

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA
MOLINA
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES**



**CARACTERIZACIÓN DE LA EXUDACIÓN DE LA PARTE
VEGETATIVA DE PUYA DE RAIMONDI (*Puya raimondii*) EN EL
DISTRITO DE CAJAMARQUILLA, HUARAZ, ANCASH- PERÚ.**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO FORESTAL

KEVIN PIERO CANDIOTTI MARTINEZ

LIMA – PERÚ

2023

**La UNALM es titular de los derechos patrimoniales de la presente investigación
(Art. 24 – Reglamento de Propiedad Intelectual)**

Turnitin Informe de Originalidad

Procesado el: 05-sept.-2023 12:48 p. m. -05
 Identificador: 2147554436
 Número de palabras: 23463
 Entregado: 1

tesis Por Kevin Candiotti

Indice de similitud	Similitud según fuente
11%	Internet Sources: 11% Publicaciones: 0% Trabajos del estudiante: 0%

3% match (Internet desde 08-nov.-2021)

<http://www.oas.org/USDE/IABIN/Component3/Proposals2008/Peru-Museo%20de%20Historia%20natural-Univ.Nal%20Mayor%20de%20San%20Marcos.doc>

3% match (Internet desde 04-oct.-2022)

<https://repositorio.inaigem.gob.pe/server/api/core/bitstreams/6de8de5-36be-4a7a-b302-634dce9650/content>

2% match (Internet desde 02-oct.-2016)

<https://nt.scribd.com/doc/165100295/fisiologia-vegetal-manuscrito-pdf>

2% match (Internet desde 17-jul.-2020)

https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/168857/La_Familia_Bromeliaceae_en_Mexico.pdf

2% match ()

Fontenla Razzetto, Graciela. "Caracterización del aceite esencial de "lanche" (Myrcianthes rhopaloides (H.B.K.) Mc Vaugh) proveniente del distrito de Chalaco, provincia de Morropón-Piura, obtenido por dos métodos de destilación". 'Baishideng Publishing Group Inc.', 2006

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES CARACTERIZACIÓN DE LA EXUDACIÓN DE LA PARTE VEGETATIVA DE PUYA DE RAIMONDI (Puya raimondii) EN EL DISTRITO DE CAJAMARQUILLA, HUARAZ, ANCASH- PERÚ. TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE: INGENIERO FORESTAL KEVIN PIERO CANDIOTTI MARTINEZ LIMA - PERÚ 2023 DEDICATORIA: A quienes me inspiraron, a quienes me ayudaron a llegar a donde he llegado: a Dios, a mis padres Cesar y Marina y a mis hermanos Pabel, Omar, Franco y Mayra. A mis sobrinos: Franco, Camila y Sebastian; quienes me hicieron amarlos de manera inexplicable. AGRADECIMIENTO Agradezco principalmente a Dios, quien ha sido la luz de guía durante todo este largo proceso, y quien llena de bendiciones a mi familia. Quiero expresar además mi más grande agradecimiento a mis padres, a mi madre Marina por creer en mí, por amarme tanto, por enseñarme a ser un gran ser humano; a mi padre Cesar por inculcarme a ser exigente conmigo mismo, y a mencionarme que siempre seré el mejor. A mis hermanos por ser un gran ejemplo para mí, y a mis sobrinos Franco, Camila y Sebastián por brindarme una nueva forma de amar. Un agradecimiento especial al PhD Héctor Gonzales, por su paciencia ante mi inconsistencia, por su preciada dirección y apoyo para no decaer en el camino hacia la conclusión de la tesis. A todos mis amigos sin excluir a ninguno, mencionando en especial a Sandy, Gabriela, Clara, Javier, Geyser, Mayumi, y Cristina, por haber sido importantes durante todo el proceso, y por brindarme su cariño y amistad. Este trabajo de investigación se realizó con el apoyo de Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña (INAIGEM) con sede en Huaraz, agradeciendo el apoyo logístico como científico de los ingenieros David Ocaña, Jaime Rosales y Yulfo Azaña. A todos ustedes, mi mayor reconocimiento y gratitud. ÍNDICE GENERAL I. INTRODUCCIÓN II. REVISIÓN DE LITERATURA II.1 Fisiología de plantas II.2 Desarrollo de las Plantas II.2.1 Metabolismo de las plantas II.2.2 Factores que afectan la calidad de las plantas II.3 Savia vegetal II.3.1 Definición II.3.2 Composición química II.3.3 Tipos de savia vegetal II.3.4 Usos y aplicaciones de las savias II.3.5 Caracterización de la savia II.3.6 Propiedades II.4 Familia Bromeliaceae II.4.1 Características II.4.2 Morfología II.4.3 Metabolismo II.4.4 Propagación II.5 Puya raimondii Harms II.5.1 Taxonomía II.5.2 Descripción botánica II.5.3 Descripción de la planta II.5.3.1 Tallo II.5.3.2 Follaje II.5.3.3 Inflorescencia II.5.4 Distribución II.5.5 Ecología de la especie II.5.6 Utilidad de la especie II.5.7 Características físicas y químicas del néctar de la Puya de Raimondi II.6 Métodos de caracterización para la separación de mezclas complejas II.6.1 Cromatografía Pág. 1 3 3 7 7 9 11 11 12 12 13 13 14 14 15 17 17 17 18 20 20 21 21 22 24 25 25 27 27 27 II.6.1.1 Cromatografía de adsorción 27 II.6.1.2 Cromatografía HPLC 27 II.6.1.3 Cromatografía de gases 27 II.6.2 Espectroscopía de masas (MS) 27 II.6.2.1 Espectroscopía Infrarroja con transformada de Fourier (FTIR) 28 II.6.2.2 Espectroscopía de resonancia magnética nuclear (RMN) 28 III. MATERIALES Y MÉTODOS 28 III.1 Localización del área de experimento 28 III.1.1 Ubicación 28 III.1.2 Clima 30 III.1.3 Fisiografía y Suelos 31 III.1.4 Aspectos Socioeconómicos 32 III.2 Materiales y equipos 32 III.2.1 Especie estudiada 32 III.2.2 Materiales 32 III.3 Metodología 33 III.3.1 Lugar de Colecta 33 III.3.2 Evaluación de la Parcela de Estudio 35 III.3.3 Obtención de la Exudación 36 III.4 Colección de la exudación 42 III.4.1 Rendimiento (Evaluación de la producción por mes) 42 III.5 Ensayos de laboratorio 42 III.5.1 Ensayos Físico-químicos 42 III.5.2 Análisis Estadístico 43 IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN IV.1 Parámetros dasométricos (diámetro y altura de planta) 46 IV.1.1 Parámetros dasométricos de la Puya de Raimondi entre las diferentes altitudes. 46 IV.1.2 Comparación de los parámetros dasométricos de la Puya de Raimondi entre las diferentes épocas de colecta en Llaquashpampa, Ancash. 49 IV.2 Rendimiento de exudación de la Puya de Raimondi en función de altitud y época de colecta en Llaquashpampa, Ancash. 51 IV.3 Características físico químicas del exudado de Puya raimondii 52 IV.3.1 Densidad relativa de la exudación de Puya Raimondi en función de la altitud y época de colecta. 52 IV.3.2 Índice de refracción de la exudación de la Puya de Raimondi en función de altitud y época de colecta en Llaquashpampa, Ancash. 54 IV.3.3 Contenido de humedad de la exudación de la Puya de Raimondi en función de la altitud y época de colecta. 58 IV.3.4 Color de la exudación de la Puya de Raimondi entre altitud y épocas de colecta 60 IV.3.5 Índice de acidez de la exudación de la Puya de Raimondi en función de altitud y época de colecta. 62 V. CONCLUSIONES 65 VI. RECOMENDACIONES 66 VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 67 VIII. ANEXOS 73 ÍNDICE DE TABLAS Pág. Tabla 1: Clasificación taxonómica de Puya raimondii Harms 26 Tabla 2: Características físicas de la Puya de Raimondi 26 Tabla 3: Características químicas de la Puya de Raimondi (Néctar) 26 Tabla 4: Variables independientes escogidas para el diseño experimental 34 Tabla 5: Codificación de las variables independientes en las unidades muestrales 35 Tabla 6: Estructura de datos para un ANOVA 44 Tabla 7: Resultados de características físico químicas de muestras de Puya raimondii 47 Tabla 8: Parámetros dasométricos de Puya raimondii: diámetro (mm) y altura (m) de Puya

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES

**“CARACTERIZACIÓN DE LA EXUDACION DE LA PARTE
VEGETATIVA DE PUYA DE RAIMONDI (*Puya raimondii*) EN EL
DISTRITO DE CAJAMARQUILLA, HUARAZ, ANCASH-PERU”**

**TESIS PARA OPTAR TÍTULO DE INGENIERO FORESTAL
KEVIN PIERO CANDIOTTI MARTINEZ**

Sustentada y aprobada ante el siguiente jurado:

Mg. Sc. Graciela Egoavil Cueva Gálvez
Presidente

Mg. Sc. Aldo Joao Cárdenas Oscanoa
Miembro

PhD. Carlos Augusto Reynel Rodríguez
Miembro

PhD. Héctor Enrique Gonzales Mora
Asesor

DEDICATORIA:

A quienes me inspiraron, a quienes me ayudaron a llegar a donde he llegado: a Dios, a mis padres Cesar y Marina y a mis hermanos Pabel, Omar, Franco y Mayra. A mis sobrinos: Franco, Camila y Sebastian; quienes me hicieron amarlos de manera inexplicable.

AGRADECIMIENTO

Agradezco principalmente a Dios, quien ha sido la luz de guía durante todo este largo proceso, y quien llena de bendiciones a mi familia.

Quiero expresar además mi más grande agradecimiento a mis padres, a mi madre Marina por creer en mí, por amarme tanto, por enseñarme a ser un gran ser humano; a mi padre Cesar por inculcarme a ser exigente conmigo mismo, y a mencionarme que siempre seré el mejor. A mis hermanos por ser un gran ejemplo para mí, y a mis sobrinos Franco, Camila y Sebastián por brindarme una nueva forma de amar.

Un agradecimiento especial al PhD Héctor Gonzales, por su paciencia ante mi inconsistencia, por su preciada dirección y apoyo para no decaer en el camino hacia la conclusión de la tesis.

A todos mis amigos sin excluir a ninguno, mencionando en especial a Sandy, Gabriela, Clara, Javier, Geyser, Mayumi, y Cristina, por haber sido importantes durante todo el proceso, y por brindarme su cariño y amistad.

Este trabajo de investigación se realizó con el apoyo de Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña (INAIGEM) con sede en Huaraz, agradeciendo el apoyo logístico como científico de los ingenieros David Ocaña, Jaime Rosales y Yulfo Azaña.

A todos ustedes, mi mayor reconocimiento y gratitud.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	3
II.1 Fisiología de plantas	3
II.2 Desarrollo de las Plantas	7
II.2.1 Metabolismo de las plantas	7
II.2.2 Factores que afectan la calidad de las plantas	9
II.3 Savia vegetal	11
II.3.1 Definición	11
II.3.2 Composición química	11
II.3.3 Tipos de savia vegetal	12
II.3.4 Usos y aplicaciones de las savias	12
II.3.5 Caracterización de la savia	13
II.3.6 Propiedades	13
II.4 Familia Bromeliaceae	14
II.4.1 Características	14
II.4.2 Morfología	15
II.4.3 Metabolismo	17
II.4.4 Propagación	17
II.5 Puya raimondii Harms	17
II.5.1 Taxonomía	17
II.5.2 Descripción botánica	18
II.5.3 Descripción de la planta	20
II.5.3.1 Tallo	20
II.5.3.2 Follaje	21
II.5.3.3 Inflorescencia	21
II.5.4 Distribución	22
II.5.5 Ecología de la especie	24
II.5.6 Utilidad de la especie	25
II.5.7 Características físicas y químicas del néctar de la Puya de Raimondi	25
II.6 Métodos de caracterización para la separación de mezclas complejas	27
II.6.1 Cromatografía	27

II.6.1.1	Cromatografía de adsorción	27
II.6.1.2	Cromatografía HPLC	27
II.6.1.3	Cromatografía de gases	27
II.6.2	Espectroscopía de masas (MS)	27
II.6.2.1	Espectroscopía infrarroja con transformada de Fourier (FTIR)	28
II.6.2.2	Espectroscopía de resonancia magnética nuclear (RMN)	28
III.	METODOLOGÍA	29
III.1	Localización del área de experimento	29
III.1.1	Ubicación	29
III.1.2	Clima	31
III.1.3	Fisiografía y Suelos	31
III.1.4	Aspectos Socioeconómicos	32
III.2	Materiales y equipos	33
III.2.1	Especie estudiada	33
III.2.2	Materiales	33
III.3	Metodología	34
III.3.1	Lugar de Colecta	34
III.3.2	Evaluación de la Parcela de Estudio	36
III.3.3	Obtención de la Exudación	37
III.4	Colección de la exudación	43
III.4.1	Rendimiento (Evaluación de la producción por mes)	43
III.5	Ensayos de laboratorio	43
III.5.1	Ensayos Físico-químicos	43
III.5.2	Análisis Estadístico	44
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	47
IV.1	Parámetros dasonómicos (diámetro y altura de planta)	47
IV.1.1	Parámetros dasométricos de la Puya de Raimondi entre las diferentes altitudes.	47
IV.1.2	Comparación de los parámetros dasométricos de la Puya de Raimondi entre las diferentes épocas de colecta en Llaquashpampa, Ancash.	50
IV.2	Rendimiento de exudación de la Puya de Raimondi en función de altitud y época de colecta en Llaquashpampa, Ancash.	52
IV.3	Características físico químicas del exudado de Puya raimondii	53

IV.3.1	Densidad relativa de la exudación de Puya Raimondi en función de la altitud y época de colecta.	53
IV.3.2	Índice de refracción de la exudación de la Puya de Raimondi en función de altitud y época de colecta en Llaquashpampa, Ancash.	55
IV.3.3	Contenido de humedad de la exudación de la Puya de Raimondi en función de la altitud y época de colecta.	58
IV.3.4	Color de la exudación de la Puya de Raimondi entre altitud y épocas de colecta	61
IV.3.5	Índice de acidez de la exudación de la Puya de Raimondi en función de altitud y época de colecta.	63
V.	CONCLUSIONES	65
VI.	RECOMENDACIONES	66
VII.	BIBLIOGRAFÍA	67
VIII.	ANEXOS	74

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1: Clasificación taxonómica de <i>Puya raimondii</i> Harms	17
Tabla 2: Características físicas de la <i>Puya</i> de Raimondi	26
Tabla 3: Características químicas de la <i>Puya</i> de Raimondi (Néctar)	26
Tabla 4: Variables independientes escogidas para el diseño experimental	36
Tabla 5: Codificación de las variables independientes en las unidades muestrales	36
Tabla 6: Estructura de datos para un ANOVA	45
Tabla 7: Resultados de características físico químicas de muestras de <i>Puya raimondii</i>	48
Tabla 8: Parámetros dasométricos de <i>Puya raimondii</i> : diámetro (mm) y altura (m) de <i>Puya raimondii</i> según altitud (m.s.n.m.) del lugar de colecta: Llaquashpampa, Ancash	49
Tabla 9: Parámetros dasométricos de <i>Puya Raimondi</i> : Diámetro (en mm) y Altura (en m) según épocas de colecta en Llaquashpampa, Ancash	50
Tabla 10: Rendimiento de la exudación según altitud y época de colecta en Llaquashpampa, Ancash.....	52
Tabla 11: Densidad relativa (g/ml) según altitud y época de colecta en Llaquashpampa, Ancash	53
Tabla 12: Índice de refracción según altitud y época de colecta	55
Tabla 13: Contenido de humedad de la muestra de exudación según altitud y época de colecta.....	59
Tabla 14: Color según altitud y época de colecta.....	61
Tabla 15: Índice de acidez según altitud y época de colecta	63

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1: Estructura externa e interna del fruto semilla del maíz.....	4
Figura 2: Semillas de plantas monocotiledóneas.....	5
Figura 3: Elementos básicos del metabolismo primario en relación con el metabolismo secundario.....	8
Figura 4: Origen de algunos metabolitos secundarios (alcaloides, fenilpropanoides y terpenos) en el metabolismo primario).....	9
Figura 5: Tillandsia dasyliriifolia, fruto capsular y semillas con un coma	15
Figura 6: Tillandsia brachycaulos, creciendo sobre rocas y cables.....	16
Figura 7: Neoregelia cruenta, una planta con “tanque”.....	16
Figura 8: Puya raimondii Harms	19
Figura 9: Tallos de Puya Raimondii en la etapa de crecimiento, antes de florecer.....	20
Figura 10: Follaje de Puya raimondii en estado juvenil	21
Figura 11: Inflorescencia de la Puya raimondii.....	22
Figura 12: Distribución potencial actual de la Puya Raimondii en el Perú.....	23
Figura 13: Mapa de ubicación de la comunidad campesina Cajamarquilla.	30
Figura 14: Mapa de ámbito de puyas de Huaraz	30
Figura 15: Temperatura promedio de Huaraz.....	31
Figura 16. Vista de terreno en parcela de investigación.....	32
Figura 17: Mapa de parcela de investigación de Subcuenca del Vado- INAIGEM.....	35
Figura 18. Selección de individuos de Puya raimondii	38
Figura 19. Corte con equipo motosierra a cada uno de los individuos muestreados.....	39
Figura 20. Medida de las dimensiones de corte.	39

Figura 21. Vista interior del corte realizado para la colecta de la secreción.	40
Figura 22: Obtención de exudación de Puya raimondii en parcela de Investigación Llaquashpampa.....	41
Figura 23. Ubicación de la exudación en la parte vegetativa de la Puya de raimondii. .	41
Figura 24. Recipientes de exudación debidamente etiquetados.	42
Figura 25: Flujograma de actividades realizadas en la investigación	43
Figura 26: Comparación de medias del diámetro de Puya Raimondi con altura según altitud.....	50
Figura 27: Comparación de medias del diámetro y altura vs. precipitación según épocas de colecta	52
Figura 28: Comparación de medias del rendimiento según altitud y época de colecta en Llaquashpampa, Ancash.....	53
Figura 29: Comparación de medias de la densidad relativa de la exudación según altitud y época de colecta en Llaquashpampa, Ancash.....	55
Figura 30. Índice de refracción según concentración	57
Figura 31: Comparación de medias del índice de refracción según altitud y época de colecta.....	58
Figura 32: Comparación de medias del contenido de humedad según altitud y época de colecta.....	60
Figura 33: Comparación del contenido de humedad vs precipitación y humedad relativa según época de colecta	61
Figura 34: Comparación del color según altitud y época de colecta.....	62

Figura 35: Comparación de medias del índice de acidez según altitud y época de colecta

..... 64

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO 1: Mapa de ámbito de parcela de investigación de Llaquashpampa.....	74
ANEXO 2: Parámetros de la densidad relativa según altitud.....	75
ANEXO 3: Parámetros de la densidad relativa según época de colecta	75
ANEXO 4: Parámetros de la humedad según altitud	76
ANEXO 5: Parámetros de la humedad según época de colecta	76
ANEXO 6. Hipótesis	76
ANEXO 7: Resultados del estudio de cromatografía líquida (HPLC) de la unidad muestral 1. Altitud: 4000-4050 msnm y Época de colecta: Ene-Feb	78
ANEXO 8: Resultados del estudio de cromatografía líquida (HPLC) de la unidad muestral 2. Altitud: 4000-4050 msnm y Época de colecta: Mar-Abr	81
ANEXO 9: Resultados del estudio de cromatografía líquida (HPLC) de la unidad muestral 3. Altitud: 4000-4050 msnm y Época de colecta: May-Jun	83
ANEXO 10: Resultados del estudio de cromatografía líquida (HPLC) de la unidad muestral 4. Altitud: 4050-4100 msnm y Época de colecta: Ene-Feb	85
ANEXO 11: Resultados del estudio de cromatografía líquida (HPLC) de la unidad muestral 5. Altitud: 4050-4100 msnm y Época de colecta: Mar-Abr	87
ANEXO 12: Resultados del estudio de cromatografía líquida (HPLC) de la unidad muestral 6. Altitud: 4050-4100 msnm y Época de colecta: May-Jun	89
Anexo 13: Resultados del estudio de cromatografía líquida (HPLC) de la unidad muestral 7. Altitud: 4100-4150 msnm y Época de colecta: Ene-Feb	91

ANEXO 14: Resultados del estudio de cromatografía líquida (HPLC) de la unidad muestral 8. Altitud: 4100-4150 msnm y Época de colecta: Mar-Abr	93
ANEXO 15: Resultados del estudio de cromatografía líquida (HPLC) de la unidad muestral 9. Altitud: 4100-4150 msnm y Época de colecta: May-Jun	95
ANEXO 16: Resumen del contenido de azúcares	97
ANEXO 17: Datos de las características físicas y químicas	98
ANEXO 18: NTP 251.010: 2014. MADERA. Métodos para determinar el contenido de humedad	101
ANEXO 19: NTP 319.081: 1974. Aceites esenciales. Determinación de la Densidad y Densidad Relativa.....	121
ANEXO 20: NTP 319.075: 1974. Aceites esenciales. Determinación del índice de refracción	124
ANEXO 21: NTP 209.005: 1968. ACEITES Y GRASAS COMESTIBLES. Método para la determinación de la acidez libre	126
ANEXO 22: NTP 319.084: 1974. Aceites esenciales. Determinación de la solubilidad en etanol.....	129
ANEXO 23: Tabla Munsell para tejidos vegetales	134
ANEXO 24: Correlación entre las variables cuantitativas	135
ANEXO 25: Instituto Nacional de Glaciares y Ecosistemas de Montaña.....	137
ANEXO 26: La puya de Raimondi como especie clave.....	138

RESUMEN

El objetivo de la investigación fue caracterizar la exudación extraída de la parte vegetativa de la especie *Puya raimondii*, debido a su uso medicinal expresado por los locales. La muestra fue conformada por 15 puyas que pasaron su época de floración y que presentaron las mejores condiciones de sanidad (sanos) y vigorosidad (altos), estas se estratificaron en altitud (4000-4050 msnm, 4050-4100 msnm, 4100-4150 msnm) y época de colecta (Enero–Febrero, Marzo–Abril, Mayo–Junio). Se recolectó la exudación secretada por la misma puya (secreción natural). Entre las características físicas y químicas se analizaron rendimiento (g/m^2), densidad relativa (g/ml) contenido de humedad (%), parámetros dasométricos (diámetro, altura), color (determinados por el colorímetro y la tabla Munsell), índice de acidez, índice de refracción y nivel de azúcares (fructuosa, galactosa, glucosa, lactosa, maltosa y sacarosa). Para el análisis estadístico se utilizaron el análisis de varianza (ANOVA) y la prueba Chi Cuadrado. Se encontró que las características físicas y químicas no se encuentran diferenciadas por la altitud ni la época de colecta, con excepción del color ($p=0,029$), dado que se apreciaron colores más oscuros en el periodo mayo-junio (inicio de temporada seca). Además, se encontró una tendencia creciente del rendimiento con la altitud y con el paso de una época de lluvia a seca, una tendencia creciente de la densidad relativa con la altitud, una tendencia creciente del contenido de humedad con el paso de una época de lluvia a seca, el diámetro presentó una tendencia decreciente con la altitud, pero creciente con el paso de una época de lluvia a seca, la altura presentó una tendencia creciente con la altitud, pero decreciente con el paso de una época de lluvia a seca y los niveles de azúcares fueron inferiores a 0,1 g/100g, independientemente de la altitud y de la época de colecta.

