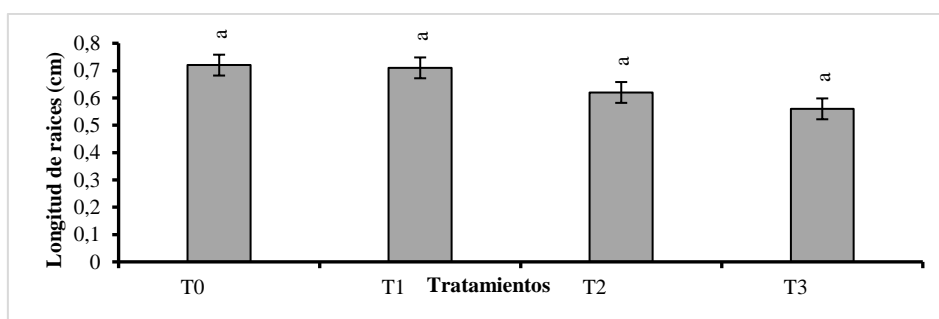


Figura 10: Prueba de Tukey ($P < 0,01$), para la longitud de raíces por plántula de *Phragmipedium kovachii*, considerando el promedio general de las seis fechas de evaluación (cada quince días), donde las letras iguales no difieren estadísticamente entre sí.

El análisis de comparación de medias de Tukey ($P < 0,01$) (Figura 10) para la longitud de raíces por plántula de *Phragmipedium kovachii*, muestra que no se encontró diferencias estadísticas significativas entre sí.

Todo lo observado hace ver que la auxina no incrementa la longitud de las raíces, más bien tal y como indica Muñoz (2011), la alta concentración de auxina inhibe el crecimiento de la raíz y menciona que la riboflavina (B2) es necesaria para el crecimiento de la raíz y funciona reduciendo la cantidad de auxina del sistema radicular. Chacón *et al.*, (2018) también indican que la adición de reguladores de crecimiento tales como ANA, BAP y KIN al medio MS mostraron ser esenciales para el crecimiento, desarrollo plantular de aspecto vigoroso y formación de raíces.

Así pues del presente estudio realizado se observa que hay mucho que investigar sobre la acción de las auxinas y citoquininas en el desarrollo del embrión y los protocormos en orquídeas tal y como afirma Yeung (2017) quien afirma que, aunque la acción precisa de las auxinas y citoquininas no está clara durante el desarrollo de la semilla y germinación, la información disponible indica que estas hormonas deben desempeñar un papel importante en la formación del embrión y de los protocormos, lo cual falta investigar más a fondo.

4 Conclusiones

Se validó un protocolo para la germinación de semillas de *Phragmipedium kovachii* bajo condiciones *in vitro*, utilizando un medio de cultivo propuesto por Gálvez (2005), con un pH modificado a 7,0; obteniendo un 60% de germinación.

En la fase de multiplicación se observó que a mayor concentración de auxinas y citoquininas mayor es la multiplicación de protocormos. En cambio, para la fase de multiplicación se observó que no existe diferencias entre los tratamientos evaluados en las diferentes etapas, lo que indica que las diferentes concentraciones de auxina (ANA), no hizo ningún efecto sobre las plántulas de *Phragmipedium kovachii*.

Agradecimientos

A la Universidad Nacional de San Martín-Tarapoto, Facultad de Ciencias Agrarias y al Instituto de Investigación y Desarrollo (IlyD) por el impulso a la investigación y por el financiamiento del presente proyecto de investigación.

Al Laboratorio de Cultivo de Tejidos Vegetales de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, lugar en el cual se realizó el protocolo de multiplicación *in vitro* de *Phragmipedium kovachii* de la presente investigación.

Al Instituto de Investigación Biológica de las Cordilleras Orientales (INIBICO), quien nos proporcionó el material vegetal (semillas de *Phragmipedium kovachii*).

Referencias bibliográficas

- Arditti, J. (1982). *Orchid Biology: Reviews and Perspective II*. Cornell University, Ithaca, NY.
- Arditti, J. (1990). Lewis Knudson, his science, his times and his legacy. *Lindleyana* 5: 1-79.
- Banda-Sánchez, L., Pinzon – Ariza, Y.H. y Vanegas – Martinez, L.E. (2017). Características físicas y germinativas de semillas de la orquídea *Prosthechea sp.* de la zona andina, Fusagasugá, Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos "Alexander von Humboldt" Bogotá, Colombia. *Revista Biota Colombiana*, 18 (1): pp. 80-87
- Benavente, L., Ocupa, L., Ugaz, A., Charcape, M. y Saldaña, I. (2020). CITES orchids of The Caserío El Hormiguero, El Carmen de la Frontera district, Huancabamba province, Piura region, Northwest of Peru. Escuela de Ciencias Biológicas, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Piura. Piura. PERÚ. *Revista Arnaldoa*. 27 (1):pp 9-26.
- Cazarez, T. L., Graciano, J. J., Solís, s., Díaz, B., Nájera, J. A. y Montoya, J. B. (2016). Propagación in vitro de la orquídea *Prosthechea citrina* (La Llave & Lex.) W. E. Higgins nativa del estado de Durango. México. *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*. Número 67: 19-25.
- Chacón Velasco, M. R., Contreras Acero, O. M. & Cáceres, H. E. (2018). Contribución a la conservación de orchidiaceas de Santander mediante cultivo in vitro de semillas. Barranquilla: Ediciones Universidad Simón Bolívar. Colombia. pp. 177.
- Duarte, R.E., Mangeón, V., Küppers, G., Rocha, P. y Niella, F. (2017). Tamaño y viabilidad de semillas: implicancias en la evolución y conservación de *Phaius tankervilleae* (Orchidaceae). Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Comité Ejecutivo de Desarrollo e Innovación Tecnológica (CEDIT), Facultad de Ciencias Forestales (FCF)-Universidad Nacional de Misiones (UNaM), Bertoni 124 Eldorado, Misiones 3380 Argentina. *Revista Caldasia* 39(2) pp 388-399.
- Gálvez, R. A. (2005). Desarrollo de protocolo para la propagación in vitro del *Phragmipedium kovachii* atwood, Dalstrom & Fernández (orchidaceae) a partir de semillas. Tesis Ing. Agrónomo. Tarapoto, Perú. Universidad Nacional de San Martín. 90 p.
- Gonçalves, L.de M., Machado, M.de F., Ballesta, P., Mora, F., Gutierrez, M.A.M. y Mangolin, C.A. (2016). Suplementos orgánicos para el cultivo in vitro del híbrido *Laeliocattleya* (Orchidaceae). Departamento de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Estadual de Roraima. Boa Vista, Roraima, Brasil. Departamento de Biologia Celular e Genética, Universidade Estadual de Maringá, Paraná, Brasil. *IDESIA (Chile)* Vol. 34 (1) pp 47-54.