Palabras claves: *Puya raimondii*, exudación, savia.

ABSTRACT

The objective of the research was to characterize the exudation extracted from the vegetative part of the *Puya raimondii* species, due to its medicinal use expressed by the locals. The sample was made up of 15 *Puyas* that passed their flowering season and that presented the best conditions of health (healthy) and vigor (high), these were stratified in altitude (4000-4050 masl, 4050-4100 masl, 4100-4150 masl) and collection time (January – February, March – April, May – June). The exudation secreted by the *Puya* itself (natural secretion) was collected. Among the physical and chemical characteristics, the following were analyzed: yield (g/m^2), relative density (g/ml), moisture content (%), dasometric parameters (diameter, height), color (determined by the colorimeter and the Munsell table), acid index, refractive index and sugar level (fructose, galactose, glucose, lactose, maltose and sucrose). For the statistical analysis, the analysis of variance (ANOVA) and the Chi Square test were used. It was found that the physical and chemical characteristics are not differentiated by altitude or collection time, except for color ($p=0,029$), since darker colors were appreciated in the May-June period (beginning of the dry season). In addition, an increasing trend of yield was found with altitude and with the passage from a rainy to dry season; an increasing trend of relative density with altitude; an increasing trend in moisture content from rainy to dry season; the diameter presented a decreasing trend with altitude; but increasing with the passage of a season from rain to dry; the height presented an increasing trend with the altitude; but decreasing with the passage from a rainy season to a dry season and the sugar levels were lower than 0,1 g/100g, regardless of the altitude and the time of collection.

Keywords: *Puya raimondii*, exudation, sap.

I. INTRODUCCIÓN

La Puya de Raimondi (*Puya raimondii*) es una especie vegetal endémica de las zonas altoandinas de Perú y Bolivia, actualmente se encuentra amenazada, ubicándose en la categoría de peligro de extinción (Quispe y Núñez 2020). Esta planta posee el mayor tamaño dentro de su familia y presenta la peculiaridad de florecer en promedio cada cien años, completando así su ciclo de vida (UICN, 2016).

En relación a lo antes mencionado, el peligro de extinción no sólo afecta a la especie en sí, sino a todo su ecosistema ya que en las investigaciones de Salinas et al. (2007) plantean que el néctar de la *Puya raimondii* podría constituir un importante recurso para picaflores altoandinos. A esta información se añade la de Luque et al. (2005), citados en Salazar et al. (2010) con los estudios realizados para estimar las densidades poblacionales y determinar las relaciones entre la altura y la diversidad de aves en bosques de *Polylepis* spp. (Queñua) y en rodal de la *Puya raimondii*; concluyendo que en ambos ecosistemas se registran 22 especies de aves con una diversidad alfa de 9 especies en el rodal de la *Puya raimondii* (83% de riqueza biológica) y sin mencionar el resto de fauna y flora asociada a la *Puya raimondii*.

Al respecto, la reducción de la biodiversidad genética, de especies y de ecosistemas es un gran problema que está ocurriendo en el Perú siendo este uno de los 10 países más diversos del planeta. Aquella biodiversidad es uno de los pilares fundamentales en la economía del país, siendo un sostén preponderante en gran parte de la población, además de múltiples servicios ambientales en términos de recursos hídricos, edáficos y eólicos (Matteucci, 2012). En el caso de la *Puya raimondii*, esta especie ha sufrido grandes amenazas, principalmente debido a las actividades económicas de las poblaciones características de estos tipos de ecosistemas, tales como la agricultura o ganadería. La agricultura actualmente constituye la principal actividad económica que arrasa con la puya de Raimondi, debido a que gran parte del rebaño de animales se quedan incrustados entre las peligrosas espinas de la parte vegetativa de la puya, el cual

propicia a su rápido exterminio por parte de los comuneros locales. Esta especie endémica, sin embargo, presenta una gran variedad de usos que no son conocidos por algunas poblaciones de la sierra del Perú, pudiendo aprovechar todas las partes de esta planta, dándole un adecuado manejo sostenible y logrando una concientización de su verdadero valor.

Un aspecto fundamental a estudiar sobre las plantas en general son sus exudaciones vegetales, dado que su conocimiento y aprovechamiento ha sido un trabajo muy importante para el desarrollo humano tras el empleo de las mismas, mejorando así su domesticación y manejo. En el reino vegetal existen distintas secreciones o metabolitos exudados tales como las gomas, resinas, látex, entre otras; que siguen siendo aprovechadas por sus propiedades, de diversas maneras. Entre los principales usos que se les dan a estas sustancias se destacan sus usos en la industria, fuentes de neumáticos, calzados, guantes, como recubrimientos poliméricos, etc.; asimismo, en la fabricación de tintes, inciensos y estabilizadores de bebidas alcohólicas. En el Perú existen especies forestales cuyos exudados son utilizados, tales como la shiringa, el copal, el pino, entre otros. El uso de estos metabolitos, sin embargo, no está muy bien desarrollado, aunque se realiza aprovechamientos racionales de secreciones naturales, aunque aún existen secreciones de otras especies vegetales monocotiledóneas que no han sido estudiadas, entre ellas la de la *Puya raimondii*, sin embargo, se menciona que poblaciones rurales emplean esta secreción para el alivio de afecciones respiratorias, indicando algunas tales como gripe, tos, bronquitis y neumonía.

En base a lo explicado previamente, el presente estudio se desarrolló con el fin de caracterizar la planta de *Puya raimondii*, en el distrito de Cajamarquilla, en Huaraz, Ancash, Perú. Se estudió la exudación, savia, que fluye por la parte vegetativa, analizando el rendimiento la composición química de la sustancia e involucrando el uso tradicional que le han dado las comunidades locales de Cajamarquilla, Huaraz, Ancash. De esta manera se está contribuyendo con la información existente sobre el tema.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

II.1 Fisiología de plantas

La Fisiología Vegetal estudia el funcionamiento de las plantas, es decir, estudia lo que ocurre dentro de ellas y que las mantiene vivas. Al respecto, el funcionamiento se explica mediante la interpretación de leyes físicas y químicas que describen cómo las plantas tienen la capacidad de utilizar la energía de la luz para, a partir de sustancias inorgánicas, sintetizar moléculas orgánicas con las que construyen complejas estructuras que forman el cuerpo de la planta (Azcón y Talón, 2000). Asimismo, la fisiología explica cómo las plantas, a través de un programa de desarrollo endógeno, son capaces de reproducirse y cómo adaptan dicho programa a un ambiente especial de cada momento. Pero el aspecto más importante es cómo se integran dichos procesos en el espacio y en el tiempo y su modulación por el medio ambiente para llevar a buen término el desarrollo del organismo de la planta (Azcón y Talón, 2000).

La unidad funcional básica de las plantas, como en todos los organismos vivos, es la célula; por ello, el estudio de la fisiología de las plantas es, en gran parte, el estudio de la fisiología de las células de las plantas y su integración en el organismo. La gran diversidad ecológica de las plantas está directamente relacionada con la enorme variedad de formas, estructuras y funciones de las células individuales que las forman; esta diversidad hace difícil generalizar las características de una célula. Así, por ejemplo, se encuentran células del xilema que son bioquímicamente inactivas (muertas), aunque cumplen una importante función en el transporte del agua. Las células del floema, los elementos cribosos, son anucleadas y han perdido su sistema de membranas a excepción de la membrana plasmática, no obstante, están perfectamente adaptadas para permitir el transporte de nutrientes. Respecto a las células del parénquima, se consideran funcionalmente completas y son el tipo más común de células y constituyen aproximadamente el 80 por ciento del total de las células que forman la planta (Azcón y Talón, 2000).

Las plantas se clasifican, según la cantidad de cotiledones que presenten, en monocotiledóneas o dicotiledóneas; las plantas monocotiledóneas representan aproximadamente el 22 por ciento de las angiospermas y constituyen un linaje que apareció en las primeras etapas de la diversificación de éstas. Están muy bien definidas por un conjunto de caracteres macro y micromorfológicos y predominan en extensos ecosistemas, como las praderas y los humedales (Luceño y Bravo, 2013).

A manera de ejemplo se describe la estructura de una “semilla” de maíz (*Zea mays*), que en la realidad es un fruto, denominado carióspermo, endospermo, de tejido nutritivo, con células triploides (3N). Asimismo, el endospermo es utilizado cuando las semillas son plantadas y absorben abundante agua y poco a nada de cotiledón coleóptilo, la estructura que envuelve la plúmula de gramíneas y otras monocotiledóneas. En este caso el coleóptilo representa la primera hoja de la planta, coleorriza, es decir, es la estructura cerrada que protege a la radícula del embrión de las gramíneas (Uribe, 1991 citado en Chuncho et al. 2019). En la Figura 1 se observa la estructura del fruto-semilla del maíz y en la Figura 2 se muestran las diferentes semillas monocotiledóneas que existen en la naturaleza.



Figura 1: Estructura externa e interna del fruto semilla del maíz

Fuente: Chuncho et al. (2019).



Figura 2: Semillas de plantas monocotiledóneas

Fuente: Chunchu et al. (2019).

a) Transporte de materia orgánica por el floema

Con relación al producto conformado por sustancias sintetizadas en las hojas durante la fotosíntesis, el conjunto se denomina savia elaborada, que corresponde a una mezcla de azúcares (principalmente sacarosa), y otros metabolitos como aminoácidos, además de contener sales y agua (Margulis y Sagan, 2008, p.250).

Las más importantes fuentes de la planta son las hojas, que se lleva a cabo la fotosíntesis, mientras que los sumideros son los órganos en crecimiento, como los meristemas de tallos y raíces, o los tejidos de almacenamiento, como frutos, semillas y raíces (Margulis y Sagan, 2008, p.250). Además, el movimiento de la savia elaborada por el floema, se entiende a partir de la hipótesis de flujo a presión, el cual se basa en las diferencias de presión de agua existentes entre la fuente y el sumidero. En los sumideros, sin embargo, ocurre lo contrario: la salida de sacarosa del floema hacia los frutos, tubérculos o semillas, induce, a su vez, el acarreo de agua hacia estos órganos. El movimiento de sacarosa se ejecuta por transporte activo (Margulis y Sagan, 2008). “La diferencia de presión hidrostática, muy alta en el floema de la hoja y muy baja en los

órganos sumidero, hace que fluya la savia elaborada por la planta sin gasto de energía” (p.250).

En algunos sumideros, las reservas tienen la misma estructura química que el transporte de azúcar; ejemplos de ello son muchos frutos, los entrenudos de la caña de azúcar y la raíz napiforme de remolacha, que acumulan grandes cantidades de sacarosa. En otros casos, las sustancias acumuladas son diferentes de la forma de transporte, y pueden ser de menor peso molecular (como el azúcar de la vid) o de peso molecular más elevado (almidón en los tubérculos de la papa y en los cotiledones de muchas semillas) (Martínez, 2016).

El hecho de que, en ciertos casos, el transporte tenga lugar hacia órganos con una concentración de sacarosa superior a la de los órganos fuente (las hojas) demuestra que, más que la concentración, es la capacidad de acumular o tomar azúcares de los tubos cribosos el factor que determina que un órgano se comporte como fuente o como sumidero. Durante las etapas iniciales de su formación, todos los órganos actúan como sumideros, y su desarrollo depende de los carbohidratos que reciben del resto de la planta. Algunos órganos presentan un cambio en su conducta y se comportan como fuentes, constituyéndose en exportadores netos de carbohidratos. Otros órganos, por el contrario, no pasan nunca a fuente, son los llamados sumideros irreversibles, los frutos son un ejemplo característico de este comportamiento (Martínez, 2016).

El movimiento tangencial de los solutos en el tallo es posible por la existencia de interconexiones, denominadas anastomosis, que son especialmente abundantes en los nudos. Estas interconexiones permiten la transferencia lateral de sustancias entre haces conductores y tubos cribosos, lo que facilita el movimiento de un lado a otro de la planta. Usualmente, el transporte por las anastomosis es de pequeña cuantía, sin embargo, aumenta considerablemente cuando el transporte en sentido longitudinal es bloqueado por alguna sustancia (una lesión). Esta actividad es esencial para la supervivencia de las monocotiledóneas perennes (palmas), que no presentan crecimiento secundario y en las que el sistema conductor permanece funcional durante varias decenas de años, pues permite saltarse el bloqueo del transporte en una región del tallo (Martínez, 2016).

La fotosíntesis impone un límite al desarrollo de la planta, y los sumideros compiten por una disponibilidad limitada, aunque no fija, de fotoasimilados. Una reducción en el número de sumideros incrementa el transporte de sustancias hacia los restantes, y es la base de prácticas hortícolas como el aclareo o el despuntado. Por el contrario, la eliminación de flores y de los frutos en desarrollo incrementa la cantidad de metabolitos disponible para el desarrollo vegetativo de la planta y, de este modo, su velocidad de crecimiento y el porte de la planta. La distribución de la materia seca entre los distintos sumideros se denomina partición, parámetro de considerable importancia en la determinación de la productividad de las especies cultivadas (Martínez, 2016).

Si el vegetal adquirió la materia orgánica mediante la fotosíntesis se usa una materia orgánica para vivir, haciendo que esta materia orgánica entre en las mitocondrias de las células de toda la planta y en ellas se realice la respiración celular (Benítez, 2020).

II.2 Desarrollo de las Plantas

II.2.1 Metabolismo de las plantas

Todos los organismos poseen caminos metabólicos similares con los que sintetizan y utilizan un cierto número de sustancias químicas: azúcares, aminoácidos, ácidos grasos comunes, nucleótidos y los polímeros derivados de los (polisacáridos, proteínas, lípidos, ARN, ADN, etc.). (Allué, 2003). Este es el metabolismo primario y sus compuestos, que son esenciales para la supervivencia y correcto desarrollo de los organismos, llevado a cabo por los metabolitos primarios. Muchos organismos utilizan otras vías metabólicas que producen compuestos de los que se desconoce su utilidad, los cuales son los metabolitos secundarios y las vías para su síntesis y utilización comprenden el metabolismo secundario. Esas rutas metabólicas son causadas por el acervo genético del organismo en mayor grado que las rutas del metabolismo primario. En algunos casos, solamente son activadas durante estados particulares del crecimiento o durante períodos de condiciones adversas (déficit hídrico y nutricional, ataque, etc.). Aunque entre los organismos que presentan metabolismo secundario se encuentran bacterias, hongos, levaduras y animales, los vegetales son los organismos con mayor actividad y riqueza de metabolismo secundario. La línea divisoria entre el metabolismo primario y

secundario es muy imprecisa: hay varios oscuros aminoácidos que son ciertamente metabolitos secundarios, en tanto algunos esteroides tienen un papel fundamental en la mayoría de los organismos y deben ser considerados metabolitos primarios. Como se puede observar en la Figura 3 y Figura 4, la fuerte interconexión entre ambos metabolismos ayuda a incrementar esa confusión (Allué, 2003).

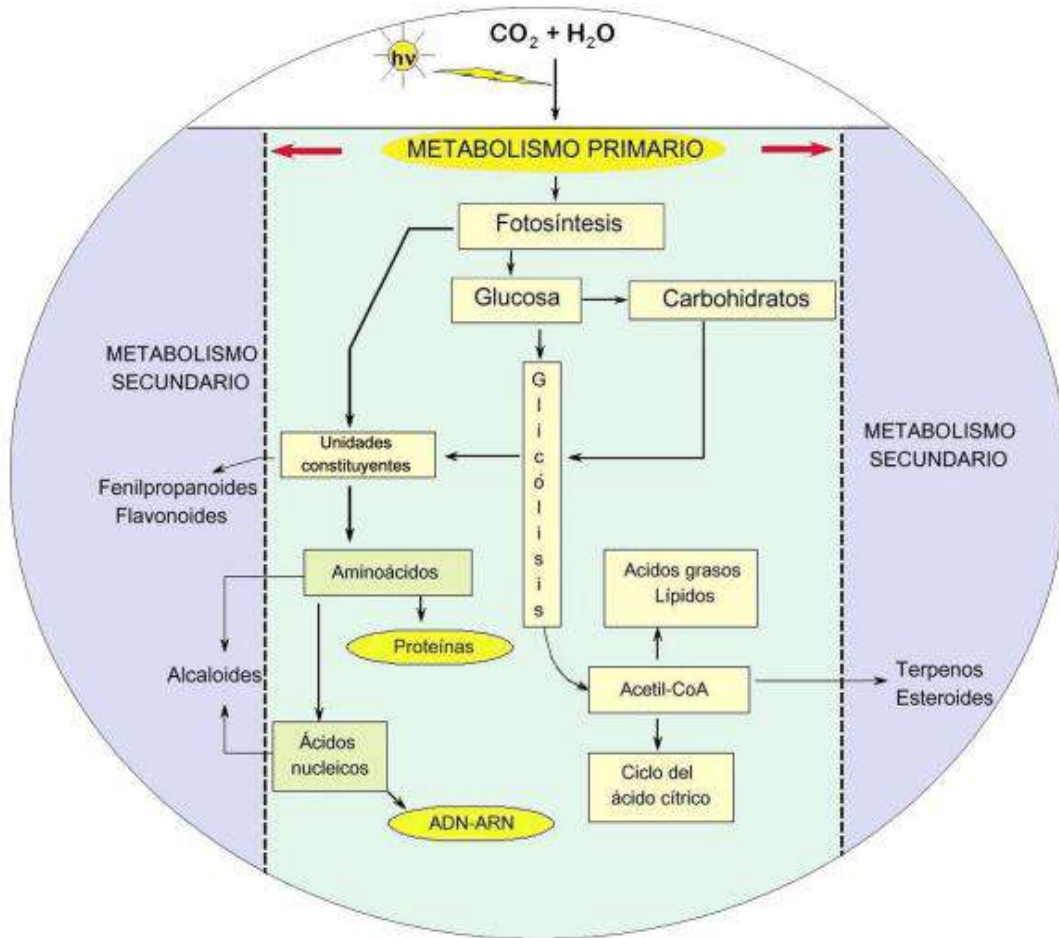


Figura 3: Elementos básicos del metabolismo primario en relación con el metabolismo secundario.

Fuente: Ávalos y Pérez (2009).

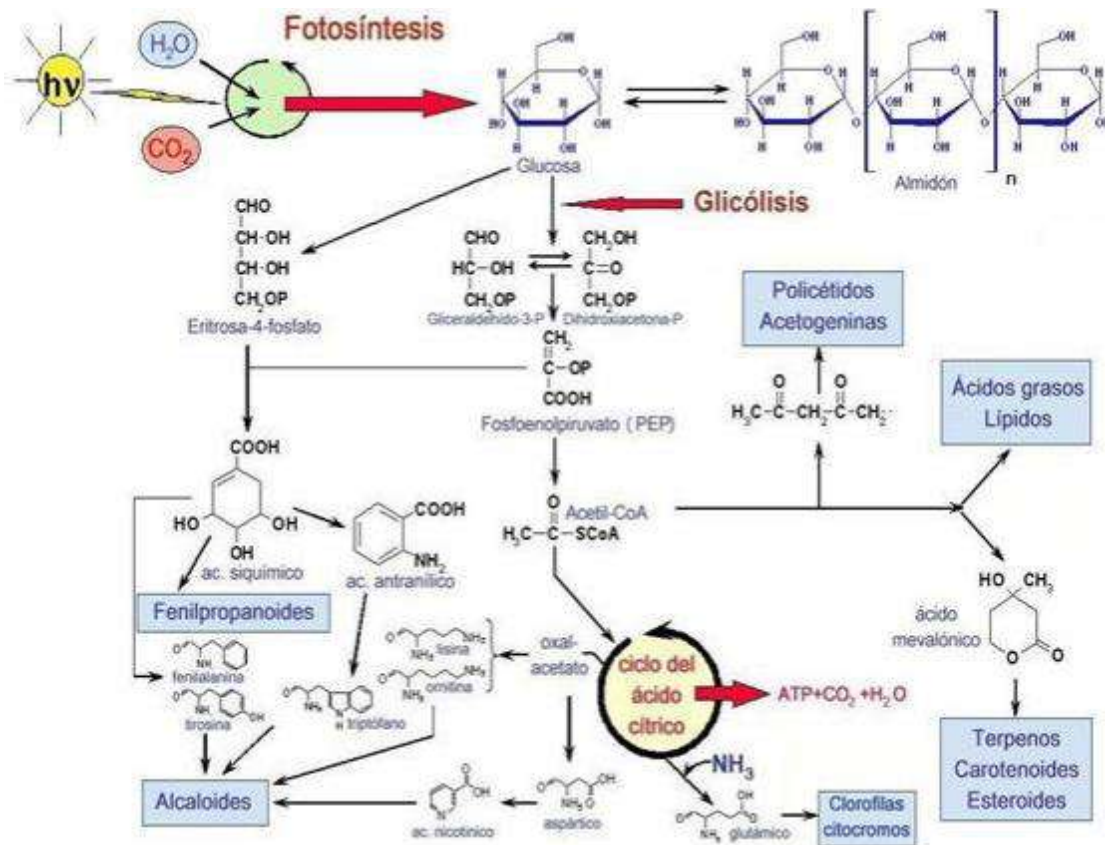


Figura 4: Origen de algunos metabolitos secundarios (alcaloides, fenilpropanoides y terpenos) en el metabolismo primario)

Fuente: Ávalos y Pérez (2009).

Asimismo, Margulis y Sagan, (2008) sostienen que las plantas también expulsan otras sustancias, como resinas, aceites esenciales, etc. Es de gran importancia saber la diferencia entre excreción y secreción; en la secreción la planta excluye sustancias, pero siempre con un significado fisiológico, mientras que en la excreción se descartan las sustancias inservibles para el organismo.

II.2.2 Factores que afectan la calidad de las plantas

Romero et al. (2007) mencionan que la obtención de producciones no es un hecho que se genere de forma espontánea en la naturaleza, sino que depende de la interacción de numerosos factores. Según DECCO (2019), estos factores se pueden clasificar en dos grupos:

1. Los extrínsecos: comprenden aquellos que son externos al material vegetal y pueden dividirse en ambiente y prácticas de cultivo. En el primero se engloban

aspectos relacionados con temperatura (heladas); humedad (HR, lluvia, rocío), climatología (granizo, viento); radiación (intensidad, longitud de onda), con respecto a los segundos hay que englobar: nutrición mineral, riego, patrón, poda, aclareo, tratamientos hormonales, ataque de insectos y microorganismos y modulación y control, de factores ambientales (invernaderos).

2. Intrínsecos: Están basados en las características de las plantas, entre los que se puede considerar los genéticos (especie, variedad y pautas de maduración, climatéricos y no climatéricos) y el estado de madurez (momento de la recolección).

La calidad morfológica de una planta hace referencia a un conjunto de caracteres tanto de naturaleza cualitativa como cuantitativa sobre la forma y estructura de la planta o alguna de sus partes (Ver Tabla 1). La mayoría se pueden caracterizar a simple vista o con mediciones bastante sencillas. Los atributos de tipo cualitativo se refieren a aspectos como la presencia de daños o heridas en las plantas, deformaciones radicales y tallos múltiples, entre otros. Dichos caracteres cualitativos han sido pensados para coníferas y algunas especies arbóreas planifolias; así, algunos de ellos no podrán ser considerados o requerirán de ciertas matizaciones para poder ser aplicadas a especies leñosas, especialmente las no arbóreas (Villar, 2003).

Los caracteres morfológicos de naturaleza cuantitativa que usualmente son empleados en el control de calidad de los lotes de plantas o en estudios científicos, son el tamaño de la planta o alguna de sus partes y la proporción entre ellas (Ver Tabla 1). La altura de la parte aérea y el diámetro en el cuello de la raíz, junto con los caracteres cualitativos, son los atributos generalmente considerados en la delimitación de la calidad cabal de los lotes de plantas empleados para algunas especies forestales (Villar, 2003).

Tabla 1: Atributos funcionales y tests empleados en el control de la calidad de los lotes de plantas forestales y en estudios científicos

Atributos morfológicos	Atributos fisiológicos	Atributos de respuesta
<u>Cualitativos</u>	Concentración de nutrientes	Potencial de formación de nuevas raíces
Plantas con heridas no cicatrizadas	Concentración de azúcares de reserva	Resistencia a las heladas
Plantas parcialmente o totalmente secas	Letargo de yemas terminales	Resistencia a la desecación (test de vigor de OSU ²)

Tallos con fuertes curvaturas	Fluorescencia de pigmentos fotosintéticos
Tallos múltiples	Liberación de electrolitos en raíces finas
Tallos con muchas guías	Conductancia estomática y tasa de fotosíntesis
Tallos y ramas con parada vegetativa incompleta	Termografía foliar por infrarrojos
Tallos desprovistos de una yema terminal sana	Emisión de compuestos volátiles inducidos por estrés
Inexistencia de ramificaciones o claramente insuficiente	Estima del vigor con colorantes vitales
Follaje reciente y cuello de raíz dañado	Concentración de clorofilas
	Potencial hídrico

Cuantitativos

Altura parte aérea

Diámetro del cuello de raíz

Masa aérea y radical

Esbeltez de los tallos (altura / diámetro)

Proporción entre la masa aérea y la radical

Índice de Dickson¹

Longitud de las yemas

1. El Índice de Dickson se define como $\text{Masa planta} / (\text{Altura} / \text{Diámetro}) + (\text{Masa aérea} / \text{Masa radical})$

2. Oregon State University. Nota: Tomado de Villar (2003).

II.3 Savia vegetal

II.3.1 Definición

La savia es la secreción de la naturaleza, referida más que todo a la sustancia mineral acuosa descendente por el floema. Algunas secreciones tienden a oxidarse en contacto con el aire, coloreándose de rojizo, pardo oscuro o negruzco (Ríos, 1990). Difiere de las demás secreciones por la consistencia del fluido: no es pegajosa, y cuando se oxida es de color marrón rojizo y se vuelve opaca (Särkinen et al., 2011).

II.3.2 Composición química

De Pereda y Martínez (1858) manifiesta que las secreciones y excreciones son actos por los cuales las plantas separan o forman de la savia elaborada o descendente productos necesarios para su nutrición.

Los elementos químicos principales son elementos orgánicos vegetales y son ternarios y cuaternarios. Son productos ternarios (C_{12} , H_{10} , O_{10}) la celulosa, fécula y dextrina, cuya

transformación mutua se determina por la acción de un producto azoado, que es la diastasa. También es un producto ternario análogo a la celulosa, pero con más carbono e hidrógeno. Son productos cuaternarios: la fibrina, albúmina y caseína vegetales, que reunidos constituyen el gluten (De Pereda y Martínez, 1858).

La sustracción del oxígeno, bajo la influencia de la luz, determina la formación de la clorofila o materia verde, el látex, los aceites y ceras vegetales; y la adición de igual elemento los ácidos vegetales; y la adición de igual elemento los ácidos vegetales. En las cortezas son comunes los alcaloides vegetales, quinina, morfina, etc., principios también cuaternarios. Las excreciones son productos no muy importantes para la nutrición vegetal; y pueden ser ácidas, volátiles, gomosas, ceras, etc., (De Pereda y Martínez, 1858).

II.3.3 Tipos de savia vegetal

Savia bruta: Las sales minerales y el agua forman la savia bruta, que tiene que recorrer grandes distancias a lo largo del xilema hasta llegar a las hojas, donde se realiza la fotosíntesis (De Pereda y Martínez, 1858). Cabe señalar que la savia bruta sirve de materia prima para realizar la fotosíntesis. (Alegría, 2016)

Savia elaborada: Los productos que se han sintetizado en las hojas durante la fotosíntesis se denominan savia elaborada, mezcla de azúcares (principalmente sacarosa), aminoácidos sales y agua (De Pereda y Martínez, 1858).

II.3.4 Usos y aplicaciones de las savias

La savia se ha empleado en varios países de Sudamérica para tratar la enfermedad pulmonar, por ejemplo, desde hace más de 20 años se conoce el uso de la savia en tratamiento medicinal, como es el caso de la tuberculosis (Segundo, 2014). Además, se ha comprobado que la savia protege de la quimioterapia el sistema linfático y eritroide (Fernández et al., 1997). Una explicación al uso medicinal la menciona Carvajal y Bonsak (2006) que manifiestan que la savia establece coacción ligando-receptor entre los receptores de la célula y los compuestos de la savia, siendo ingeridos rápidamente y

su respuesta estará atada de la cantidad de receptores ocupados y la velocidad con la que se asocie.

La Savia de *Musa acuminata* posee propiedades antibióticas, analgésico, antioxidantes y por sus componentes fenólicos permite la inhibición de la formación de radicales libres y degradación oxidativa de los lípidos, a su vez se atribuye su efecto antiinflamatorio a los antioxidantes presentes (Fernández et al., 1997). Esta savia tiene además la propiedad de ser potenciador de la inmunidad debido a que permite síntesis de las proteínas que forman parte de la membrana de los fagocitos (Carvajal, 2006). En otros casos la savia se aplica en picaduras de insectos y hemorroides y se bebe como febrífugo, antidiarreico, antihemorrágico y antinefrítico (Hurrel, 2008).

II.3.5 Caracterización de la savia

Valencia (1995 citado por Fontela, 2006) manifiesta que la caracterización alcanza todas aquellas técnicas que dirigen a la caracterización de un compuesto puro o varios en una mezcla. Además, añade que, cuando existen varios compuestos, se debe realizar un análisis cuantitativo de los componentes.

II.3.6 Propiedades

a. Densidad

Para Atares (2011) lo define como la masa de un volumen dado de un aceite esencial y su volumen, determinados a 20°C y a la densidad relativa como la relación entre la densidad del aceite a 20°C y la densidad del agua destilada a la misma temperatura.

b. Color

“El color es una propiedad importante por dos razones: su relación con otras propiedades químicas y físicas de alimentos (madurez, técnicas de procesamiento, condiciones de almacenamiento, etc.), y su fuerte influencia en las preferencias de los consumidores” (Paucar et al., 2015; pág. 286). Para medir el color en el presente estudio se utilizó el colorímetro y la tabla Munsell.

c. Índice de refracción

Según Paucar et al., (2015), el índice de refracción está basado en examinar la pureza. Se relaciona con su grado medio de instauración, y también es útil para observar el progreso de las reacciones tales como hidrogenación e isomerización

La determinación del ángulo de refracción se debe hacer a la temperatura detallada a 25°C. Esta constante física es empleada para la identificación y detección de impurezas en sustancias líquidas (Paucar et al., 2015). Además, sus valores oscilan entre 1,43 y 1,62 a temperaturas alrededor de 20°C, siendo un parámetro que revela la apariencia de sustancias extrañas (Paucar et al., 2015).

d. Solubilidad en etanol

De acuerdo a la Norma Técnica 319.084 (citada por Fontela, 2006) se forma el método de determinación de la solubilidad de aceites esenciales en diluciones de etanol. El principio del procedimiento se basa en que, a una temperatura de 20°C se adiciona gradualmente el aceite esencial, una solución acuosa de etanol de concentración adecuada y conocida y se observa el grado de solubilidad,

e. Índice de acidez

Paucar et al., (2015) menciona que es uno de los principales parámetros que destaca la calidad de vegetales. Se consideran valores normales de savia con PH entre 6 y 6.5 teniendo en cuenta el cultivo, hay excepciones donde valores de 5.5 se creen correctos.

II.4 Familia Bromeliaceae

II.4.1 Características

Son plantas herbáceas o epífitas, con el borde entero o armado de aguijones, compuesto por 3 sépalos y corola de 3 pétalos, asimismo, se han reportado en la familia aproximadamente 3 086 especies organizadas en 56 géneros (Luther, 2006), procedentes de Argentina y EEUU, el cual ocupan una extensa variedad de tipos de vegetación. Se ubican en altitudes que varían entre el nivel del mar hasta los 4200 metros de altitud, como son las especies del género Puya Molina (*P. raimondii*). Algunas variedades

mexicanas se mercantilizan por encima de los 3100 msnm, como *Tillandsia quaquaflorifera*, *T. violacea*, *T. oaxacana*, tal como se observa en la Figura 5 (Flores, 1998; Flores y Diego, 2005).



Figura 5: Tillandsia dasyliriifolia, fruto capsular y semillas con un coma

Fuente: Mondragón *et al.*, (2011)

Las bromelias, junto con las orquídeas, helechos, aráceas y gesneriáceas, forman el importante componente epífita vascular que favorece en gran medida a la alta variedad biótica en diferentes vegetales tropicales (Gentry y Dodson, 1987); asimismo, forman el hábitat de varias agrupaciones de animales y ayudan a la biomasa de la selva tropical, además, permiten adaptar con éxito al ambiente epífita, caracterizado por pulsos cortos de agua (Benzing, 1990).

II.4.2 Morfología

Las bromelias son plantas herbáceas que crecen sobre rocas, árboles y otras en cables, por lo general brotan del centro de la roseta y tienen una larga duración. Asimismo, éstas presentan varios tipos morfológicos casi únicas de la familia, como el de una estructura tipo “tanque”, hecha por el solapamiento de las bases de las hojas (ver Figura 6 y Figura 7). Luego, suelen acumular agua de lluvia que da forma a un hábitat permitiendo el desarrollo de varios insectos, ranas, serpientes, etc. La captura de agua ha podido observarse en especies de las tres subfamilias y en lugares donde la precipitación media anual sobrepasa los 1000 mm (Mondragón, *et al.*, 2011).



Figura 6: Tillandsia brachycaulos, creciendo sobre rocas y cables

Fuente: Mondragón *et al.*, (2011)



Figura 7: Neoregelia cruenta, una planta con “tanque”

Fuente: Mondragón *et al.*, (2011)

A nivel genérico, son de suma importancia los caracteres florales para definir especies, un ejemplo, es el color y la forma de los pétalos, así como el tamaño de las brácteas florales, entre otros (Gardner, 1982). Sin embargo, varios caracteres como la pubescencia a lo extenso del vegetal, el tamaño, hojas, escapos e inflorescencias, el número de ramas y flores, así como la coloración en las rosetas, son muy variables dependiendo de las condiciones ambientales (Flores, 1998; Flores y Diego, 2005).

II.4.3 Metabolismo

Las bromelias se localizan en una gran diversidad de hábitats y muestran características fisiológicas que les han permitido conquistar ambientes altamente restrictivos desde el punto de vista hídrico y nutricional. Una de ellas, es la presencia de metabolismo CAM, es una etapa de fijación de CO₂ que se realiza mayormente en la noche, impidiendo un desgaste de agua (Mondragón, *et al.*, 2011). Por otro lado, se han encontrado plantas con metabolismo C3, existiendo modificaciones morfológicas y anatómicas que también son exitosas. Otros aspectos, son la presencia de hojas suculentas con tejido almacenador de agua, el cual es mucho más desarrollado y complejo en las epífitas que en las terrestres, especialmente de los géneros *Tillandsia* L. y *Vriesea* Lindl. (Mondragón *et al.*, 2011)

II.4.4 Propagación

Las bromelias son fundamentalmente un conjunto de especies hermafroditas, sin embargo, algunos presentan sistemas de cruzamiento diferente y poco común como dioecia, andromonoica, monoecia y polygamomonoecia. Existen varios sistemas reproductivos en las bromelias, desde xenógamas necesarias por ser dioicas, como el caso de *Hechtia schottii* Baker (Ramírez *et al.*, 2008), hasta hermafroditas, pero auto-incompatibles, como *Tillandsia streptophylla*, y otras que muestran diferentes sistemas de polinización como xenogamia y autogamia, por ejemplo, *Tillandsia dasyliriifolia* (Ramírez *et al.*, 2008).

II.5 *Puya raimondii* Harms

II.5.1 Taxonomía

Según el sistema de clasificación de Cronquist, la *Puya raimondii* tiene las siguientes unidades taxonómicas; ver tabla 2.

Tabla 2: Clasificación taxonómica de *Puya raimondii* Harms

Clasificación	Nombre
Clase	Equisetopsida
Subclase	Magnoliidae
Superorden	Lilianae
Orden	Poales
Familia	Bromeliaceae

Género	<i>Puya</i>
Nombre común	Titanca, Cahua, Santón o Puya

Nota: Tomado de Trópicos (2017)

II.5.2 Descripción botánica

Grau et al. (2010) menciona que la *Puya* de Raimondi crece lentamente por muchas décadas hasta formar una enorme roseta de unos tres metros de altura; luego produce una inflorescencia con miles de flores, que se prolonga verticalmente y puede llevar la altura total de la puya hasta diez metros. Las flores fecundadas dan origen a cientos de miles de minúsculas semillas, después de producir las cuales la planta muere. Este comportamiento, consistente en la muerte del individuo al final del ciclo de floración, se conoce como monocarpia (por un fruto o carpo), contrario a la policarpiya, que se refiere al florecimiento y la fructificación varias veces en el transcurso de la vida de una planta.

El tallo de *Puya Raimondi* tiene una medida media de 8 a 12 m de altura y el diámetro se encuentra de acuerdo a su edad, el cual puede medir entre 4 a 6 m. Su contextura interna es fibrosa. La hoja que rodea al tallo es también fibrosa y tiene una disposición en roseta y con espinas en forma de gancho en los bordes y en el ápice (Rivera, 1985). La inflorescencia de esta especie es una panícula que alcanza hasta los 6 m de longitud, en una planta evaluada en Ancash se encontró un total de 700 racimos que la conformaban y en ellos 756 cápsulas. En esta misma planta se contabilizó 11 825 840 semillas en total (Cano et al., 2000). La Figura 8 muestra las partes de la *Puya raimondii* Harms, estas son: A) Hábito; B) Fragmento de una hoja; C) Fragmento transversales de la inflorescencia; D) Flor; E) Cápsula y F) Semillas.