- Gil, A., Contreras, D. & Gutiérrez, L. (2016). Establecimiento in vitro de protocormos de *Prosthechea sp.* bajo diferentes concentraciones de ácido naftalenacético. Universidad de Cundinamarca, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Fusagasugá, Colombia. Mutis 6 (1) pp. 6-15.
- Kunakhonnuruk, B., Inthima, P. y Kongbangkerd, A. (2018). In vitro propagation of *Epipactis flava* Seidenf., an endangered rheophytic orchid: a first study on factors affecting asymbiotic seed germination, seedling development and greenhouse acclimatization. Plant Cell Tissue Organ Cult 135, 419–432 (2018). <https://doi.org/10.1007/s11240-018-1475-9>.
- Mendoza, I. (2017). Eficiencia de los medios nutritivos basales: sólido y líquido en la etapa de establecimiento in vitro de la orquídea “Tripita” *Trichopilia tortilis* Lindl. Producción Agropecuaria Y Desarrollo Sostenible, 5, 43-57. <https://doi.org/10.5377/payds.v5i0.5429>
- Ministerio del Ambiente (MINAM). (2017). Orquídeas del Perú y Herramientas para su Identificación. Ministerio del Ambiente. Primera edición. Lima. Perú. 92p.
- Ministerio del Ambiente (MINAM). (2015). Guía de identificación de orquídeas con mayor demanda comercial. Perú. Primera edición. 99 p.: Ilus. color.; mapas.; 584.4, ISBN 978-612-4174-19-3.
- Ministerio del Ambiente, (MINAM). (2013). Manual de orquídeas - Identificación y origen. Perú. Primera Edición. 39p.
- Muñoz, M. I. (2011). Evaluación de medios de cultivo para la germinación “in vitro” de las orquídeas *Cyrtorchilum macranthum* y *Epidendrum jameisonic* Rchb.F., Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería Agronómica. 98p.
- Parra, A. & Nates-Parra, G. (2007). Variación de la comunidad de abejas de las orquídeas (Hymenoptera: Apidae) en tres ambientes perturbados del piedemonte llanero colombiano. Revista de biología tropical 55(3-4).
- Pérez-Martínez, B. y Castañeda-Garzón, S. (2016). Propagación in vitro de orquídeas nativas como una contribución para la conservación ex situ. Subdirección Científica, Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis. Bogotá DC. Colombia. Revista de Biotecnología Vegetal 16 (3): pp. 143 – 151.
- Ritmejeryté, E., Obvintseva, A. y Huynh, T. (2018). The effect of smoke derivatives and carbon utilisation on symbiotic germination of the endangered *pterostylis despectans* (orchidaceae). School of Applied Sciences, RMIT University, PO Box 71, Bundoora VIC 3083, Australia.
- Rodríguez, A. (1999). Orquídeas en Machu Picchu. EGEMSA. Cusco, Perú.

- Salgado, J. y Peñaranda, L. (2019). Modificaciones en medios de cultivo aplicadas en conservación y producción in-vitro de orquídeas. *Revista Colombiana de Investigaciones Agroindustriales*. 6(1): 17-28
- Tapia y Figueroa, M., Carrión, A; Beraún, F. y Falcón, R. (2017). Micropropagación de orquídeas del género *Cattleya*. Instituto de Biotecnología UNALM. Perú. *Revista de ciencia, tecnología, arte y humanidades*. Vol.8(2):11-13.
- Thompson, P. 1980. *Orchids from seed*. Londres. HMSO. 175 p.
- Vargas, D. A. (2012). Establecimiento de un protocolo para el cultivo *in vitro* de semillas de *Cattleya violácea*. Guayaquil – Ecuador. Tesis título de Biólogo. Universidad de Guayaquil. 96 p.
- Yeung, E.C. (2017). A perspective on orchid seed and protocorm development. Department of Biological Sciences. University of Calgary. Canada. *Bot Stud* 58, 33

Análisis de la cadena productiva del macerado de uva (*Vitis labrusca* L.) en la región San Martín

Analysis of the productive chain of grape maceration (*Vitis labrusca* L.) in the San Martín region

Vidaurre Rojas, Pierre¹ [\[0000-0002-2727-3717\]](https://orcid.org/0000-0002-2727-3717)