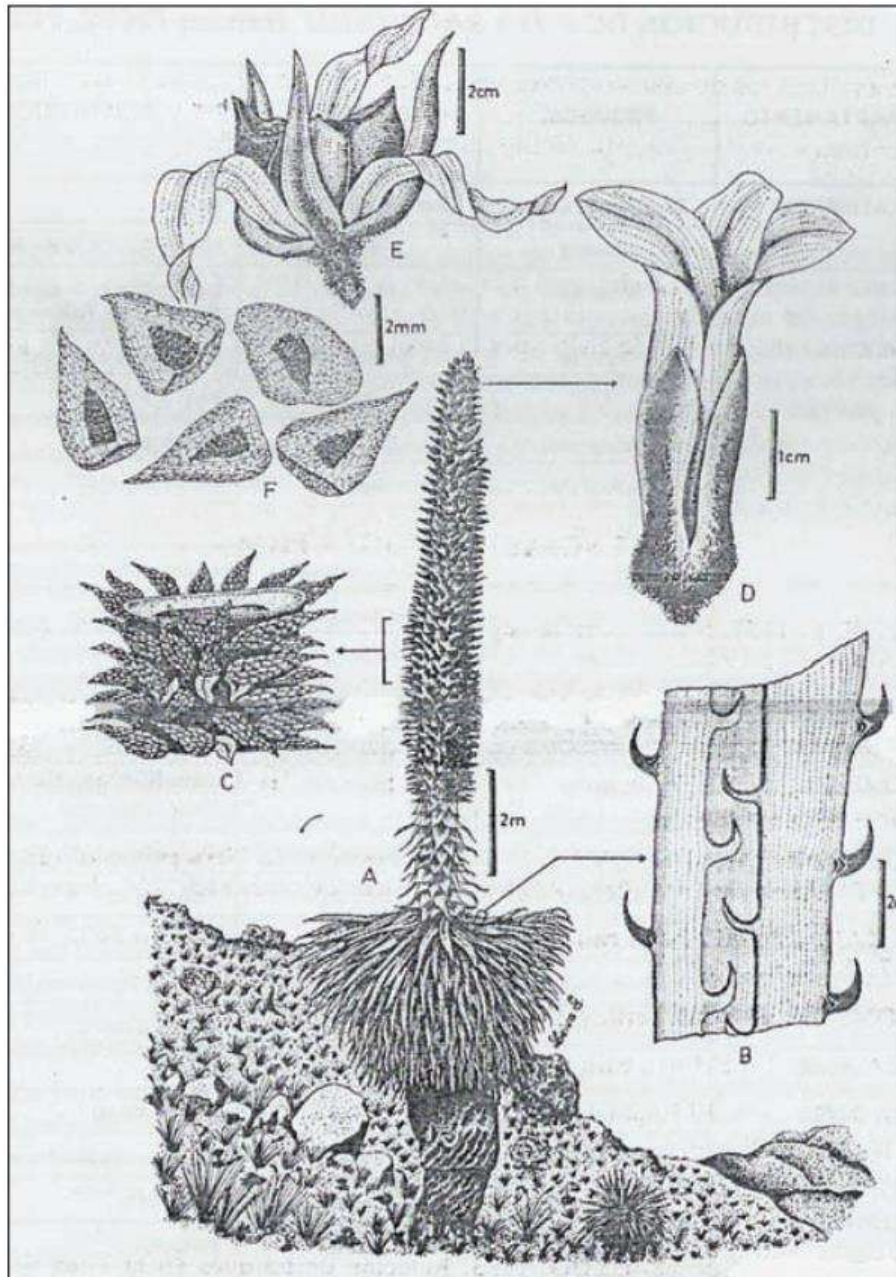


Figura 8: Puya raimondii Harms

Fuente: Leiva, Trillez y Lezama (1991)

Sobre su estructura interna se sabe que la lámina de la hoja presenta tricomas compuestos, en ambas superficies, en el envés se encuentran las estomas intercaladas con tricomas. Luego, la colénquima y los haces conductores se disponen hacia el envés, estando los últimos rodeados por varias capas de fibras esclerenquimáticas y limitadas por las células de la vaina. El mesófilo presenta una amplia zona de parénquima acuífero. La epidermis cuticular del haz presenta varias células suberificadas. Todas estas características mecánicas de la hoja le brindan una fuerte resistencia y rigidez a

esta especie; la presencia de tricomas permitiría la obtención de la humedad ambiental y contribuiría a reducir la pérdida de humedad por las estomas (Morales y Suni, 2003).

Las características de la semilla de *P. raimondii*, indican su naturaleza albuminosa predominantemente amilácea, permite su dispersión por el viento y retención de humedad durante la germinación y su permanencia en su medio natural. Además, esta semilla presenta dormancia superada con acondicionamiento de 2 meses a bajas temperaturas previo a la germinación, y que esta se incrementa notablemente con la luz (Suni, Cano, y Vadillo, 2001). Estos datos muestran la viabilidad de la semilla entonces por qué se ve pocas plantas pequeñas in situ. Otro aspecto importante es que es una planta semélpara, es decir que una vez que florece muere. Su periodo vegetativo varía desde 40 a 100 años o más (Suni et al., 2001).

II.5.3 Descripción de la planta

II.5.3.1 Tallo

Como se muestra en la Figura 9, la Puya está formada por un tallo que ocupa aproximadamente dos tercios de la planta misma, en la cual se lleva a cabo la forestación. El otro tercio está formado por el núcleo del cual se desprenden sus hojas largas y puntiagudas (Ramírez, 2000 citado en Condori, 2014).



Figura 9: Tallos de Puya Raimondii en la etapa de crecimiento, antes de florecer.

Fuente: Zavaleta (2017).

II.5.3.2 Follaje

Como se puede observar en la Figura 10, las hojas crecen como penachos verdes, en forma esférica, partiendo del tallo central, son duras y poseen espinas muy fuertes, vive en las más soleadas pendientes de la puna. (Ramírez, 2000 citado en Condori, 2014).



Figura 10: Follaje de *Puya raimondii* en estado juvenil

Fuente: Zavaleta (2017).

II.5.3.3 Inflorescencia

Ramírez (2000) citado en Condori (2014) menciona que la inflorescencia, puede alcanzar entre ocho y diez metros (la más grande sobre el planeta). Según los locales, florece cada 100 años, sin embargo, nuevas estimaciones refieren que sería entre 80 a 100 años, luego, su ciclo de vida concluye con la inflorescencia.

La *Puya raimondii* posee el récord de la inflorescencia más grande (flores en racimo en un eje floral). De más de 8.000 flores individuales (un racimo), puede alcanzar un diámetro de 2.4 metros y una altura de 10 metros. Esta inflorescencia permanece cerca de tres meses, durante el tiempo en el que es polinizada por los picaflores gigantes andinos. En Perú, se la puede ver en flor desde mayo. Dado este nivel de inflorescencia, a la mayoría de las plantas vistas no están en flor, y cuando florecen, tienden a hacerlo

en grupos y esto cada 3 o 4 años (Ver Figura 11). Se desconoce por qué sucede y también se desconoce su mejor época (Ramírez (2000) citado en Condori (2014)).



Figura 11: Inflorescencia de la *Puya raimondii*

Fuente: Zavaleta (2017).

II.5.4 Distribución

La *Puya raimondii* se halla en rodales a partir de pocos ejemplares a varios centenares, en los Andes del centro (La Libertad, Huaraz, Lima) y sur (Apurímac, Ayacucho, Cuzco, Junín, Huancavelica) del país y en Bolivia (Gómez y Miranda, 1998 citado por GORE La Libertad, 2011). Su rango altitudinal se halla entre los 3200 y 4800 msnm. En base al mapa ecológico del Perú (INRENA, 1995 citado por GORE La Libertad, 2011), se puede observar la zona de vida de Bosque Húmedo Montano y Páramo muy húmeda sub-tropical. La Figura 12 muestra el potencial del año 2020, de la distribución de la *Puya Raimondii*.

En el Perú hay cuatro áreas resguardadas que contienen a la puya: El Santuario Nacional de Calipuy (La Libertad), El Parque Nacional Huascarán, Reserva Paisajística Nor Yauyos Cochas, el Área de Conservación Regional Titankayoc (Ayacucho), con una superficie de 6 272,39 hectáreas (GORE-La Libertad, 2011). Asimismo, Dourojeanni y Tovar en 1988 citado por GORE-La Libertad (2011) sostiene que en el Perú específicamente en el sector Carpa (Ancash), el más antiguo es de 34 000 ejemplares en

un área de 1044 ha; luego se registró una población de 22512 individuos de *Puya raimondii* y la densidad calculada fue de 12,47 individuos/ha, lo que ha permitido ver que la población ha sufrido una baja durante los 10 últimos años. Por otro lado, en la Comunidad Campesina de Cajamarquilla (Ancash), los rodales de Puya de Llaquashpampa se extienden en 1736 has y poseen más de 23 915 puyas adultas (Mallqui, 2017).

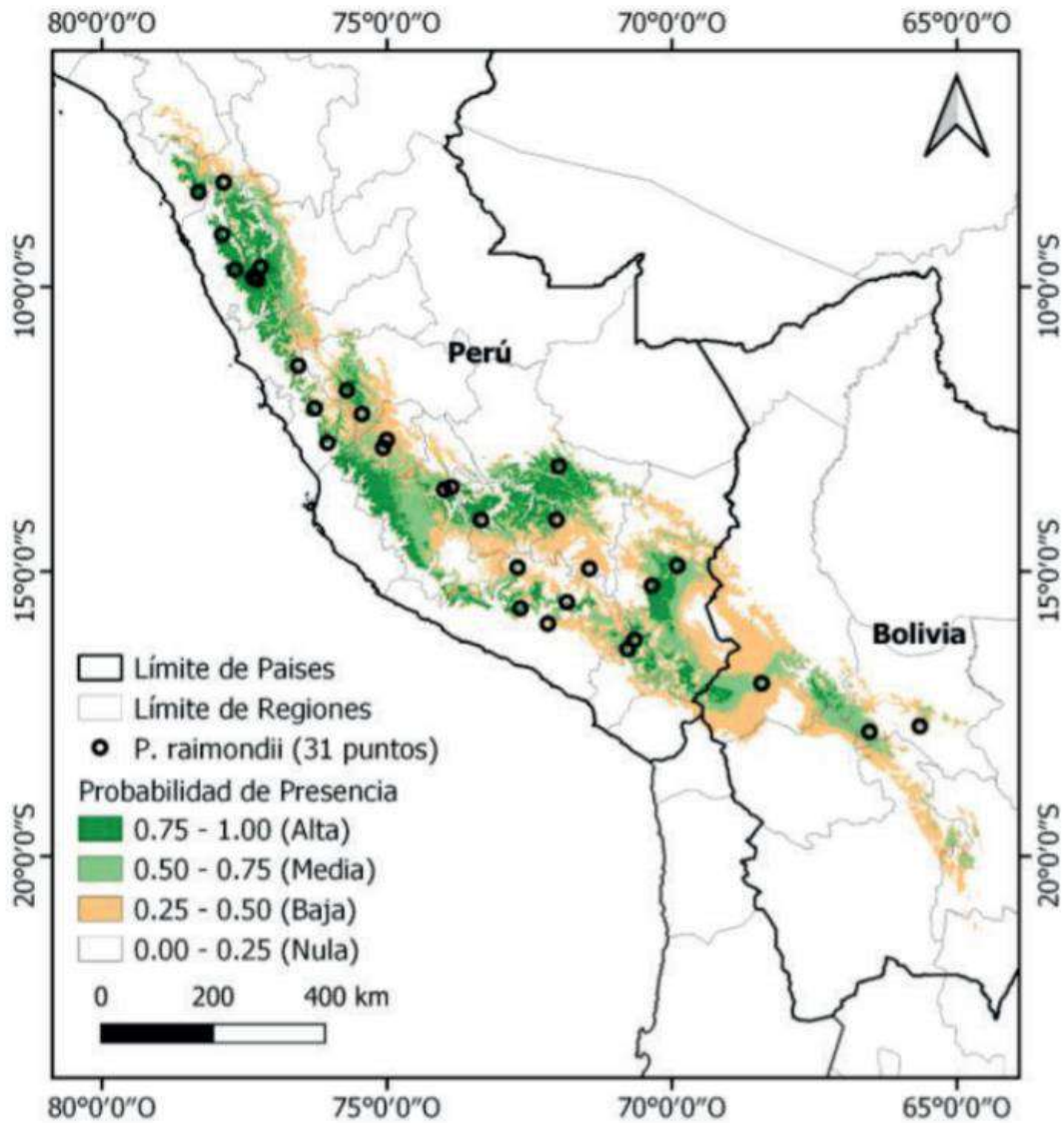


Figura 12: Distribución potencial actual de la Puya Raimondii en el Perú

Fuente: Quispe y Núñez (2020)

De acuerdo a Bonavia, 1996; Castro y Oviedo 2001 y Franke et al. 2005, citados por GORE-La Libertad (2011). En el santuario de Calipuy, la mayoría de las puyas están en estado juvenil, es decir sin inflorescencia aún, indicando un gran potencial biótico a desarrollar. Sin embargo, existen 130 391 individuos de *P. raimondii* en esta localidad,

donde 11 rodales de Apurímac abarcan un total de 101,5 ha, además contabilizaron 38 366 ejemplares de *P. raimondii* con predominio de plantas tiernas juveniles es decir menores de 50 cm de alto.

Condori (2014) menciona que la *Puya raimondii* es una planta que crece solamente en regiones aisladas con un suelo pedregoso y muy poco humus. Se la encuentra en las regiones altas del altiplano boliviano y peruano, mayormente en zonas de vientos fríos, Como un grandioso regalo de la naturaleza, esta inconfundible planta crece únicamente a los 3.800 metros sobre el nivel del mar.

II.5.5 Ecología de la especie

Cuantiosas especies de Puya se han adaptado a la nieve y a frecuentes temperaturas inferiores a 0° C; en elevadas alturas, sin embargo, en ausencia de nubes y viento la intensidad de los rayos solares calienta en forma significativa; entre las adaptaciones a esos factores se señala la existencia de una gruesa aislación del tallo de gran espesor, constituida por la base de la densa roseta de hojas, que se mantiene aún después de muerta. El eje que lleva las flores, sin embargo, carece de esa protección y usualmente su aislamiento está constituido por una combinación de hojas delgadas y una gruesa capa de pelos (Grau et al. 2010).

Grau et al. (2010) manifiesta que, el fuego ejerce una enorme acción sobre los ambientes y ha sido considerado uno de los factores que provocan daños en las poblaciones de Puya. En estas situaciones es frecuente ver individuos o poblaciones afectados, y también destruidos por el fuego; sin embargo, con frecuencia las características de succulencia y baja combustibilidad de esas plantas les permiten sobrevivir al fuego.

INAIGEM (2017) sostiene que la puya al ser una especie endémica de gran tamaño, con más de 10 mil flores y 12 M de semillas, atrae un gran número de especies polinizadoras, insectos mamíferos y aves, constituyendo un eslabón fundamental de la cadena trófica de la puna, lo que le proporciona un alto valor estético y científico.

En ambientes de altitudes elevadas, se encuentran poblaciones (“rodales”) de Puya, cuyas flores, con características ornitófilas presentan un néctar que constituye un importante recurso para las especies altoandinas de la familia Trochilidae (“picaflores”), la principal familia de aves nectarívoras del Neo trópico (Schuchmann, 1999 citado por Salinas et al., 2007).

II.5.6 Utilidad de la especie

Esta especie adorna los paisajes altoandinos, en especial por su inflorescencia, la más grande del reino vegetal (Leiva et al., 1991); además, es una planta de importancia para los pobladores andinos debido a que su floración es entendida por los campesinos como señal de un año próspero, lo que implicaría que es un indicador climático (Leiva et al., 1991). Asimismo, cada parte de la planta es utilizada, por ejemplo, el eje floral es transformado en bancos, mesas, repisas, jaulas para aves y también es usada en techos de casas y últimamente como decoración de paredes y ventanas; la resina de la planta es consumida para curar afecciones hepáticas y de asma (Gómez y Miranda 1998 citado por GORE-La Libertad (2011)). Las hojas de puya son colocadas alrededor de los corrales, como “cerco vivo” y por último, los troncos les sirve como combustible para elaborar “chicha” en las fiestas patronales. En el pasado tenía un uso cultural en ritos religiosos pues eran quemados en ceremonias especiales (Venero, 1984 citado por Vadillo et al. 2006). Por otro lado, según Arroyo et al. (2022) la secreción vegetal de la puya de Raimondi cuenta con uso medicinal el cual es empleada para curar afecciones respiratorias tales como gripe, tos, neumonía, bronquitis, entre otras.

II.5.7 Características físicas y químicas del néctar de la Puya de Raimondi

En la tabla 3, se observa algunas de las características físicas de la Puya de Raimondi, cuya planta forma parte de la familia de las bromeliáceas, cuya morfología es muy similar a la sábila o piña, y cuya madurez e inflorescencia lo alcanzaría entre los 80 y 100 años, comportamiento que se presentaría en algunas plantas que crecen en alta montaña, este periodo duraría 3 meses, al que se denomina monocárpico, que hace referencia a plantas que solo florecen una sola vez en su vida y luego mueren (Arroyo et al., 2022).

Tabla 3: Características físicas de la Puya de Raimondi

Característica	Detalle
Altura	Entre 8 y 15 metros (incluye la inflorescencia)
Color hojas	Verdes
Color flores	Amarillo pálido / Blanco cremoso / Verde blanquecino
Hojas	Alcanzan diámetro de 2 a 3 metros
Inflorescencia	Panícula que mide de 3 a 6 metros de altura / Duración 3 meses
Fruto	Cápsula 2.5 cm, color marrón oscuro
Semilla	Alada, triangular coriácea, ornamentada, marrón 3 a 5 mm / producción 12 millones de semillas

Fuente: Arroyo et al. (2022)

Tabla 4: Características químicas de la Puya de Raimondi (Néctar)

Característica	Detalle
Glucosa	86%
Fructuosa	9.80%
Xilosa	4.70%
Manosa	0.20%
Sacarosa	0.04%

Fuente: Arroyo et al. (2022)

Como se observa en la tabla 4, hay un predominio de la Glucosa (86%) y Fructuosa (9.8%) en el néctar de la Puya Raimondi. La presencia de xilosa implica que la polinización podría realizarse por mamíferos (Hornung-Leoni et al., 2007). No obstante, la concentración de azúcar en el néctar indica que los picaflores o colibríes serían los verdaderos polinizadores. Según Hornung-Leoni et al. (2007), la gran cantidad de néctar y su variada composición que tiene la Puya Raimondi indicaría que la especie actuaría como un oasis de néctar. Además, la presencia de xilosa en una planta de esta región del mundo es novedosa lo que daría pie a una nueva área de investigación.

II.6 Métodos de caracterización para la separación de mezclas complejas

II.6.1 Cromatografía

Para Sgariglia et al. (2010) comprende procesos en los que los componentes de una mezcla, disueltos en una fase móvil, se van desplazando con diferente velocidad a través de una fase estacionaria, a partir de ello se realiza una separación efectiva de solutos. A continuación, se presentan las distintas técnicas de cromatografía empleadas actualmente:

II.6.1.1 Cromatografía de adsorción

Para Corzo (2019) esta técnica se emplea en la separación de compuestos orgánicos diversos, tanto líquidos como sólidos. La fase estacionaria sólida retiene a los solutos, primordialmente por efecto de fuerzas físicas de superficie del tipo de Van der Waals.

II.6.1.2 Cromatografía HPLC

Para Sgariglia et al. (2010) es una técnica instrumental muy empleada en las distintas ciencias que ayuda a la separación, y determinación de los elementos químicos en mezclas complejas. Además, su aplicación incluye procesos que comprenden distintas técnicas, basadas en propiedades físicas y que guardan relación con las propiedades químicas. Con el progreso de la tecnología, las metodologías, técnicas o procedimientos se diversificarán y mejorarán su capacidad para resolver mezclas de distinta naturaleza.

II.6.1.3 Cromatografía de gases

Para Corzo (2019) esta técnica puede aplicarse al análisis de sustancias volátiles y térmicamente estables, asimismo es el estudio ambiental a través del control de la contaminación del aire, agua suelos, entre otros es un ejemplo del uso de esta técnica característica.

II.6.2 Espectroscopía de masas (MS)

Para Gutierrez et al. (2002) es una de las técnicas analíticas más completas que existen, utilizado en la investigación y en la industria comercial. Presenta algunas características principales como la de identificar de forma inequívoca los resultados, debido a que proporciona un espectro característico de cada molécula, y donde además se permite

medir la concentración de las sustancias. Actualmente se emplean algunos métodos característicos de la espectroscopia, los cuales se mencionan a continuación:

II.6.2.1 Espectroscopía infrarroja con transformada de Fourier (FTIR)

Para Pique et al. (2012) es el método por el cual se estudia la absorción o emisión de energía radiante originada por la interacción entre la radiación electromagnética y el material en estudio.

II.6.2.2 Espectroscopía de resonancia magnética nuclear (RMN)

Según Garcia et al. (2022) explica que es una técnica espectroscópica que se fundamenta en las propiedades magnéticas de los núcleos atómicos, en la que es indispensable la presencia de un campo magnético de varios teslas de magnitud para generar estados discretos de energía.