¹Universidad Nacional San Martín, Tarapoto, Perú
pvidaurre@unsm.edu.pe

Resumen. La presente investigación surge como respuesta a la presencia de problemas como la poca disponibilidad para establecer asociaciones entre los transformadores de la uva, así como la incapacidad del gobierno local y regional para gestionar programas de desarrollo. El objetivo general formulado fue el determinar los factores de la cadena productiva que están limitando la oferta del producto macerado de uva (*Vitis labrusca* L.) en la Región San Martín (2018). En cuanto a lo metodológico, se diseñó una investigación no experimental con un nivel exploratorio - descriptivo y correlacional. Se trabajó con una muestra no probabilística de 15 transformadores de macerado de uva. El resultado principal alcanzado fue que: el proceso de abastecimiento desde la óptica del transformador muestra serias limitantes en cuanto a su componente de control de calidad de la materia prima, tanto para la uva y el aguardiente, además, no se viene realizando el análisis fisicoquímico proximal de aguardiente de caña. La conclusión principal muestra un entorno desfavorable para los proveedores de materia prima, debido a la inexistencia de capacidades para garantizar un producto de calidad; no hay presencia de desarrollo tecnológico debido a que la agricultura se desarrolla de manera empírica; del mismo modo no poseen poder de negociación y muestra un bajo aprovechamiento de sus áreas de cultivo y poco acceso a créditos. Además, por la falta de asociatividad, se ven limitados a acceder a programas de apoyo público.

Palabras clave: canales de venta, cadenas productivas, macerado de uva, oferta de producto, San Martín, uvachado

Abstract. This research arises as a response to the presence of problems such as the limited availability to establish associations between grape processors, as well as the inability of the local and regional government to manage development programs. The general objective formulated was to determine the factors of the production chain that are limiting the supply of the macerated grape product (*Vitis labrusca* L.) In the San Martín Region (2018). Regarding the methodological, a non-experimental research was designed with an exploratory - descriptive and correlational level. We worked with a non-probabilistic sample of 15 grape maceration transformers. The main result achieved was that: the supply process from the perspective of the transformer shows serious limitations in terms of its component of quality control of the raw material, both for the grape and the liquor, in addition, the Proximal physicochemical analysis of cane liquor. The main conclusion shows an unfavorable environment for raw material suppliers, due to the lack of capacities to guarantee a quality product; there is no presence of technological development due to the fact that agriculture is developed empirically; in the same way, they do not have bargaining power and show low use of their cultivated areas and little access to credit. Furthermore, due to the lack of associativity, they are limited to accessing public support programs.

Citar como: Vidaurre Rojas, P. (2021). Análisis de la cadena productiva del macerado de uva (*Vitis labrusca* L.) en la región San Martín. *Revista Agrotecnológica Amazónica*, 1(1), 62-74. <https://doi.org/10.51252/raa.v1i1.144>

Recibido: 15/11/2020

Revisado: 15/12/2020

Publicado: 31/01/2021

Keywords: sales channels, productive chains, grape maceration, product offer, uvachado, San Martín

1 Introducción

La producción y comercialización de bebidas alcohólicas supone uno de los principales negocios en el mundo que, durante el año, llega a movilizar miles de millones de dólares, esto debido a la alta demanda que existe por este tipo de bebidas. Al respecto, China es el país en el que se presenta una mayor cantidad de bebidas alcohólicas, siendo esta, al igual que países como Estados Unidos, Brasil, Rusia, Alemania, Japón, México, Gran Bretaña, India y Francia, las que acaparan el 70% de consumo mundial (Petovel 2015).

En el Perú, es uno de los países en el que la cerveza, es la bebida alcohólica preferida, con un consumo per cápita de 47 litros anuales, siendo el vino, la segunda bebida más consumida con un 1.5 litros de consumo per cápita anuales. De igual manera, los destilados suponen un consumo anual por persona de 1 litro aproximadamente. Según Ghezzi (2018), el 93.3% de empresas son MYPES, de las cuales, gran parte son informales, ello debido a que, como explica Tello (2014) los microempresarios tienen temor que al momento de formalizarse desaparezca por los altos costos que le pueda acarrear, así como por la presencia de SUNAT, que, mediante a su poder coercitivo, se centra en la recaudación, más no en el desarrollo de un sistema tributario que favorezca a las pequeñas empresas.

Pese a que múltiples estudios han demostrado que la asociatividad es un instrumento que permite el alcanzar la calidad, en el Perú, esta práctica no se encuentra difundida (Ghezzi, 2018). En tal sentido, es común que las empresas dedicadas a la transformación del macerado de la uva, pierdan oportunidades en el mercado, al incumplir con criterios y normas de calidad, así como con los puntos críticos de control (Sistema HACCP).

Entre otros problemas que se presentan a nivel de los transformadores, es que, en su mayoría no llevan a cabo controles de calidad a la materia prima que se consiguen, de igual manera, tienen desconocimiento acerca de las normas nacionales e internacionales vigentes dentro de su sector económico. Sin embargo, no es de sorprender que, muchos transformadores se encuentren satisfechos con sus actuales niveles de venta en un ámbito local. Es necesario entonces mencionar que, los factores y problemas mencionados estarían limitando la comercialización nacional e internacional de un producto en un mercado potencial. En base a la realidad analizada, se formula la siguiente interrogante: ¿Cuáles son los factores de la cadena productiva que limitan la oferta del producto macerado de uva (*Vitis labrusca l.*) en la Región San Martín 2018? De igual modo, se planteó como objetivo general: Determinar los factores de la cadena productiva que están limitando la oferta del producto macerado de uva (*Vitis labrusca l.*) en la Región San Martín 2018. Finalmente, la hipótesis formulada fue: La cadena productiva del macerado de uva (*Vitis labrusca l.*) evidencia dificultades en los eslabones de abastecimiento, transformación y comercialización, limitando su crecimiento en la oferta del producto.

En cuanto a las limitaciones que se lograron establecer durante el desarrollo de la investigación, se encuentran: la resistencia de los productores a la inversión sobre el proceso productivo, el desconocimiento de métodos de comercialización modernos, el temor a emprender sobre nuevos horizontes comerciales, el desconocimiento de los beneficios de asociarse, así como la carencia de estrategias comerciales.

1.1 Antecedentes

En la tesis “Caracterización de las empresas chilenas exportadoras de vino” concluye que la industria vitivinícola chilena cuenta con ventajas competitivas, relacionadas al entorno geográfico en la que se producen, las bondades fitosanitarias del territorio, clima y suelos favorables para el desarrollo de la actividad, así como una vasta experiencia vinificadora, lo cual, permite el desarrollo de productos diferenciales. Cuenta con un adecuado nivel tecnológico; existe competitividad en las empresas y adecuado encadenamiento de las empresas que conforman este sector productivo. Los actores de esta industria incorporan diferentes niveles de integración en sus actividades, independientemente de su tamaño y de los productos que abarcan. Además, un aspecto importante es la calidad de los insumos (Garrido 2012).

En la tesis “Asociatividad de pequeños productores de aguardiente para la elaboración y comercialización de un licor macerado con frutas exóticas a Baltimore - EE.UU. 2016”, se menciona que, la principal meta de los agricultores es la de obtener un producto de calidad que genere aceptabilidad del aguardiente en el mercado de Estados Unidos, por lo cual se ven en la necesidad de capacitaciones y asesorarse en tecnologías técnico-agrícolas de manera continua. De este modo se evidencia que la asociatividad en el distrito de Magdalena (provincia de Cajamarca) constituye una oportunidad de crecimiento para los productores locales (Cojal y Rojas 2016).

En la tesis “Estudio de caso de la cadena de valor compuesta por los productores de kishuará, CAPAC Perú y Supermercados Peruanos 2009 – 2013” se establece que la cadena de valor presenta como fortaleza al producto de las papas nativas, así como de las bondades que encierran y que se viene revelando mediante investigaciones, usos y aplicaciones (Ramírez 2013).

1.2 Bases teóricas

El Ministerio de Producción (2015), establece que la cadena productiva es la unión de una serie de agentes económicos correspondientes a la generación y entrega de insumos, producción, transformación y comercialización, incluso, el consumidor final. Cuando estos agentes económicos están articulados en términos de tecnología, financiamiento y/o capital bajo condiciones de cooperación y equidad; entonces nos encontramos frente a una cadena productiva competitiva, capaz de responder, rápidamente, a los cambios que ocurran en el mercado internacional; transfiriendo información desde el productor, último integrante de la cadena, hasta el mismo predio del productor agropecuario.

Noriega (2009), señala que una cadena es un sistema; por lo que está conformada por cuatro actividades básicas, que pueden considerarse como los principales eslabones: la producción, la transformación, la comercialización y el consumo. Dentro de cada una de estas actividades se desarrollan a su vez, diversos procesos en los cuales intervienen una gran cantidad de actores. Estos actores son organizaciones o empresas que, dependiendo de su capacidad, influirán en la competitividad de la cadena, así como la de sus interacciones y desempeño.

Damien y Camacho (2006) indican que la cadena productiva, constituye un sistema que se encuentra conformado por actores concatenados y una serie de procesos productivos, de transformación y de comercialización de un determinado producto bajo un entorno específico. Los actores se someten a la influencia de diversas condiciones ambientales y políticas.

Da Silva y De Souza (2007) indican que la mezcla de diversos factores, influyen sobre la forma en la que se organiza y se desempeña una cadena. Para poder evaluarlo, es necesario identificar y evaluar la contribución de sus impulsores sobre una determinada situación. Estos autores proponen seis factores (entorno, tecnología, estructura del mercado, coordinación de la cadena, gestión de empresa e insumos), de los cuales, solo se tomaron en cuenta para la investigación:

- a. Entorno. Son políticas, instituciones y servicios de soporte, que forman el ambiente general para los actores de la cadena y dependiendo de la forma en que se dispongan pueden respaldar o perjudicar.
- b. Tecnología: Se refiere a los procesos, métodos y equipos empleados en la producción, procesamiento y comercialización, así como actividades de investigación y desarrollo (I&D) y su transferencia.
- c. Coordinación de la cadena: Hace referencia a la “encuadernación de los flujos físicos, financieros y de información, así como el intercambio de los derechos de propiedad en toda la cadena”. Permite y contribuye la planeación y sincronía de flujos y cambios entre los diferentes integrantes de la cadena (Da Silva y De Souza 2007);
- d. Insumos: Constituyen los elementos necesarios para la producción, siendo estos la tierra, mano de obra y el capital, y cuyos costos en los diferentes segmentos de una cadena influyen sobre los resultados que a obtener
- e. Asociatividad: Según Gelis (2016), la relación que establezcan los actores en una cadena productiva, influye sobre el aspecto económico, así como en la provisión de ciertos servicios y bienes, ya sea en la etapa primaria o en la distribución hacia el consumidor. Dependiendo de la estructura que presente la cadena productiva, los eslabones pueden verse beneficiados en mayor o menor proporción.

2 Materiales y Métodos

El diseño de investigación fue no experimental - transaccional, dado que no se ha manipulado de forma deliberada las variables, analizando además el problema en un tiempo determinado. De igual modo, es descriptivo correlacional, debido a que se describió y posteriormente se estableció la relación entre los eslabones de la cadena productiva con la oferta del producto (Kerlinger y Howard, 2011; Edmonds y Kenedy, 2017; Reiro, 2016; Kumar, 2011)

El ámbito de estudio fue la región San Martín durante el periodo 2018, estando la población y muestra conformadas por 15 empresas formales que elaboran licores regionales y que cuentan con registro sanitario para la producción de esta bebida. Así mismo, el instrumento de recolección de datos fue el cuestionario de preguntas, mismo que contiene preguntas referentes a cadena productiva de la uva trabajando dimensiones como el abastecimiento y transformación. En cuanto a las propiedades del instrumento, se encontró que este es confiable según un alfa de Cronbach de 0.71, además, la validación se entregó por medio de juicio de expertos.