III. METODOLOGÍA

III.1 Localización del área de experimento

III.1.1 Ubicación

En el presente estudio se realizó la evaluación y colecta de muestras de exudados en la parcela de investigación establecida por el Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña (INAIGEM) situada en la Sub-cuenca Vado, Comunidad Campesina de Cajamarquilla, Distrito La Libertad, Provincia de Huaraz, en el Departamento de Ancash en Perú. La unidad de estudio se encuentra ubicado en las coordenadas 9° 37' 59" Latitud Sur 77°45'00" Longitud Oeste y posee una extensión de 20 ha y un perímetro de 1820 m .Por su parte el distrito de La Libertad quien tiene como capital a la comunidad de Cajamarquilla se encuentra en las vertientes de la Cordillera Negra que es parte integral del Callejón de Huaylas, asimismo se encuentra clasificado según el Mapa de Zonas de Vida de Holdridge en tres zonas de vida: Páramo muy húmedo Sub Alpino Tropical (pmh-SAT), Páramo húmedo Subalpino Tropical (pH-SAT) y Estepa Montano Tropical (e-MT). La Figura 13 muestra la ubicación de Cajamarquilla.

III.1.2 Clima

Según el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI, 2021) la provincia de Huaraz presenta un cielo mayormente con muy poca nubosidad en la mañana y tiempo agradable durante el día, con viento fuerte en algunas tardes; mientras que las noches son frías, y con moderada humedad atmosférica. Existe además una alta incidencia de radiación solar directa, con presencia de lluvias en algunas tardes y noches. Asimismo, el mes con la temperatura más alta es agosto (23.6°C); la temperatura más baja se da en el mes de julio (4° C); y llueve con mayor intensidad en el mes de marzo (165.6 mm/mes). (Figura 15).

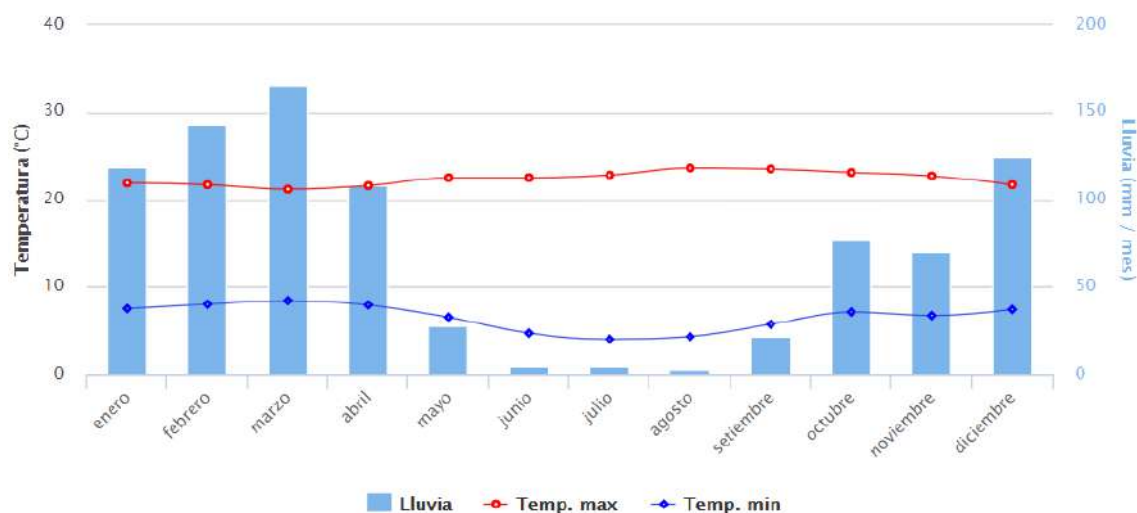


Figura 15: Temperatura promedio de Huaraz

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología

Según el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAHMI) para la estación de la primavera para el año (2017) en la provincia de Huaraz, el cielo es mayormente nublado, disperso durante el día. El tiempo es frío, con muy pocas lluvias en algunas tardes y/o noches. Los vientos fuertes ocasionales durante las tardes se presentan sobre los 4000 m.s.n.m. La temperatura máxima promedio es de 22° C y la temperatura mínima promedio alcanzada es de 2°C.

III.1.3 Fisiografía y Suelos

El territorio de la región Ancash presenta una morfología variada, de plana a accidentada, con gran variedad de paisajes naturales de montaña debido a la presencia

de la cordillera de los Andes (INDECI, 2003). INDECI (2003) manifiesta que los suelos se caracterizan por su baja fertilidad natural, deficiente en nitrógeno y escaso contenido orgánico, son poco profundos, inestables y susceptibles a la erosión hidráulica que tipifica a las extensas tierras en laderas inclinadas del espacio cordillerano de la región. Los suelos de importancia agrícola se caracterizan por su notable dispersión y fragmentación, apareciendo como angostas fajas a lo largo de los cursos de agua de los valles interandinos, producto del macizo andino que interrumpe la continuidad de la cubierta edáfica de buena calidad apta para fines agrícolas. Asimismo, en el lugar de investigación se encontró considerablemente un suelo pedregoso y de muy poco humus. Por su parte existen pendientes de moderados a muy fuertes y además lugares rocosos donde algunos rodales han prosperado en su desarrollo. La Figura 16 muestra el suelo de desarrollo de Puya de Raimondi en la parcela de investigación.



Figura 16. Vista de terreno en parcela de investigación.

III.1.4 Aspectos Socioeconómicos

En la estructura productiva de Ancash predomina la minería, manufactura y otros servicios, que contribuyen de manera conjunta con el 55 por ciento del VAB

departamental. Según la Encuesta Nacional de Hogares del 2010 aplicado por el 47.8 por ciento de la población empleada labora en el sector terciario, seguido del sector primario (37%) y el 15.2% restante en el sector secundario.

III.2 Materiales y equipos

III.2.1 Especie estudiada

Las muestras colectadas corresponden a la exudación de la especie *Puya raimondii* Harms, desarrolladas entre los 4041 a 4136 msnm, en la parcela de investigación Llaquashpampa en la Comunidad Campesina de Cajamarquilla, Huaraz, Ancash.

III.2.2 Materiales

A. Materiales de campo

- Botiquín de emergencia
- Cintas métricas
- GPS
- Lápices (2)
- Libreta de campo
- Mochila
- 20 táperes
- Cuchilla
- Machete
- Martillo
- Láminas metálicas (15)
- paquetes de bolsas plásticas (4)
- etiquetas plastificadas (50)
- Cintas de agua (4)

B. Materiales de Laboratorio

- Balanza electrónica AS.310 R2-Radwag con sensibilidad de 0,1 mg de precisión.
- Balanza analítica marca OHAUS, modelo AP105, capacidad máxima 200 g; sensibilidad 0,0001 g.
- Balanza analítica Miray con sensibilidad de 0,1 mg.
- Estufa eléctrica de calentamiento marca Heraeus, temperatura regulable de 0° a 300° C.
- Refractómetro marco ATAGO Código N-2E, Cat.No.2161, Rango de 0-20%.
- Polarímetro marca A. Kruss Optronic
- Cromatógrafo de gases (GC) marca Perkin Elmer Clarus 500 acoplado a un espectrómetro de masas (MS) marca Clarus 500, gas carrier Helio, columna Elite 5MS 30 X 0,25 X 0,25.
- Pera de decantación
- Crisoles (9)
- Desecador
- Picnómetro de 1 cm³ (9)
- Termómetro marca Traceable
- Buretas graduadas
- Tubos de ensayo
- Frascos y varillas de vidrio
- Propipeta
- Pinzas
- Papel Filtro
- Papel Aluminio
- Soportes universales
- Caja de cartón
- Etiquetas

III.3 Metodología

III.3.1 Lugar de Colecta

La materia prima fue colectada en la parcela de investigación Llaquashpampa correspondiente al Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de

Montaña (INAIGEM). En dichos lugares se eligieron 15 individuos al azar y representativos de la especie. En la figura 17 se aprecia un mapa con los puntos de colección de material vegetal para la parcela de investigación. La colecta se realizó al azar mas no de manera sistemática.

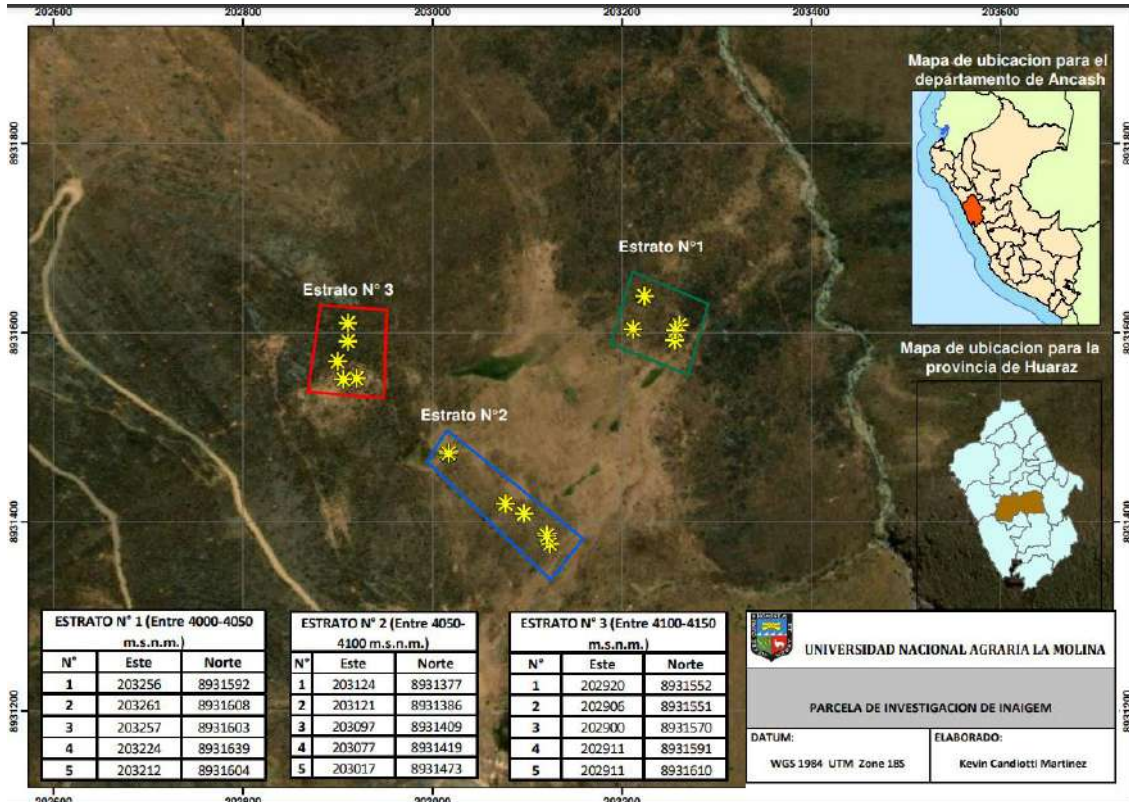


Figura 17: Mapa de parcela de investigación de Subcuenca del Vado- INAIGEM.

La materia prima fue colectada en dos estaciones del año, de enero a junio del 2018, meses que corresponden a la época seca y época lluviosa del año, mencionar además que todos los individuos evaluados ya cumplieron su ciclo de floración. Se adoptó un experimento donde se tomaron las variables independientes que se señalan a continuación:

Tabla 4: Variables independientes escogidas para el diseño experimental

Altitud (msnm)	Época de colecta (meses)
Entre 4000-4050 msnm	Enero – Febrero
Entre 4050-4100 msnm	Marzo – Abril
Entre 4100-4150 msnm	Mayo – Junio

Como resultado de este experimento, se obtuvieron 9 unidades muestrales, para ello fue necesario realizar el cálculo para la necesidad de variables puesto que cada muestra perteneció a un estrato altitudinal y a una época de colecta. Para la obtención de la exudación, se empleó un corte en la base del individuo con una profundidad de 0.3 m y un ancho de 0.2 m y en donde se esperó que el individuo secrete de manera natural la savia sin el empleo de algún estimulante, pues la intención de realizar esta técnica, es la de causar el menor daño al individuo, y que pueda seguir con su ciclo de desarrollo, debido a que esta especie se encuentra amenazada siendo necesaria su conservación.

Tabla 1: Codificación de las variables independientes en las unidades muestrales

Variable Altitud	Variable Época colecta	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
	Código	(E)	(F)	(M)	(A)	(M*)	(J)
Entre 4000-4050 msnm	(1)	EF-1		MA-1		M*J-1	
Entre 4050-4100 msnm	(2)	EF-2		MA-2		M*J-2	
Entre 4100-4150 msnm	(3)	EF-3		MA-3		M*J-3	

III.3.2 Evaluación de la Parcela de Estudio

De acuerdo al INAIGEM (2017), la parcela de investigación en bosque relicto de Puya de Raimondi en Cajamarquilla presenta una extensión de 20 hectáreas con un aproximado de 280 individuos (Mallqui, 2017), los cuales se encuentran distribuidas de manera heterogénea.

La población estuvo compuesta por 9 muestras de exudación en la parte vegetativa de la Puya de Raimondi. El Diseño de experimentos es un diseño completamente aleatorio (DCA) de un factor. El factor fue el estrato altitudinal donde crece la especie o la época

de colecta de la exudación. El número de repeticiones por cada factor o tratamiento fueron 3 muestras.

Asimismo, el Instituto de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña (INAIGEM, 2017) señaló el año 2017 ha sido particularmente favorable para la floración de esta especie debido al fenómeno natural de El Niño. Asimismo, sostienen que las quemas de puyas por parte de la población cercana han disminuido considerablemente. En general, el bosque de puyas presenta en su mayoría individuos adultos, seguido de jóvenes y viejos. La altura de los ejemplares no supera los 15 m.

Luego de la identificación de la parcela perteneciente a la especie en estudio, se delimitó con rafia cada una de los individuos, y posteriormente, se registraron las dimensiones (DAP, altura) y las características fenotípicas (sanidad, vigor) de cada puya. Seguidamente, en función de los parámetros antes mencionados, se procedió a seleccionar los mejores individuos hasta completar con la muestra de 9 puyas (designados para el ensayo de colecta natural).

III.3.3 Obtención de la Exudación

A continuación, se describen los pasos que se realizaron para la obtención de la exudación:

A. Selección de los individuos

Se seleccionaron los individuos que cumplan con las variables señaladas, luego de ello se realizó un marcado de las plantas con una cinta visible y de un color llamativo. Además, se debe mencionar que todos los individuos seleccionados han cumplido su ciclo de floración.



Figura 18. Selección de individuos de *Puya raimondii*

B. Preparación de la planta para la colecta

Se realizó una limpieza del área de trabajo, luego de ello se procedió a efectuar el corte en la base de cada uno de los individuos evaluados, con un ancho de corte de 20 cm y una profundidad de corte de 30 cm, y en dónde se empleó una lámina metálica con las mismas dimensiones mencionadas anteriormente de tal manera que sirva como depósito una vez secretada la savia, esto debido a que pueda ser extraída fácilmente y se evite realizar cortes de mayores daños para los individuos, y a partir de ello poder luego colocarlos en los recipientes etiquetados. Recordar que se realizó una colecta en vida, es decir sin ocasionar la muerte al individuo, y en donde se trató de realizar la menor afectación a cada uno de ellos para que puedan proseguir con su desarrollo respectivo, A partir de ello se realizó una limpieza de agentes en el interior del corte de la puya como: polvo, insectos, etc., de tal manera que la secreción evite contaminarse más.



Figura 19. Corte con equipo motosierra a cada uno de los individuos muestreados.



Figura 20. Medida de las dimensiones de corte.



Figura 21. Vista interior del corte realizado para la colecta de la secreción.

C. Colecta de savia, Transporte y Almacenamiento

Con la ayuda de recipientes, se procedieron a colectar las exudaciones de las 9 puyas respectivas, de los tres estratos altitudinales, para ello se emplearon paletas metálicas totalmente descontaminadas que permitan que la secreción no obtenga algún agente que luego puede dañar el estudio; cabe señalar que se colectó la exudación secretada en forma natural por los individuos, no se hicieron cortes para la obtención de la secreción. Asimismo, fue evaluado el tiempo de colecta cada vez mensualmente durante seis meses seguidos (enero a junio del 2018) en donde se colectó la exudación en un área de 0.06 m^2 por individuo y en donde se midió inmediatamente el peso de las exudaciones resultantes.



Figura 22: Obtención de exudación de *Puya raimondii* en parcela de Investigación Llaquashpampa



Figura 23. Ubicación de la exudación en la parte vegetativa de la *Puya de raimondii*.

Finalmente, se realizó un etiquetado de los recipientes, en donde además se registraron las características de cada uno de los individuos (ver sección 3.4.1 y 3.5.1), así como del lugar donde se encuentran.



Figura 24. Recipientes de exudación debidamente etiquetados.

Las muestras fueron refrigeradas para evitar la exposición al medio ambiente, de tal manera que se evite su contaminación. El material fue debidamente codificado y enviado al área de Transformación Química de la Facultad de Ciencias Forestales de la UNALM; una vez en el laboratorio, la materia prima fue acondicionada, y posteriormente triturada para evaluar el contenido de humedad de cada muestra obtenida. Se tomó la muestra de resinas por duplicado, para la determinación del contenido de Humedad según la Norma Técnica Peruana 251.010. En la figura 25 se muestra el flujograma de actividades realizadas.

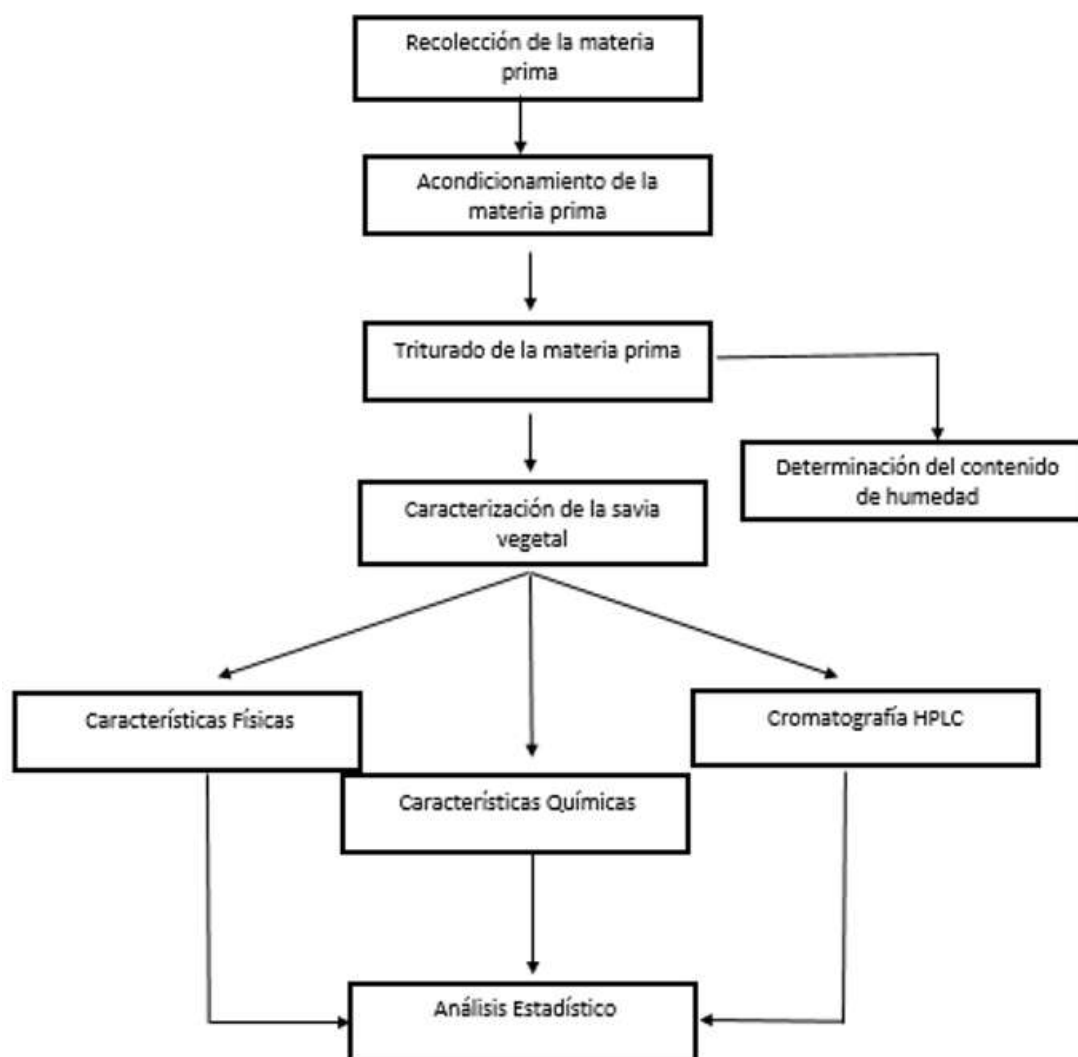


Figura 25: Flujograma de actividades realizadas en la investigación

III.4 Colección de la exudación

III.4.1 Rendimiento (Evaluación de la producción por mes)

Para la determinación del rendimiento de la exudación se empleó la siguiente fórmula:

$$\text{Rendimiento de la exudación (\%)} = \frac{\text{Peso de la exudación(g)}}{\text{Peso seco de la muestra (g)}} * 100$$

III.5 Ensayos de laboratorio

III.5.1 Ensayos Físico-químicos

Las muestras extraídas se sometieron a los siguientes ensayos de laboratorio:

A. Contenido de Humedad

Se determinó el contenido de humedad según la Norma Técnica Peruana NTP 251.010: 2014; los resultados se expresan en porcentaje (%) (Anexo 17).