3 Resultados y discusiones

3.1 Resultados

Principales actores de la cadena productiva del macerado de uva

El principal actor es el que transforma, controla y comercializa, debido a que es el que se provee de los insumos esenciales para la elaboración del uvachado, cómo lo son la uva y el aguardiente, mismo que se abastece de diferentes personas, careciendo así de una adecuada articulación de participantes. Cabe indicar que, la particularidad que presenta la cadena productiva a nivel de la locación analizada, es que el eslabón de producción no se encuentra debidamente desarrollado.

Proveedores de materias primas: Uva

Se ha establecido que, el principal proveedor de uva a nivel de la región San Martín, es el distrito de San Antonio de Cumbaza, mismo que se encuentra dentro de la provincia de San Martín. Se entrevistó a 15 transformadores, algunos de ellos también son productores. Es preciso indicar que, cada productor de uva, destinan alrededor de 1/4 a 2 hectáreas de terreno para la producción de este insumo.

El distrito de San Antonio de Cumbaza se encuentra ubicado a 450 y 700 metros sobre el nivel del mar y su territorio abarca una extensión de 387.76 kilómetros cuadrados. Se ubica en las coordenadas geográficas 6° 25' 25" latitud sur y 7° 24' 50" longitud oeste. Geográficamente se constituye como el principal centro de producción de aguardiente hecho a base de uva en la Región de San Martín. Este distrito se ubica al norte de la ciudad de Tarapoto, ciudad de mayor número de población y que cuenta con una importante presencia comercial.

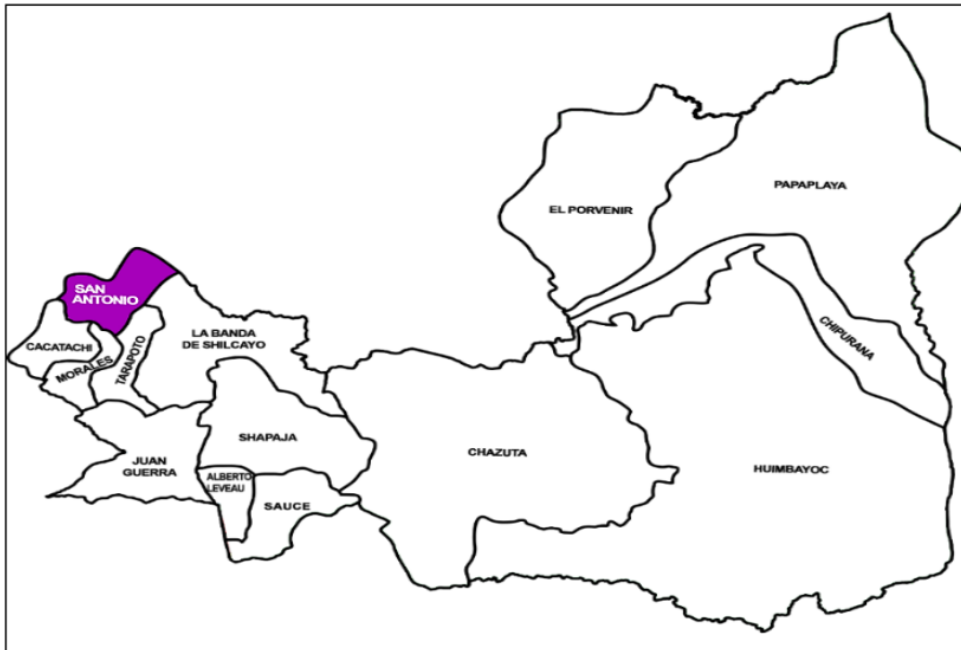


Figura 1: Distrito de San Antonio de Cumbaza ubicado en la provincia de San Martín.

Características de la producción de los proveedores de uva

Según MINAGRI (2017) el distrito de San Antonio de Cumbaza se centra primordialmente en la siembra de caña de azúcar, plátano, vid y cacao; de los cuales, la uva, cuenta con una serie de derivados como el vino, uvachado y el destilado. La *Vitis labrusca l.*, durante el año 2017, contó con una superficie instalada de 35 hectáreas/año; un volumen de producción de 284 Ton/año y una producción promedio de 8.11 TM por hectárea. Esta uva es destinada principalmente para la elaboración del uvachado, bebida alcohólica típica que identifica a la región. De este modo, el distrito de San Antonio de Cumbaza se ha logrado posicionar como la principal zona vitícola

La Tabla 1 muestra la producción de *Vitis labrusca l.* variedad Isabella dentro del distrito de San Antonio de Cumbaza. A partir del análisis efectuado, es posible apreciar una disminución del 39.70% al comparar los datos entre los años 2008-2017; de igual manera, entre los 4 últimos años, la variación en la producción es relativa. En el caso de la superficie cosechada, la relación se encuentra de la mano con la producción, debido a que se muestra una disminución del 40.68% desde el 2008 hasta el 2017. En el aspecto de rendimiento, se evidencia una evolución casi lineal, relativamente, constante desde el 2008. Finalmente, el precio de vid en las chacras (terrenos destinados al cultivo de ciertos productos) se incrementó en 150% a finales del 2017 en comparación al 2018.

Tabla 1*Producción, superficie cosechada y rendimiento de vid en San Antonio de Cumbaza - Región San Martín.*

Años	Producción (toneladas)	Superficie cosechada (hectáreas)	Rendimiento (Kg/hect.)	Precios de vid (S./kg)
2008	471	59	7983.05	1.20
2009	341	39	8730.77	1.02
2010	316	39	8096.15	1.02
2011	312	39	8000.00	1.46
2012	313	39	8000.00	1.92
2013	314	39	8025.64	1.74
2014	272	39	8051.28	2.00
2015	272	34	8000.00	2.33
2016	280	35	8000.00	2.81
2017	284	35	8114.29	3.00

Fuente: (Ministerio de Agricultura y Riego, 2017)

En la Tabla 2 se aprecia que, de un total de 32 proveedores de uva, dos cuentan con un cuarto (0.25) de hectárea destinada a la producción de la vid, 13 cuentan con media hectárea, cinco poseen tres cuartos de hectárea, nueve de una hectárea y tres entre una hectárea y media y dos hectáreas. Los viticultores dedican sus actividades en familia, desde el cultivo hasta la comercialización, conocen de manera relativa el rendimiento de sus parrales y lo desarrollan de forma tradicional; en cuanto a la cosecha, contratan de manera conjunta con el transformador, personal para desarrollar esta actividad, compartiendo equitativamente el pago; la disposición de mano de obra con experiencia es accesible en la localidad. El cultivo de la vid se desarrolla en función a la experiencia ancestral que poseen los pobladores de la zona, como resultado de ello, cuentan y disponen el uso de herramientas de trabajo tradicionales, no siendo de mayor uso y aplicación, los recursos tecnológicos modernos, que incrementen no solo la cantidad producida, sino la calidad del producto final.

Tabla 2*Principales proveedores de uva de San Antonio de Cumbaza para los transformadores de macerado de uva.*

Hectáreas cosechadas	Viticultores
0.25	2
0.50	13
0.75	5
1.00	9
1.50	2
2.00	1
TOTAL	32

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 3 muestra información recolectada en esta investigación sobre la caracterización del cultivo local de la uva, ello en función al análisis de algunas características principales en el cultivo de la vid.

Tabla 3
Características de los factores del manejo de la vid.

Factores	Características
Agroquímicos	La disponibilidad de fertilizantes en el mercado es diversa y la adquisición se lleva a cabo según el asesoramiento de los vendedores de los agroquímicos.
Mano de obra calificada	El cultivo lo desarrollan con la familia, requiriendo la mano de obra local al momento de la cosecha.
Técnica de cultivo	Manera tradicional.
Disponibilidad de áreas de cultivo	Los viticultores, en su mayoría, cuentan con pequeñas áreas de cultivo aptas para incrementar su producción.
Disponibilidad de capital financiero	El cultivo, generalmente, es financiado por los transformadores a través de los adelantos y compromisos de pago.

Fuente: Elaboración propia

Comercialización de la producción de los proveedores de uva

Los viticultores no disponen de apoyo de instituciones gubernamentales y no gubernamentales y sus actividades las desarrollan bajo sus propios medios. En el caso de las asociaciones, Segundo Montenegro Cubas, presidente de la Asociación de Productores Agrarios de San Antonio de Cum-baza - (APASAC), comentó mediante una entrevista no estructurada, que su representación aprobó en el concurso de recursos no reembolsables para planes de negocio de Agroemprende 2010 con el tema agroindustrial “Producción y comercialización de uvachado en San Antonio de Cum-baza”. El aporte propio de la organización fue la suma de S/. 21,800.00 (veintiún mil nuevos soles y 00/100) y el total de fondo MINAGRI S/. 173,900.50 (ciento setenta y tres mil novecientos y 50/100 nuevos soles) y fueron beneficiados con servicios de asistencia técnica, capacitación en temas técnicos de producción, de transformación, de comercialización y organización, así como la construcción y equipamiento de la planta agroindustrial de uvachado. De igual forma menciona que la mayoría de los socios de APASAC solo tomaron en cuenta los beneficios, y desconsideraron la responsabilidad del aporte propio; dejando a un lado el desarrollo de las actividades, siendo pocos los que participaron hasta el cierre y liquidación del programa, hecho que se dio en el año 2015.

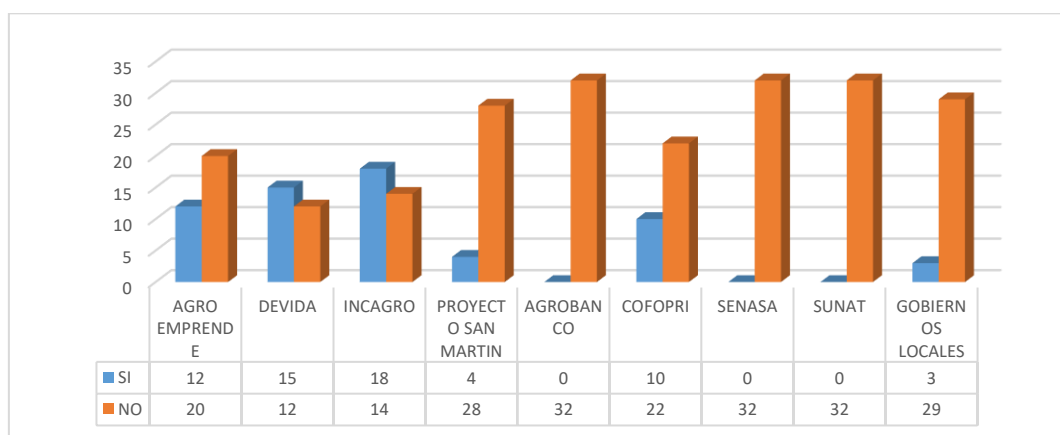


Figura 2: Programas de apoyo al desarrollo productivo

Proceso de abastecimiento de la materia prima para el macerado de uva en la Región San Martín

Desde la perspectiva del transformador se observa que, tanto la calidad de uva y del aguardiente de caña muestra indicadores medios. Así mismo, la disponibilidad de uva y aguardiente de caña se encuentran sectorizados en las categorías de medio y alto, lo cual significa que la calidad del producto principal (uva) no es percibida con estándares adecuados de calidad lo que podría estar vulnerando el resultado del producto final según lo referido en la tabla 4.

Tabla 4

Proceso de abastecimiento (calidad y disponibilidad de la materia prima).