B. Densidad

Según la Norma Técnica Peruana NTP 319.081:1974 Es expresada en g/ml. (Anexo 18).

C. Índice de Refracción

Según la Norma Técnica Peruana NTP 319.075: 1974. El índice de refracción se expresa por un número con cuatro decimales (Anexo 19).

D. Determinación de Color

Según las especificaciones de la Naval Stores Production in China (1996) a través de la designación del grado de color, considerando los matices de la Tabla Munsell para tejidos vegetales. (Anexo 22)

E. Índice de Acidez

Según la Norma Técnica Peruana NTP 209.005. El resultado se expresa como el % del ácido predominante en el material (Anexo 20).

F. Solubilidad

Según la Norma Técnica Peruana NTP 319.084: 1974. Se expresa en porcentaje de soluto o en unidades como moles por litro o gramos por litro. (Anexo 21)

III.5.2 Análisis Estadístico

Diseño experimental

En la investigación realizada, se elaboró un diseño completamente al azar (DCA) para cada factor evaluado: el estrato altitudinal donde crece la especie y la época de colecta de la exudación.

- Estrato altitudinal donde crece la especie, con tres niveles de factor:
 - A: 4000 – 4050 m.s.n.m.
 - B: 4050 – 4100 m.s.n.m.

C: 4100 – 4150 m.s.n.m.

- Época de colecta de la exudación, con tres niveles del factor:

X: Enero – Febrero

Y: Marzo – Abril

Z: Mayo – Junio

Modelo Aditivo Lineal

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Rendimiento obtenido con el i-ésimo estrato altitudinal o con la i-ésima época de colecta del exudado y con la j-ésima repetición.

μ = Es el efecto del rendimiento promedio general.

α_i = Es el efecto de la i-ésimo estrato altitudinal o de la i-ésima época de colecta del exudado. $i=1, \dots, t$

ε_{ij} = Es el efecto del error experimental obtenido con el i-ésimo estrato altitudinal o con la i-ésima época de colecta del exudado y con la j-ésima repetición.

Tabla 6: Estructura de datos para un ANOVA

Réplicas	Niveles del factor			
	1	2	3	
1	Y_{11}	Y_{21}	Y_{31}	
2	Y_{12}	Y_{22}	Y_{32}	
3	Y_{13}	Y_{23}	Y_{33}	
Total	$Y_{.1}$	$Y_{.2}$	$Y_{.3}$	$Y_{..}$
Observaciones	r_1	r_2	r_3	n
Promedios	$\underline{y}_{.1}$	$\underline{y}_{.2}$	$\underline{y}_{.3}$	$\underline{y}_{..}$

Análisis Estadístico

Análisis de varianza (ANOVA)

Además de evaluar el efecto del estrato altitudinal o de la época de colecta sobre el rendimiento del exudado, el análisis de datos consistió también en comparar las características físicas (densidad relativa contenido de humedad, parámetros dasométricos diámetro y altura) y químicas (acidez e índice de refracción) de la exudación de la parte vegetativa de *Puya raimondi* entre los diferentes niveles de altura

y época de colecta. Para la comparación de las variables cuantitativas se utilizó el análisis de varianza.

La prueba de hipótesis es:

Ho: No hay diferencias entre el rendimiento promedio de los diferentes grupos.

$$\mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu$$

Hi: Al menos un rendimiento promedio es significativamente distinto a las demás.

En otras palabras:

Ho: Ningún nivel produce un efecto sobre el rendimiento promedio.

Hi: Al menos un nivel produce un efecto sobre el rendimiento promedio.

Prueba Chi cuadrado

Para comparar la característica física color (variable cualitativa) de la exudación de la parte vegetativa de *Puya raimondi* entre los diferentes niveles de altura y época de colecta se utilizó la prueba Chi cuadrado. El nivel de significancia fue del 5%.

Presentación de resultados

Para la presentación de resultados se realizaron tablas bivariadas y figuras (entre ellas el gráfico de medias y el diagrama de columnas apiladas).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 7, se presentan los resultados de las características físico químicas de las muestras de exudaciones de *Puya raimondii*: los valores de las características físico químicas de los exudados, en función de los parámetros en estudio son presentados en la tabla.

La evaluación de los resultados obtenidos en función de los parámetros dasonómicos, altitud del lugar, época de colecta, así como la evaluación de las características físico-químicas fueron evaluadas mediante análisis de variancia (ANOVA). Asimismo, como criterio para esta investigación se acepta un p value de hasta 0,3.

IV.1 Parámetros dasonómicos (diámetro y altura de planta)

IV.1.1 Parámetros dasométricos de la Puya de Raimondi entre las diferentes altitudes.

En la tabla 8, se presentan los valores de diámetro y altura de las plantas de *Puya Raimondi*, evaluadas en la zona de investigación Llaquashpampa en tres pisos altitudinales.

Tabla 7: Resultados de características físico químicas de muestras de Puya raimondii

N° muestra	Altitud (m.s.n.m.)	Época de colecta (meses)	Densidad (g/ml)	Densidad Relativa (g/ml)	Contenido de humedad (%)	Índice de Acidez	Índice de Refracción	Color Sistema Munsell	Color	Solubilidad en etanol	Solubilidad en agua	Rendimiento (%)	Azúcares Totales (g/100g)
1	4000-4050	Ene-Feb	0.050	0.050	0.135	0.6	1.347	7.5YR 7/10	Amarillo naranja	No	Sí	133.940	<0.1
2	4050-4100	Ene-Feb	0.042	0.042	0.138	0.2	1.370	7.5YR 7/8	Amarillo naranja	No	Sí	131.322	<0.1
3	4100-4150	Ene-Feb	0.036	0.036	0.151	0.3	1.339	7.5YR 7/10	Amarillo naranja	No	Sí	154.326	<0.1
4	4000-4050	Mar-Abr	0.017	0.017	0.171	0.8	1.331	7.5YR 8/6	Naranja	No	Sí	140.202	<0.1
5	4050-4100	Mar-Abr	0.053	0.053	0.178	0.4	1.333	7.5YR 7/6	Naranja	No	Sí	154.391	<0.1
6	4100-4150	Mar-Abr	0.048	0.048	0.176	0.3	1.331	7.5YR 7/6	Naranja	No	Sí	138.614	<0.1
7	4000-4050	May-Jun	0.054	0.054	0.156	0.3	1.330	7.5YR 6/10	Naranja	No	Sí	148.972	<0.1
8	4050-4100	May-Jun	0.050	0.050	0.151	0.2	1.332	7.5YR 6/10	Naranja	No	Sí	149.487	<0.1
9	4100-4150	May-Jun	0.127	0.127	0.269	0.4	1.328	7.5YR 5/8	Marrón	No	Sí	147.670	<0.1

Tabla 2: Parámetros dasométricos de *Puya raimondii*: diámetro (mm) y altura (m) de *Puya raimondii* según altitud (m.s.n.m.) del lugar de colecta: Llaquashpampa, Ancash

	Altitud (m.s.n.m.)			p*
	A	B	C	
	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	
Diámetro (mm)	510 ± 52	506,7 ± 11,5	503,3 ± 20,8	0,970
Altura de planta (m)	12,7 ± 1,5	13,7 ± 0,6	14,7 ± 1,5	0,244

* Análisis de varianza. *p value* o valor de error

A: 4000-4050 m.s.n.m., B: 4050-4100 m.s.n.m., C: 4100-4150 m.s.n.m.

\bar{x} : Promedio, SD: Desviación estándar. La prueba estadística convencionalmente usa el 95% de confianza, lo que significa que el valor promedio se encontrará dentro de un intervalo de confianza de 95%.

El análisis estadístico de los resultados, de la tabla 8, demuestra que no hubo influencia de la altitud del lugar sobre los valores del diámetro ($p=0,970$), sin embargo, indica que si hubo influencia sobre los valores de altura de la planta ($p=0,244$) de la *Puya Raimondi*. Del análisis realizado se afirma que el diámetro y la altura promedio de las plantas estudiadas son estadísticamente similares.

Al observar el gráfico, figura 26b, sin embargo, en el caso de la altura, con un valor de probabilidad (*p value*) de 0,244, se considera que el 75,6 por ciento de la variabilidad (R^2) de los resultados de la altura de la planta se relacionan, en forma directa, con la altitud y 24,4 por ciento a otros factores. En la figura 26a se observa una relación ligeramente inversa con el diámetro de la planta.

La aparente relación directa de los valores de altura de la planta con la altitud del lugar podría explicarse por las condiciones favorables para la *Puya Raimondi*, de suelo pedregoso y con poco humus, tal como lo menciona Grau (2010), además se debe mencionar que la parcela de investigación presenta mayor pedregosidad en ciertas áreas del terreno, sobre todo en las partes bajas, esto podría ser un factor que influye en la variación de la altitud. Los factores antes mencionados benefician en mayor proporción a las plantas de esta especie, considerando el efecto de precipitaciones y el clima templado frío, correspondiente a una región húmeda, del ecosistema de pajonal de puna húmeda según el Mapa Nacional de Ecosistemas del Perú (2019). Asimismo, en este ecosistema se presentan precipitaciones de 300 a 700 mm aproximadamente con una

temperatura mínima entre 7° a 11°C y una máxima de 21° a 25°C según el Mapa Climático del Perú (2020).

Respecto al diámetro, según Grau (2010), no se encontró una influencia importante de la variable altitud; sin embargo, el diámetro de la planta puede estar influenciado principalmente por el contenido orgánico del suelo y la luz solar, aunque la puya no requiere de un suelo rico en materia orgánica, y esto se certifica con la evaluación en campo, en donde se ha podido ver en otras parcelas de investigación cercanas, con diferente cantidad de materia orgánica que existe un mayor desarrollo de crecimiento del diámetro de los individuos de *Puya raimondii*.

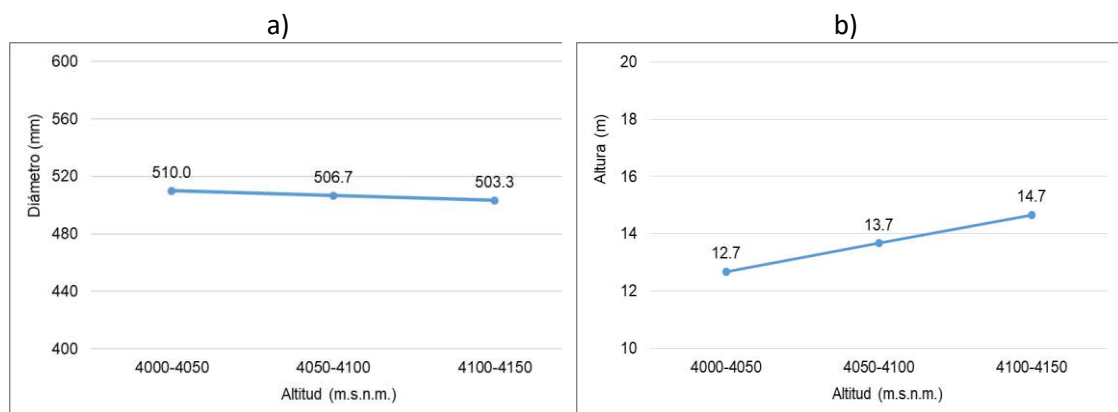


Figura 26: Comparación de medias del diámetro de Puya Raimondi con altura según altitud

IV.1.2 Comparación de los parámetros dasométricos de la Puya de Raimondi entre las diferentes épocas de colecta en Llaquashpampa, Ancash.

En la tabla 3, se presentan el análisis estadístico de los valores de diámetro y altura de las plantas de Puya Raimondi, evaluadas en Llaquashpampa en función de la época de colecta.

Tabla 3: Parámetros dasométricos de Puya Raimondi: Diámetro (en mm) y Altura (en m) según épocas de colecta en Llaquashpampa, Ancash

	Época de colecta (meses)			p*
	X $\bar{x} \pm SD$	Y $\bar{x} \pm SD$	Z $\bar{x} \pm SD$	
Diámetro (mm)	490 ± 36,1	506,7 ± 30,6	523,3 ± 15,3	0,418

Altura (m)	14 ± 1	14,3 ± 1,5	12,7 ± 1,5	0,355
-------------------	--------	------------	------------	-------

* Análisis de varianza. *p value* o valor de error

X: Enero – Febrero, Y: Marzo – Abril, Z: Mayo – Junio

\bar{x} : Promedio, SD: Desviación estándar

El análisis estadístico de los valores de la tabla 9, muestra que no hubo diferencias del diámetro y altura promedio de la Puya de Raimondi entre las distintas épocas de colecta. En la evaluación de estos parámetros, las pruebas resultan no significativas, por lo que se afirma que los valores de diámetro y la altura promedio, de las plantas evaluadas, son estadísticamente similares en las distintas épocas de colecta.

Cabe señalar, sin embargo, que a pesar de tener un valor *p* elevado diámetro ($p=0,418$) y altura ($p=0,355$) se observó en la figura 27 una tendencia creciente del diámetro y una tendencia decreciente de la altura, ambos suceden con el incremento de la altitud, con una tendencia positiva. En la figura 27.b se observa que la línea con pendiente negativa sucede al pasar del periodo marzo-abril. Según el SENAMHI, en la región de Ancash, las lluvias aumentan entre enero a febrero (140.9 mm en promedio), manteniéndose entre marzo a abril (137.0 mm en promedio) y luego descienden entre mayo a junio (23.7 mm en promedio) (Ministerio de Energía y Minas, 2022). Entre enero a junio la temperatura máxima es casi constante de 18.3°C a 20.6°C y la mínima de 5.8°C a 6.2°C de enero a marzo y disminuye a 3°C en junio (Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2022).

Estas variaciones del régimen de lluvias provocan que la planta tenga cambios en la disposición del recurso hídrico, lo que afectaría en su crecimiento radial, y por consiguiente a su diámetro. El efecto sobre la altura se muestra la figura 27.b ya que aumenta hasta marzo, mes donde alcanza una alta precipitación y luego desciende considerablemente, para luego disminuir hasta el mes de junio, periodo que corresponde al final de la época de lluvias o época seca.

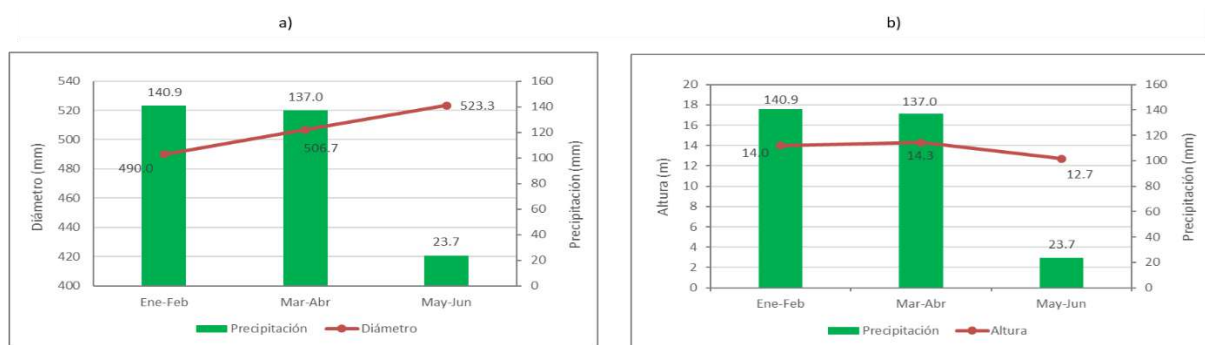


Figura 27: Comparación de medias del diámetro y altura vs. precipitación según épocas de colecta

IV.2 Rendimiento de exudación de la Puya de Raimondi en función de altitud y época de colecta en Llaquashpampa, Ancash.

En la tabla 10, se presentan los valores promedios e intervalos del rendimiento (%) de la exudación de la parte vegetativa de la Puya Raimondi, del presente estudio.

Tabla 4: Rendimiento de la exudación según altitud y época de colecta en Llaquashpampa, Ancash

Factor	Niveles de factor	$\bar{x} \pm SD$	p*
Altitud (m.s.n.m.)	A	141,0 ± 7,6	0,751
	B	145,1 ± 12,2	
	C	146,9 ± 7,9	
Época de colecta (meses)	X	139,9 ± 12,6	0,512
	Y	144,4 ± 8,7	
	Z	148,7 ± 0,9	

* Análisis de varianza. *p value* o valor de error

A: 4000-4050 m.s.n.m., B: 4050-4100 m.s.n.m., C: 4100-4150 m.s.n.m.

X: Enero – Febrero, Y: Marzo – Abril, Z: Mayo – Junio

\bar{x} : Promedio, SD: Desviación estándar

En el análisis de los valores de la tabla 10, muestra que no hubo diferencias del rendimiento promedio de la exudación de la parte vegetativa de la Puya de Raimondi entre los distintos niveles de altitud ($p=0,751$) ni entre las distintas épocas de colecta analizadas ($p=0,512$). Sin embargo, cabe señalar que se observa de manera gráfica, una tendencia creciente del rendimiento con el incremento de la altitud del lugar (Figura 28.a) y con la transición de una temporada de lluvias a una temporada seca (Figura 28.b). Para el caso de la altitud no existe influencia debido a que los rangos de altitud en los que se extrajo las muestras son de corto valor y ello genera condiciones climáticas similares. Por otra parte, la precipitación tiene mayor influencia ya que la variación del rendimiento se debe al aumento de precipitación de enero a marzo (de 146.8 mm a

175.5 mm por mes) lo cual favorece el incremento de humedad de la planta y obteniendo un mayor contenido de savia y exudación (Ministerio de Energía y Minas, 2022).

De otro lado, se podría relacionar el crecimiento y rendimiento con la calidad del suelo, nutrientes, aunque la Puya Raimondi crece en suelos pedregosos y con poco contenido de materia orgánica según Grau (2010). Asimismo, la exposición a radiación solar también favorece la producción de savia elaborada en las hojas mediante la fotosíntesis. La cantidad de savia producida puede variar indiferentemente de cada individuo y está influenciado por la inflorescencia; si el individuo posee mayor cantidad de flores producirá mayor volumen de savia. El tamaño de la inflorescencia de Puya Raimondi supera los seis metros, en algunos casos alcanza hasta nueve metros, según lo registrado.

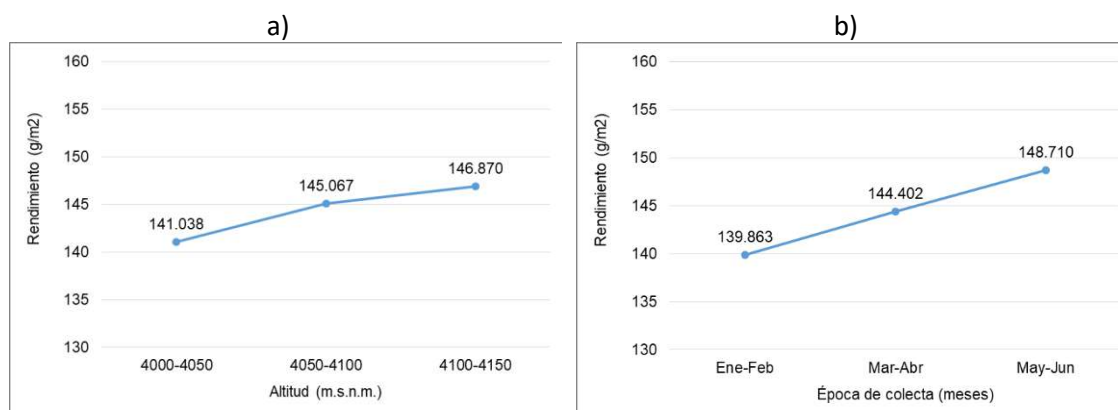


Figura 28: Comparación de medias del rendimiento según altitud y época de colecta en Llaquashpampa, Ancash

IV.3 Características físico químicas del exudado de Puya raimondii

IV.3.1 Densidad relativa de la exudación de Puya Raimondi en función de la altitud y época de colecta.

En la tabla 11, se presentan los valores promedio y su intervalo de la densidad relativa de la exudación de la parte vegetativa de la Puya Raimondi, colectada en Llaquashpampa en función a la altitud y épocas de colecta.

Tabla 11: Densidad relativa (g/ml) según altitud y época de colecta en Llaquashpampa, Ancash

Factor	Niveles de factor	$\bar{X} \pm SD$	p*
--------	-------------------	------------------	----

Altitud (m.s.n.m.)	A	0,98 ± 0,03	0,359
	B	1,01 ± 0,01	
	C	1,03 ± 0,03	
Época de colecta (meses)	X	0,99 ± 0,03	0,260
	Y	1,02 ± 0,03	
	Z	1,02 ± 0,03	

* Análisis de varianza. *p value* o valor de error

A: 4000-4050 m.s.n.m., B: 4050-4100 m.s.n.m., C: 4100-4150 m.s.n.m.