	Uva				Agua ardiente			
	Calidad		Disponibilidad		Calidad		Disponibilidad	
	Frec.	%	Frec.	%	Frec.	%	Frec.	%
Muy bajo	2	13.3%	0	0%	0	0%	0	0%
Bajo	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
Medio	11	73.3%	9	60%	13	86.7%	0	0%
Alto	2	13.3%	6	40%	2	13.3%	14	93.3%
Muy alto	0	0%	0	0%	0	0%	1	6.7%
Total	15	100%	15	100%	15	100%	15	100%

Fuente: Elaboración propia

En cuanto al control de calidad (Tabla 5), en el proceso de abastecimiento, tanto para la uva y aguardiente de caña es deficiente; ya que la mayoría de los transformadores del macerado de uva, al momento de abastecerse de la materia prima, solo realizan la evaluación de las características organolépticas, no controlan el análisis fisicoquímico proximal del aguardiente, además, no validan métodos empíricos, el nivel de grados brix de la uva solo controlan el 13 por ciento y el 100 por ciento evalúa el grados alcohólicos del aguardiente de caña.

Tabla 5

Realización de un control de calidad en el proceso de abastecimiento

	Abastecimiento de uva				Total
	SÍ		NO		
	Frec.	%	Frec.	%	
Evaluación de características organolépticas	15	100%	0	0%	15
Análisis fisicoquímico proximal	0	0%	15	100%	15
Nivel de grados brix	2	13%	13	87%	15
	Abastecimiento de aguardiente de caña				Total
Análisis fisicoquímico proximal (metanol y etanol)	0	0%	15	100%	15
Evaluación de características organolépticas	15	100%	0	0%	15
Grados alcohólicos	15	100%	0	0%	15
Métodos empíricos	0	0%	15	100%	15

Fuente: Elaboración propia

3.2 Discusiones

En cuanto a la producción, superficie cosechada y rendimiento de vid en San Antonio de Cumbaza - Región San Martín, se estableció que el distrito de San Antonio de Cumbaza se posiciona como principal zona vitícola, pues, en el 2017, presentó una superficie instalada de 35 hectáreas por año; un volumen de producción de 284 Ton/año y una producción promedio de 8.11 TM por

Citar como: Vidaurre Rojas, P. (2021). Análisis de la cadena productiva del macerado de uva (*Vitis labrusca* L.) en la región San Martín. *Revista Agrotecnológica Amazónica*, 1(1), 62-74.

<https://doi.org/10.51252/raa.v1i1.144>

hectárea. De igual manera, se encontró que el transformador desarrolla su oferta predominantemente en su propio punto de venta, constituyéndose como vendedor minorista y mayorista en el mercado local. Se evidenció la presencia de factores limitantes en la cadena productiva, tales como el desconocimiento de los canales de comercialización, la falta de soporte financiero, escaso poder de negociación, etc. Dicho resultado puede asociarse con los hallazgos de la investigación de Yachi (2018), quien, dentro de sus descubrimientos, demostró que algunas barreras presentadas en el comercio de la industria licorera, se encuentra la incapacidad de seleccionar canales para comercializar, el carecer de un acopio continuo para satisfacer la demanda, así como la falta de recursos y estrategias de marketing. De este modo, se encuentran similitudes entre ambos trabajos, ya que destacan deficiencias comunes.

En cuanto al proceso de abastecimiento (calidad y disponibilidad de la materia prima) y los principales proveedores de uva de San Antonio de Cumbaza se logró establecer que la calidad de la materia prima *Vitis labrusca l.* y aguardiente de caña, estaría limitando el volumen de venta del macerado de uva. Este resultado puede asociarse con la investigación realizada por Garrido (2012), investigación en la cual se hace un análisis del buen desempeño mostrado por la industria vinícola chilena, y se llega a determinar que la calidad de los insumos tiene influencias sobre el éxito de la aceptación del producto en el mercado y por ende su mayor comercialización. Además, se encuentra en relación con lo mencionado por la ODEPA (2008), que dentro de su estudio llega a encontrar a la calidad de los insumos en la agroindustria del licor a partir de la uva. Es por ello, que los resultados se respaldan en la medida que encuentran la calidad de la materia prima como uno de los factores que limita la comercialización del producto final.

Así mismo, dentro de los hallazgos se pudo corroborar que la falta de sociabilización de las normativas y los elevados recursos que exige la implementación del HACCP, debilitan el proceso de producción de macerado de uva, y ello deriva en problemas para la expansión comercial del macerado. Lo cual a su vez se asocia con la falta desarrollo tecnológico, la inexistencia de normas técnicas que establezcan un proceso de elaboración adecuado para el macerado de uva, el escaso apoyo del gobierno, y el deficiente control de calidad. Lo mencionado guarda asociación con los hallazgos de Yachi (2018), quien hace mención que las empresas pisqueras podrán vencer las barreras existentes, en cuanto a la comercialización, a través del establecimiento de planes de acopio para sostener la dotación de recursos, el desarrollo de canales de comercialización con el uso de tecnologías, y así mismo, su comercialización se vería favorecida a través del gobierno en materia normativa. De igual modo, López (2010), establece que las normativas de apoyo, por parte del Gobierno, son herramientas que pueden influir directa e indirectamente en el desarrollo de las actividades de las empresas.

4 Conclusiones

En base a los resultados presentados en la presente investigación, y acorde con las hipótesis planteadas podemos concluir:

La cadena productiva del macerado de uva se presenta de manera desorganizada, no existe asociatividad en ningún eslabón. Los participantes muestran características similares en sus actividades. En el caso de los proveedores de uva no se dedican específicamente a la vid, suelen dedicarse a otros cultivos, los proveedores de aguardiente son informales. No se dispone de una tecnología diseñada para la elaboración de esta bebida; en el proceso de producción las empresas no cuentan con el plan HACCP (Análisis de Riesgos y de Puntos Críticos de Control), factor que debilita la competitividad. En el caso de la comercialización, los transformadores ofertan sus productos en su propio punto de venta y se centran en el canal corto minorista y mayoristas locales, no hay presencia de estrategias comerciales diferencial entre las distintas empresas.