X: Enero – Febrero, Y: Marzo – Abril, Z: Mayo – Junio

\bar{x} : Promedio, SD: Desviación estándar

El análisis en la tabla 11 muestra que no hubo diferencias de la densidad relativa promedio de la exudación de la parte vegetativa de la Puya de Raimondi entre los distintos niveles de altitud ($p=0,359$), sin embargo, si tuvo influencia entre las distintas épocas de colecta analizadas ($p=0,260$). Cabe señalar, sin embargo, se observa una tendencia creciente de los valores de la densidad relativa con el aumento de la altitud (Figura 29.a) y con la transición de una temporada de lluvias a una temporada seca (Figura 29.b). Con respecto a la altitud, no existe influencia de la altitud del lugar sobre los valores de densidad relativa que genera en condiciones ambientales similares para las muestras seleccionadas y por ende de los valores de la densidad relativa entre ellos. Las diferencias numéricas, sin embargo, entre los valores de densidad relativa obtenidos, se debería a otros factores relacionados con el resultado, como la radiación solar, humedad y suelos.

Los valores de densidad relativa en las épocas de colecta, con un p de 0,260, es decir que el 74,1% de las causas que afectan a la densidad se relacionan con la época de colecta y el 25,9% a otros factores.

Esto se explica que la precipitación influye directamente en la densidad relativa ya que, a mayor precipitación, será menor la densidad relativa, ya que el suministro de agua para la planta se incrementa. Además, la precipitación ayuda a disolver las partículas sólidas, reduciendo también la densidad del suelo y facilita el transporte de los componentes orgánicos e inorgánicos.

Los componentes que influyen sobre la variación de los valores de la densidad son los solutos disueltos presentes en la savia elaborada de la Puya raimondii, como los azúcares, sales minerales y agua.

Para el estudio los niveles de azúcares fueron muy bajos entre las distintas altitudes y épocas de colecta. Todos los niveles de fructuosa, galactosa, glucosa, lactosa, maltosa y

sacarosa fueron inferiores a 0.1 g/100g. No se pudo determinar si la altitud o época de colecta, influye o no en los niveles de azúcares.

Según Hornung, Sosa y López (2007), explican que savia de la *Puya Raimondi* está compuesta principalmente por glucosa (85.94%), fructuosa (9.58%) y otros compuestos adicionales pero menor proporción. De lo último mencionado se puede deducir que los componentes de la savia son los principales influyentes en su densidad, a esto se añade la presencia de sólidos, los cuales pueden variar en función del momento en que se realizó la extracción de la muestra.

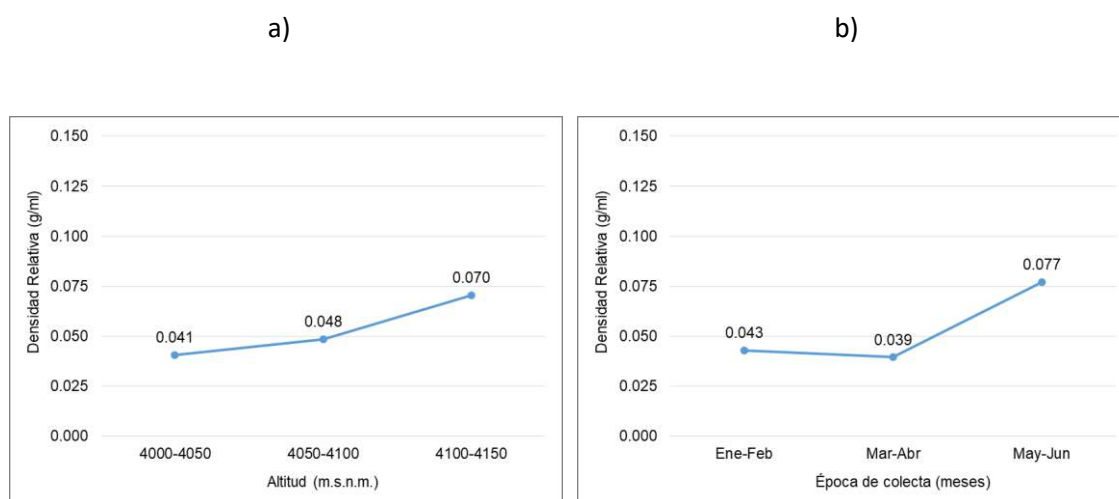


Figura 29: Comparación de medias de la densidad relativa de la exudación según altitud y época de colecta en Llaquashpampa, Ancash.

IV.3.2 Índice de refracción de la exudación de la Puya de Raimondi en función de altitud y época de colecta en Llaquashpampa, Ancash.

En la tabla 12, se presenta el índice de refracción de la exudación de la parte vegetativa de la Puya Raimondi, evaluadas de Llaquashpampa en función a altitud y época de colecta.

Tabla 12: Índice de refracción según altitud y época de colecta

Factor	Niveles de factor	$\bar{X} \pm SD$	p*
Altitud (m.s.n.m.)	A	1,34 ± 0,01	0,570
	B	1,35 ± 0,02	
	C	1,33 ± 0,01	
Época de colecta (meses)	X	1,35 ± 0,02	0,051

Y	1,33 ± 0,00
Z	1,33 ± 0,00

* Análisis de varianza. *p value* o valor de error

A: 4000-4050 m.s.n.m., B: 4050-4100 m.s.n.m., C: 4100-4150 m.s.n.m.

X: Enero – Febrero, Y: Marzo – Abril, Z: Mayo – Junio

\bar{X} : Promedio, SD: Desviación estándar

La tabla 12, muestra que no hubo diferencias ($p=0,570$) del índice de refracción promedio de la exudación de la parte vegetativa de la Puya de Raimondi entre los distintos niveles de altitud. Esto significa que la altitud no influye sobre el índice de refracción de la exudación de la parte vegetativa de la Puya de Raimondi.

Por otro lado, en el caso de la época de colecta, el p valor de 0,051, es decir que el 94,9% de las causas que afectan el índice de refracción se relacionan con la época de colecta y el 5,1 por ciento a otros factores. El índice de refracción de la muestra de exudación está influenciado por el volumen de agua y los solutos disueltos en ella, según los valores obtenidos (cerca de 1,33), a partir de ello se entiende la presencia de una cantidad significativa de agua en la muestra. Asimismo, Hornung, Sosa y Lopez (2007) mencionan que la savia de la Puya Raimondi está compuesta por múltiples componentes y el más significativo es la glucosa (85.94%), le sigue la fructosa (9.58%) y demás componentes orgánicos y sales minerales. Asimismo, Kromer et. al. (2008) de manera análoga explica que el néctar en Bromeliaceae posee glucosa, fructuosa y sacarosa, los cuales son los principales componentes dentro de la savia elaborada que es expulsada por las flores. De estos últimos enunciados, deducimos que existe la presencia de numerosos compuestos orgánicos e inorgánicos que se incorporan en la savia elaborada como solutos influyendo directamente en el índice de refracción.

A continuación, se desarrolló un ensayo de obtención del índice de refracción, en donde se empleó los componentes de la savia vegetal de Puya raimondii, según las proporciones mencionadas anteriormente por los autores, empleando los siguientes azúcares: glucosa, fructosa, manosa, xilosa y sacarosa; disueltos en volúmenes de agua correspondientes a 1 mL, 2mL y 3mL respectivamente, y a partir de ello se pudo obtener una ecuación, en donde se pudo determinar los valores de refracción a diferentes concentraciones, presentándose los valores en la figura 30:

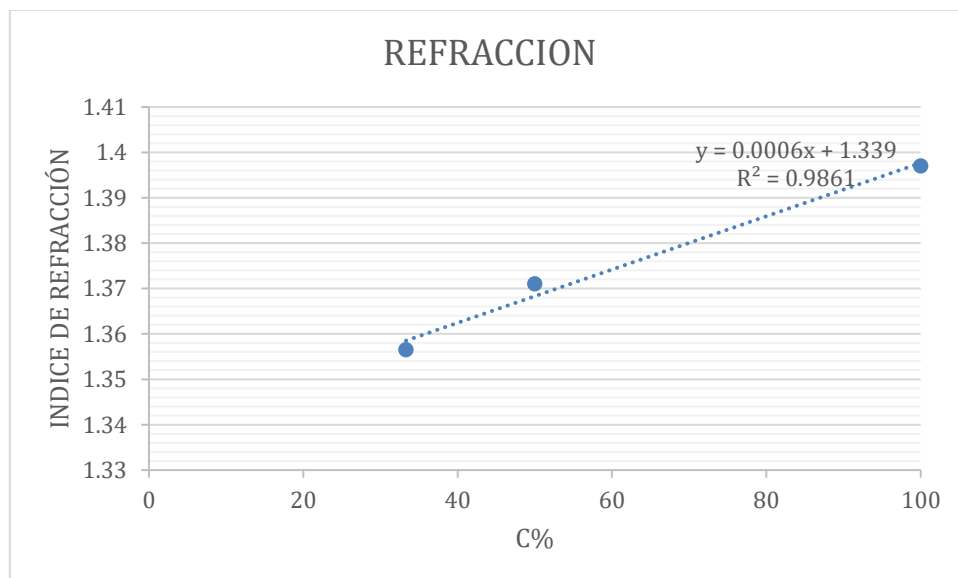


Figura 30. Índice de refracción según concentración

A partir de ello, al comparar con el resultado promedio de índice de refracción (cerca de 1,33), y verificando la figura 30 se deduce que la concentración de las muestras obtenidas es aproximadamente el 15 por ciento, lo que indicaría que se empleó alrededor de 6 mL de volumen de agua, corroborando lo mencionado anteriormente, en que existió una cantidad significativa de agua en las muestras, lo cual influyó en la obtención de los resultados. Mencionar además que los valores resultantes de refracción de la savia a diferentes concentraciones se encuentran comprendidos en un rango de 1.350 a 1.400, en donde claramente se demuestra que el volumen del agua influye en la variación del índice de refracción.

Adicionalmente, entre estos factores, se puede tener la altura de la planta y el índice de refracción, puesto que la densidad se relaciona inversamente con la altura ($r=-0,776$) y con el índice de refracción ($r=-0,444$), donde a mayor altura y mayor índice de refracción menor densidad, o a menor altura y menor índice de refracción mayor densidad (Anexo 23).

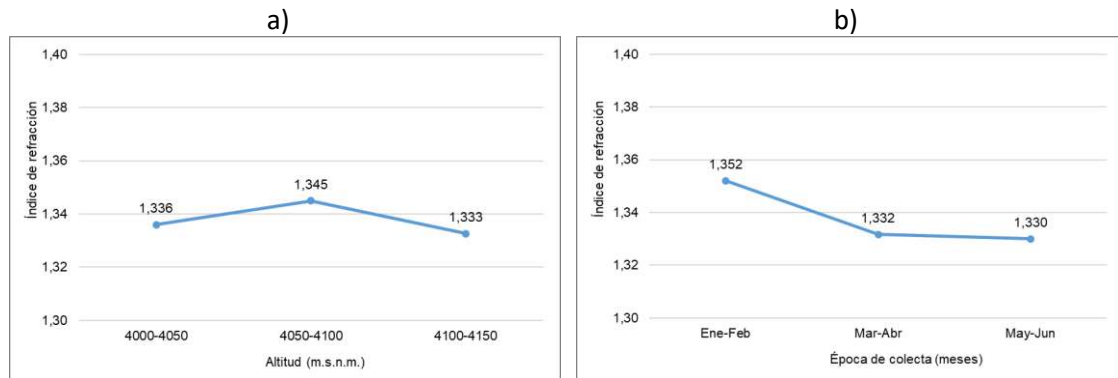


Figura 31: Comparación de medias del índice de refracción según altitud y época de colecta

En la figura 31.b, se observa una tendencia decreciente del índice de refracción con la transición de una temporada de lluvias a una temporada seca. Esto supone que la época de colecta, sumado a otros factores, podría afectar el índice de refracción de la exudación de la parte vegetativa de la Puya de Raimondi.

Según Scanco (2021), el índice de refracción depende de dos factores: la temperatura y la longitud de onda de la luz de incidencia, que quiere decir que múltiples muestras con diferentes características, pueden tener el mismo o similar índice de refracción aun teniendo diferentes concentraciones. Según lo antes mencionado, se puede asumir que la altitud y la época de colecta no influyen de en el índice de refracción.

Asimismo, las altitudes no difieren una de otra de manera significativa por lo cual las condiciones ambientales son similares, provocando que la elaboración de savia sea prácticamente similar en las muestras. Ello se relaciona con la premisa en la cual el IR dependerá de la concentración de solutos y el tipo de componente químico. Por ejemplo, considerando que el agua tiene un IR de 1.333, la añadidura de solutos como sacarosa conllevarían a un incremento del IR de la solución a 1,3998. Sin embargo, cuando nos referimos a la época de colecta en las cuales puede existir un suministro bueno, regular o deficiente de agua provoca la variación en la cantidad de savia elaborada.

IV.3.3 Contenido de humedad de la exudación de la Puya de Raimondi en función de la altitud y época de colecta.

En la tabla 13, se presentan en contenido de humedad de la parte vegetativa de la Puya Raimondi, evaluadas en la zona de investigación Llaquashpampa, con respecto a diferentes altitudes y épocas de colecta.

Tabla 13: Contenido de humedad de la muestra de exudación según altitud y época de colecta

Factor	Niveles de factor	$\bar{x} \pm SD$	p*
Altitud (m.s.n.m.)	A	0,15 ± 0,02	0,344
	B	0,16 ± 0,02	
	C	0,20 ± 0,06	
Época de colecta (meses)	X	0,14 ± 0,01	0,340
	Y	0,17 ± 0,01	
	Z	0,19 ± 0,07	

* Análisis de varianza. *p value* o valor de error

A: 4000-4050 m.s.n.m., B: 4050-4100 m.s.n.m., C: 4100-4150 m.s.n.m.

X: Enero – Febrero, Y: Marzo – Abril, Z: Mayo – Junio

\bar{x} : Promedio, SD: Desviación estándar

La tabla 13, muestra que si hubo diferencias del contenido de humedad promedio de la exudación de la parte vegetativa de la Puya de Raimondi entre los distintos niveles de altitud ($p=0,344$) y entre las distintas épocas de colecta analizadas ($p=0,340$). Asimismo, cabe señalar que existe una tendencia creciente del contenido de humedad con el incremento de la altitud (Figura 32.a) y con la transición de una temporada de lluvias a una temporada seca (Figura 32.b).

En el caso de la humedad en función de la altitud, el p valor es 0,344, es decir que el 65,6 por ciento de las causas que afectan al contenido de humedad se relacionan con la altitud y el 34,4 por ciento se debe a otros factores. En el caso de la humedad en función de las épocas de colecta, el p valor es 0,340, es decir que el 66 por ciento de las causas que afectan al contenido de humedad se relacionan con la época de colecta y el 34,4 por ciento se debe a otros factores. Esto supone que la altitud, así como las épocas de colecta, sumado a otros factores, podrían afectar el contenido de humedad de la exudación de la parte vegetativa de la Puya de Raimondi.

Entre los factores que podrían afectar el contenido de humedad, se puede encontrar el índice de refracción (IR), puesto que este se relacionó inversamente con el contenido de

humedad ($r=-0,728$), ya que se vio que en la temporada seca hay un incremento del índice de refracción, cabe señalar que existe relación, pero no dependencia.

Si se menciona la humedad, el factor que incide en este resultado es la precipitación en el lugar, por lo tanto, se verá incrementada en las épocas de lluvias; como se aprecia en la Figura 33.a, con un incremento en la humedad del extracto entre enero a abril (de 0.141 a 0.175 en promedio) aquí también se puede considerar la humedad relativa del ambiente que afecta a la planta de diferentes maneras. Para el lugar, la humedad relativa más alta se mide entre marzo a abril (85%), reduciendo el nivel de humedad relativa entre mayo a junio (75%) (Figura 33.b). En dicho contexto, reduciendo la humedad extraída de sustrato la cual es sustituida por la del medio ambiente según Parrent (2021). Estos factores influyen en el contenido de humedad de la planta y por ello se verifica un ligero incremento en la tabla 13.

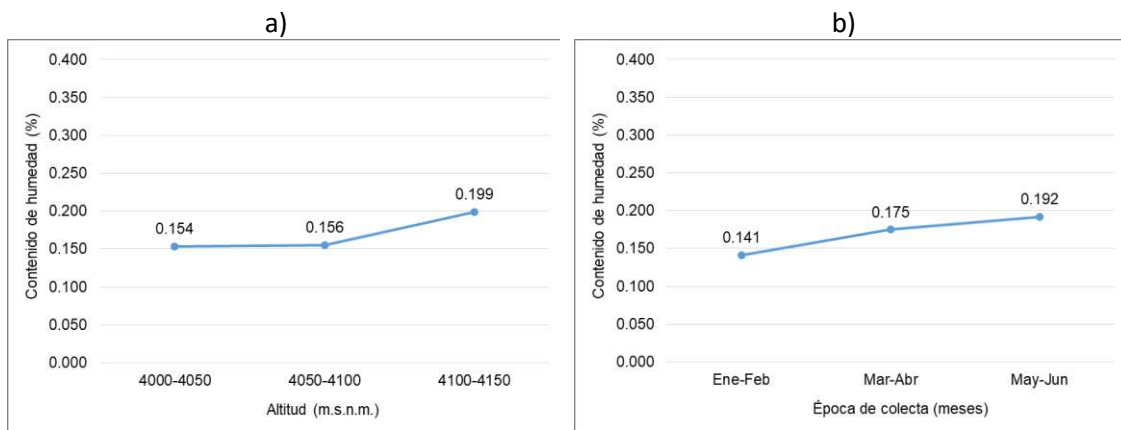


Figura 32: Comparación de medias del contenido de humedad según altitud y época de colecta

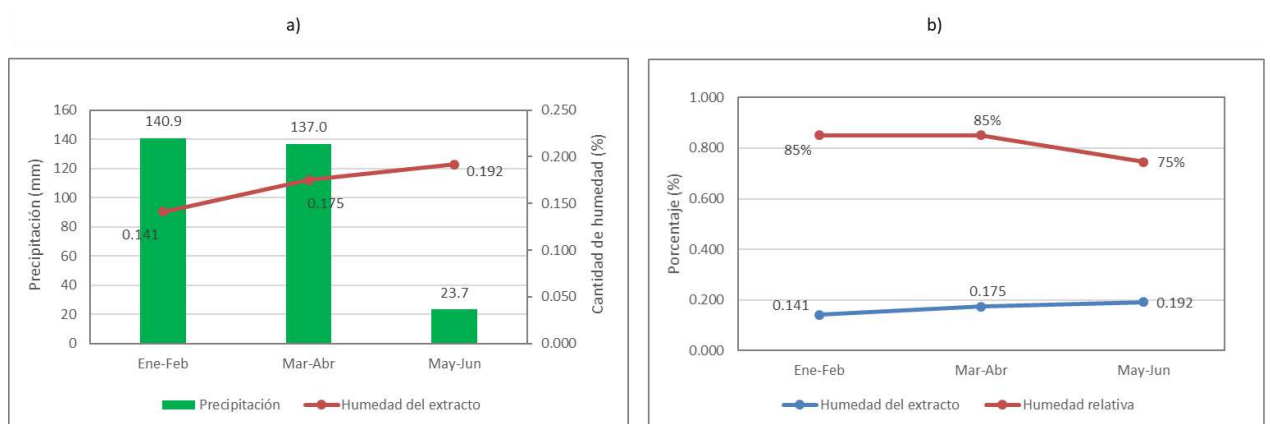


Figura 33: Comparación del contenido de humedad vs precipitación y humedad relativa según época de colecta

Adicionalmente, en el anexo 4 y 5 se puede observar la masa húmeda y la masa seca en los tres estratos altitudinales y en las tres épocas de colecta. Se puede apreciar que cada uno de estos parámetros también es similar entre los estratos.

IV.3.4 Color de la exudación de la Puya de Raimondi entre altitud y épocas de colecta

En la tabla 14, se presenta la comparación del color de la exudación de la Puya Raimondi, evaluadas con respecto a diferentes altitudes y épocas de colecta.