El proceso de abastecimiento muestra deficiencias en cuanto al control de calidad, que se realiza de la materia prima uva y aguardiente de caña, además la calidad de la uva y el aguardiente se considera entre media y media. Además, se demostró que se encuentra relacionado, significativamente, con el volumen de ventas; asegurándose, así como una limitante para la oferta del producto

El proceso de producción no tiene desarrollo tecnológico; no hay Norma Técnica Peruana NTP que establezca los componentes del macerado de uva como su proceso de elaboración. Para el caso de control de calidad del aguardiente de caña no realizan el análisis fisicoquímico proximal. Ningún transformador cuenta con el sistema de los análisis de peligro y de los puntos críticos de control (sistema HACCP), factor que limita ingresar a mercados competitivos. Así mismo este sector no está considerado en programas productivos de PRODUCE -redCITE a pesar que se originó de CITE vid.

El canal de comercialización del macerado de uva se presenta de manera deficiente, debido a que, para el transformador, el principal mercado de venta es el local y regional. No se desarrollan actividades de investigación de mercado, son débiles las actividades de promoción en el canal de distribución, no cuentan con soporte financiero, considerándose como una barrera el cumplimiento del sistema HACCP, el ISC y el poder de negociación del intermediario. Las autoridades locales y nacionales no muestran interés en apoyar el desarrollo competitivo del macerado de uva.

Referencias bibliográficas

Cojal, & Rojas. (2016). *Asociatividad de pequeños productores de aguardiente para la elaboración y comercialización de un licor macerado con frutas exóticas a Baltimore - EE.UU.* Baltimore, Estados Unidos.

- Da Silva, C., & De Souza Filho, H. (2007). *Guidelines for rapid appraisal of agrifood chain performance in developing countries*. Roma, Italia: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Damien, H., & Camacho, P. (2006). *Guía metodológica para el análisis de cadenas productivas*. Quito, Ecuador: Editorial Línea Andina S.A.C.
- Edmonds, A., & Kennedy, T. (2017). *An applied guide to research designs: quantitative, qualitative, and mixed methods [Una guía aplicada a los diseños de investigación: métodos cuantitativos, cualitativos y mixtos]*. California: SAGE. Obtenido de http://www.healthindisasters.com/images/Books/An_Applied_Guide_to_Research.pdf
- Garrido. (2012). *Caracterización de las empresas chilenas exportadoras de vino*. Santiago de Chile, Chile.
- Gelis, F. (2016). *Las Cadenas Productivas: concepto, elementos y barreras*. Bogotá, Colombia: RedEAmérica.
- Ghezzi, P. (2019). *La asociatividad: El camino para muchas mype (en línea)*. Lima, Perú. Obtenido de <http://hacerperu.pe/la-asociatividad-el-camino-para-muchas-mype/>
- Kerlinger Fred & Lee Howard. (2002). *Investigacion del Comportamiento Metodos de Investigacion Ciencias Sociales*. McGRAW-Hill / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
- Kumar, R. (2011). *Research Methodology a Step- by guide for beginners [Metodología de investigación: una guía paso a paso para principiantes]* (3rd Edition ed.). Mixed Sources.
- Ministerio de Agricultura y Riego [MINAGRI]. (2017). *Situación actual de la vid en San Antonio de Cumbaza*. Lima, Perú.
- Ministerio de Agricultura y Riego [MINAGRI]. (2019). *Formación de cadenas*. Obtenido de <https://www.minagri.gob.pe/portal/123-herramientas/organizaciones/735-dgpa>
- Ministerio de la Producción [PRODUCE]. (2015). *Caracterización e importancia de las cooperativas en el Perú 2015*. Obtenido de <http://ogeiee.produce.gob.pe/index.php/shortcode/oe-documentos-publicaciones/publicaciones-anuales/item/777-caracterizacion-e-importancia-de-las-cooperativas-en-el-peru-2015>
- Noriega. (2009). *Estudio prospectivo en la cadena vid-pisco*. Pisco, Perú.
- Petovel, P. (2019). *Todos los datos del consumo de alcohol en el mundo, en un solo post (en línea)*. Obtenido de Disponible en Todos los datos del consumo de alcohol en el mundo, en un solo post.
- Ramírez, P. (2013). *Estudio de caso de la cadena de valor compuesta por los productores de kishuará, capac Perú y supermercados peruanos. 2009 – 2013*. Perú.
- Reiro, T. (2016). Nonexperimental research: strengths, weaknesses and issues of precision [Investigación no experimental: fortalezas, debilidades y problemas de precisión] . *European Journal of Training and Development*, 40(8/9), 676-690. Obtenido de <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/EJTD-07-2015-0058/full/html>
- Tello, S. (2014). Importancia de la micro, pequeñas y medianas empresas en el desarrollo del país. *Lex*, 12(14). doi:<http://dx.doi.org/10.21503/lex.v12i14.623>

Agradecimientos

Al Dr. Ampelio Ferrando Perea y al Mto. Prof. C.P.C. Demetrio José Tello Romero que son mi asesor y co-asesor, respectivamente, por compartir sus conocimientos para culminar la presente investigación.

A los docentes de la maestría de Agronegocios, por sus enseñanzas transmitidas durante el proceso de formación en la Escuela de Posgrado y un agradecimiento especial a los jurados: M. Sc.

Luis Enrique Espinoza Villanueva, Dr. Pedro Ricardo Quiroz Quezada, y a la M. Sc. Karina Marlen Yachi del Pino por sus orientaciones y apreciaciones para culminar esta investigación, de igual forma al Dr. Leoncio Hertz Fernández Jerí y al personal administrativo principalmente a la Lic. Milagros Díaz Del Águila.