Tabla 14: Color según altitud y época de colecta

Factor	Color						Total	p*
	Amarillo naranja		Naranja		Marrón			
	N	%	N	%	N	%		
Altitud (m.s.n.m.)								
A	1	33,3%	2	66,7%	0	0,0%	3	0,663
B	1	33,3%	2	66,7%	0	0,0%	3	
C	1	33,3%	1	33,3%	1	33,3%	3	
Época de colecta (meses)								
X	3	100,0%	0	0,0%	0	0,0%	3	0,029
Y	0	0,0%	3	100,0%	0	0,0%	3	
Z	0	0,0%	2	66,7%	1	33,3%	3	
Total	3	100%	5	100%	1	100%		

* Prueba Chi cuadrado

A: 4000-4050 m.s.n.m., B: 4050-4100 m.s.n.m., C: 4100-4150 m.s.n.m.

X: Enero – Febrero, Y: Marzo – Abril, Z: Mayo – Junio

La tabla 14, muestra que hubo diferencias ($p=0,029$) del color de la exudación de la parte vegetativa de la Puya de Raimondi entre las distintas épocas de colecta. Esto significa que la época de colecta influye en el color de la exudación de la parte vegetativa de la Puya de Raimondi. Por otro lado, la altitud ($p=0,663$) no influye en el color de la exudación de la parte vegetativa de la Puya de Raimondi.

a)

b)

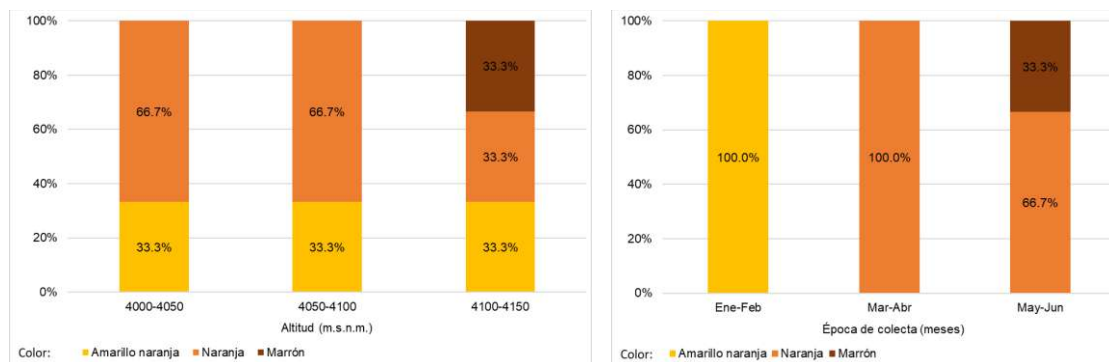


Figura 34: Comparación del color según altitud y época de colecta

En el periodo enero-febrero, la exudación de las unidades muestrales fue de color amarillo, en el periodo marzo-abril fue de color naranja y en el periodo mayo-junio fue entre naranja y marrón (Ver figura 34.b). Por ello, se puede afirmar que el color es diferente entre las distintas épocas de colecta, donde se observaron colores más claros en la época de lluvias y colores más oscuros en la época seca. Además, es preciso recordar que en los resultados anteriores se aprecia que en la época húmeda (enero-febrero), la exudación presenta menor densidad y menor contenido de humedad, lo que podría influir en los tonos claros, mientras que en la época seca (mayo-junio), la exudación presenta mayor densidad y mayor contenido de humedad, lo que podría influir en los tonos oscuros. Anteriormente además se muestra que en la época de lluvias existe mayor disolución de los componentes como la glucosa, sacarosa, fructuosa, sales minerales y otros componentes, debido a existencia mayor de agua, la muestra de exudación presenta mayor claridad. Sin embargo, en épocas secas, la savia elaborada está más concentrada con respecto a los componentes ya mencionados y posee mayor densidad, lo que influye el color de la muestra de exudación, dándole un tono ligeramente más oscuro.

El azúcar, glucosa, es el principal componente, pero es intrínsecamente blanco o incoloro. Sin embargo, la exposición en la intemperie, así como la permanencia en el tiempo generan variación en el color. También, la combinación con otros compuestos puede afectar en la obtención del color.

Asimismo, las muestras colectadas fueron obtenidas por periodos mensuales, es decir la secreción fue expuesta a la intemperie hasta el recojo de cada una de las muestras, lo que influye en las variaciones de color durante cada mes, asimismo la combinación con

otros agentes como el polvo e insectos, influyen también en la variación de color de cada una de las muestras.

IV.3.5 Índice de acidez de la exudación de la Puya de Raimondi en función de altitud y época de colecta.

En la tabla 15, se presenta el análisis estadístico de los valores de índice de acidez del extracto obtenido de la parte vegetativa de la Puya Raimondi, evaluadas en la zona de investigación Llaquashpampa con respecto a diferentes altitudes y épocas de colecta.

Tabla 15: Índice de acidez según altitud y época de colecta

Factor	Niveles de factor	$\bar{x} \pm SD$	p*
Altitud (m.s.n.m.)	A	0,567 \pm 0,252	0,139
	B	0,267 \pm 0,115	
	C	0,333 \pm 0,058	
	X	0,367 \pm 0,208	
Época de colecta (meses)	Y	0,5 \pm 0,265	0,509
	Z	0,3 \pm 0,1	

* Análisis de varianza

A: 4000-4050 m.s.n.m., B: 4050-4100 m.s.n.m., C: 4100-4150 m.s.n.m.

X: Enero – Febrero, Y: Marzo – Abril, Z: Mayo – Junio

\bar{x} : Promedio, SD: Desviación estándar

La tabla 15, muestra que no hubo diferencias del índice de acidez promedio de la exudación de la parte vegetativa de la Puya de Raimondi con las distintas épocas de colecta analizadas ($p=0,509$) lo que significa que la época de colecta no influye sobre los valores de índice de acidez de los exudados de la Puya de Raimondi.

Por otro lado, en el caso de la altitud, el p valor es 0,139, es decir que el 86,1% de las causas que afectan al índice de acidez se relacionan con la altitud y el 13,9% a otros factores. En la figura 35.a se observa que el índice de acidez es ligeramente mayor cuando la altitud del lugar es menor. Asimismo, mencionar que la acidez se genera por la oxidación de los grupos OH en los azúcares presentes en la savia, conllevando a la deshidratación de las moléculas de azúcar, formándose compuestos cíclicos, por ende otro factor que podría influenciar es el medio húmedo donde ocurre la reacción, el cual también dependerá de otros factores como la temperatura, el contenido de humedad y la

presencia del oxígeno (el cual es dependiente de la altitud del lugar); el cual se relacionó de manera directa con el índice de acidez, donde a mayor humedad, mayor índice de acidez, en donde además se debe considerar que la muestra no debe estar sometida al calor o expuesta al ambiente, ya que esto influye en la acidez.

Adicionalmente un factor que también puede influir en el índice de acidez, está relacionado a que los azúcares que componen la savia vegetal de *Puya Raymondi* muestran una mayor reactividad de acuerdo a la presencia de los diferentes tipos de monosacáridos (aldosas y cetosas). De acuerdo a la composición química de la savia (Tabla 4), la mayor parte está compuesta por aldosas (glucosa, manosa y xilosa), quienes presentan una reactividad menor a comparación de las cetosas (fructosa). El azúcar glucosa al estar presente en un más de 80% en la savia determina una mayor estabilidad en la determinación del índice de acidez, sin embargo, la mayor o menor composición de la fructosa en la savia podría influenciar en la variación de obtención de esta propiedad química.

Con respecto a la época de colecta se puede asumir que la muestra recolectada con anterioridad presenta mayor envejecimiento en comparación con las muestras recolectadas en la última temporada de estudio, debido a que es una consecuencia del mayor tiempo de exposición de la muestra al aire, afectando así a su contenido de acidez, de aquí los valores con una mínima diferencia mostrados en la tabla 17.

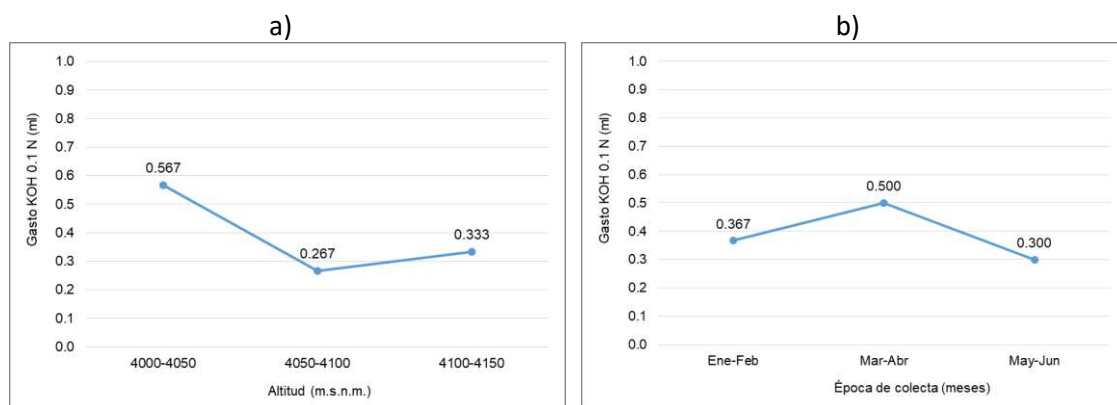


Figura 35: Comparación de medias del índice de acidez según altitud y época de colecta

V. CONCLUSIONES

- 1) La altura de la planta de la especie *Puya raimondii* es afectada por la altitud del lugar ($p=0,244$).
- 2) La densidad relativa de la muestra de exudación de la parte vegetativa de la especie *Puya raimondii* indica que hubo influencia entre las distintas épocas de colecta ($p=0,260$).
- 3) El índice de refracción de la muestra de exudación de la parte vegetativa de la especie *Puya raimondii* señala que si tuvo influencia con la época de colecta ($p=0,051$).
- 4) El contenido de humedad de la muestra de exudación de la parte vegetativa de la especie *Puya raimondii* indica que si hubo influencia entre los distintos niveles de altitud ($p=0,344$) y entre las distintas épocas de colecta ($p=0,340$).
- 5) La propiedad del color de la muestra de exudación de la parte vegetativa de la especie *Puya raimondii* denota que tuvo influencia con la época de colecta ($p=0,029$).
- 6) El índice de acidez de la muestra de exudación de la parte vegetativa de la especie *Puya raimondii* señala que hubo influencia con la altitud del lugar ($p=0,139$).

VI. RECOMENDACIONES

Conociendo las características físicas y químicas de la exudación de la parte vegetativa de la *Puya raimondii*, se recomienda continuar con estudios que permitan explorar con mayor profundidad las funcionalidades que podría tener esta savia, desde su aporte para la preservación de la especie, así como su uso para tratamiento médico, entre otros usos.

Entre los usos de las savias vegetales, se conoce que se puede utilizar en el tratamiento de ciertas afecciones respiratorias tales como gripe, tos, neumonía y/o bronquitis. Respecto a la savia de la *Puya raimondii*, para aprovechar su utilidad, primero debe asegurarse su preservación en el ambiente dado que es una especie en peligro de extinción.

Dado el estado actual de la *Puya raimondii*, se recomienda a la comunidad científica incrementar el número y la calidad de las investigaciones en las distintas líneas que se pueden desprender de esta especie, desde la misma planta, así como su savia y ecosistema general, sin embargo, se recomienda que estos estudios se realicen en parcelas que no estén en estado de conservación o de investigación por alguna institución del estado, para un análisis más profundo y detallado.

Finalmente, es necesario realizar una evaluación sobre los demás metabolitos que componen la savia vegetal de *Puya raimondii* debido a que serán importantes para la determinación exacta de sus propiedades medicinales en los locales.

VII. BIBLIOGRAFÍA

- Alegría, W. (2016). *Textobasico para profesional en ingeniería forestal, en el área de fisiología vegetal*. Facultad de Ciencias Forestales – Universidad Nacional de la Amazonia Peruana.
- Allué, J. (2003). Fisiología y metabolismo los seres vivos. Cambios. *NATURA MEDICATRIX*, 21(6), 336-341.
- Arroyo-Alfaro, S., Camacho, M., Ramos-Parado, K., y Grados-Bueno, C. (2022). *La importancia de la Puya raimondii (Folleto)*. Dirección de Investigación en Ecosistemas de Montaña – Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña (DIEM-INAIGEM). <https://bit.ly/40Jj1sT>
- Aquino, W.; F. Condo; J. Romero, R. Yllaconsa y M. La Torre. (2019). Flora y Vegetación asociada a los rodales de Puya raimondii de Huarochiri, Lima, Peru. *Rev. Perú Biol.* 26 (1): 9-20.
- Ávalos, A., y Pérez, E. (2009). Metabolismo secundario de plantas. *Reduca (Biología). Serie Fisiología Vegetal*, 2 (3), 119-145. <https://bit.ly/41NNFTi>
- Azcón, J., y Talón, M. (2000). *Fundamentos de fisiología vegetal*. McGraw-Hill Interamericana. <https://bit.ly/44cHLN2>
- Benítez, G. (2020). La integración física, química, biológica y geográfica en el uso de la Medicina Natural y Tradicional. *Ciencia & Futuro*.10(4). <https://bit.ly/3tqOcIS>
- Benzing, D. (1990). *Vascular Epiphytes*. Cambridge University Press New York. 354 p.
- Cano A., La Torre A., y Ramírez. (2000). Aspectos cuantitativos sobre la biología de la Puya Raimondii Harms (Bromeliaceae), p.12. Resúmenes del VIII Congreso Nacional de Botánica. UNSA. Arequipa, Perú.
- Carvajal, R., y Bonsak, A. (2006). *Modulación de la respuesta autinmune experimental por Savia de Musa Paradisiaca*. (Tesis de Licenciatura, Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Ciencias Farmacéuticas y Bioquímicas). Repositorio institucional.
- Chuncho, G., Chuncho, C., y Aguirre, Z. (2019). *Anatomía y Morfología Vegetal*. Universidad Nacional de Loja. Ecuador. <https://bit.ly/3AB6AEN>

- Cillóniz, B. (2017). *La "sangre" de las plantas: el xilema, el floema y la savia en la fisiología vegetal*. <https://bit.ly/2RxtLg2>
- Condori, H. (2014). *Efecto de Medios de Cultivo in Vitro para producir Plantulas de Puya Raimondii (Pourretia gigantea Harms) en Condiciones de Laboratorio*. (Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional de Huancavelica). Repositorio institucional.
- Corzo, A. (2019). *Técnicas de Análisis en Química Orgánica-Cromatografía*. Universidad Nacional Santiago del Estero. Buenos Aires, Argentina. <https://fcf.unse.edu.ar/archivos/series-didacticas/SD-44-Cromatografia-CORZO.pdf>
- De Pereda y Martínez, S. (1858). *Programa de un curso de nociones de historia natural*. Madrid. <https://bit.ly/3ut7yyb>
- DECCO (30 de enero del 2019). *Aspectos de la precosecha que pueden afectar a la calidad de las frutas*. <https://bit.ly/3eozeyI>
- Fernández, F., Rodríguez, R., Torres, M., Oliva, M., Pérez, C., y Bacallao, M. (1997). Características químico-farmacéuticas y propiedades farmacológicas de extractos de Musa. *Revista Cubana de plantas Medicinales*, 2(2). <https://bit.ly/3xT5yS9>
- Flores, M. (1998). *Flora Genérica de la Familia Bromeliaceae en el Estado de México. Manual para la identificación de las especies de la familia Bromeliaceae presentes en el estado*. (Tesis de Maestría, Universidad Nacional Autónoma de México). Repositorio institucional.
- Flores, M., y Diego, M. (2005). *El género Tillandsia (Bromeliaceae) en el estado de Guerrero, México*. Tesis de Colegio de Postgraduados. Instituto de Recursos Naturales. Programa de Botánica. Montecillo, Texcoco, Estado de México
- Fontela, G. (2006). *Caracterización del aceite esencial de "Lanche" (Myrcianthes rhopaloides (H.B.K) Me Vaugh) proveniente del distrito de Chalaco, provincia de Morropón- Piura, obtenido por dos métodos de destilación*. (Tesis de Ingeniería, Universidad Nacional Agraria La Molina). Repositorio institucional.
- Gardner, C. (1982). *A systematics study of Tillandsia subgenus Tillandsia*. Ph. D. Texas. A. & M. University, College Station, Texas, 305 p

- García, M., Sánchez, E., Waksman, N., Saucedo, A. (2022). *Fundamentos y Analogías para entender mejor la espectroscopía RMN*. Ciudad de México. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0187-893X2022000400003&script=sci_arttext
- Gentry, A., y Dodson., C. (1987). *Diversity and biogeography of neotropical vascular epiphytes*. *Ann. Missouri Bot. Garden* 74: 205-233.
- Gobierno Regional (GORE) de La Libertad. (2011). *Plan de Manejo para la Conservación de la Puya raimondii Harms en el Santuario Nacional de Calipuy*. Gerencia Regional de Medio Ambiente. La Libertad, Perú.
- Grau, A., Gómez, S., y Araoz, E. (2010). *Puyas Andinas*. Universidad Nacional de Tucumán. Facultad de Ciencias Naturales.
- Gutierrez, M., Droguet, M. (2002). *La Cromatografía de Gases y la Espectrometría de Masas: Identificación de Compuestos Causantes de Mal Olor*. <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099/2733/5CROMGASES.pdf>
- Hornung-Leoni, C., Sosa, V., y López, M. (2007). Xylose in the nectar of *Puya raimondii* (Bromeliaceae), the Queen of the Puna. *Revista ScienceDirect*. 554-556.
- Hurrel, J. (2008). *FLORA RIOPLATENSE Sistemática, ecología y etnobotánica de las plantas vasculares rioplatenses*. Editorial LOLA. <https://bit.ly/44dI4Hp>
- Kromer, T., Kessler, M., Lohaus, G., y Schmidt-Lebuhn, A. (2008). *Nectar sugar composition and concentration in relation to pollination syndromes in Bromeliaceae*. ResearchGate.
- Instituto Nacional de Defensa Civil [INDECI]. (2003). *Plan de Prevención ante Desastres: Usos del Suelo y Medidas de Mitigación*. Huaraz, Ancash.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (2022). *Perú: Anuario de Estadísticas Ambientales 2022*. Lima: Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). <https://bit.ly/3V9NKOA>
- Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña. INAIGEM. (2017). *Informe de la Situación de los Glaciares y Ecosistemas de Montaña en el Perú*. <https://bit.ly/3oRoPn2>
- Leiva, S., Trillez, C., y Lezama., P. (1991). *Puya raimondii Harms: Una espectacular forma vegetal*. *Arnaldoa*, 1 (2), 93-100.

- Leiva, S.; T. Mione; L. Yacher; J. Briceño. G. Gayoso y L. Chang. (2019). Salpo y su Gran Chamana. Fondo Editorial de la Universidad Privada Antenor Orrego.
- Luceño, M., y Bravo, S. (2013). *El árbol de la vida: sistemática y evolución de los seres vivos* (pp.124-133). <https://bit.ly/40FBDKt>
- Luther, H. (2006). *An alphabetical list of Bromeliad binomials*. The Marie Selby Botanical Gardens. Sarasota, Florida, USA. 7th edition. The Bromeliad Society International. p. 124
- Mallqui, H. (2017). Conteo de Individuos de *Puya raimondii* Mediante Técnicas Geomáticas en Territorio de la Comunidad Campesina Cajamarquilla, Ancash. *Revista de Glaciares y Ecosistemas de Montaña*, 2, 79-86
- Margulis, L., y Sagan, D. (2008). El proceso de nutrición en las plantas. En A. Joaquín, Fundamentos de fisiología vegetal. Mcgraw Hill Education. <https://bit.ly/3h8jPo8>
- Márquez, J., Collazo, M., Martínez, M., Orosco, A., y Vásquez, S. (2013). *Biología de angios*. México: UNAM, Facultad de Ciencias: Coordinación de la Investigación Científica. <https://bit.ly/3erNMOh>
- Martínez E. (2007). Definiciones de humedad y su equivalencia. *Centro Nacional de Metrología, División de Termometría*. <https://bit.ly/3tuo27S>
- Martínez, D. (2016). *Manual teórico: fisiología vegetal*. Benemerita universidad autonoma de puebla escuela de biología. <https://bit.ly/3AxEdaC>
- Matteucci, S. (2012). *El estado de la biodiversidad y su valor estratégico para Argentina y la región Latinoamericana*. <https://bit.ly/3hcKWOZ>
- Ministerio del Ambiente (2023). Adscritos: INAIGEM. <https://www.minam.gob.pe/elministerio/organismosadscritos/inaigem/#:~:text=E1%20INAIGEM%20es%20la%20m%C3%A1xima,de%20monta%C3%B1a%20a%20nivel%20nacional>.
- Ministerio de Energía y Minas (2022). *Plan Ambiental Detallado (PAD) del Centro de Producción Pariac*. Dirección General de Asuntos Ambientales de Electricidad. Ministerio de Energía y Minas (MINEM). <https://bit.ly/444b8Bh>
- Mondragón, D., Ramírez, I., Flórez, M., y García, J. (2011). *La familia Bromeliaceae en México*. <https://bit.ly/33wzJAp>

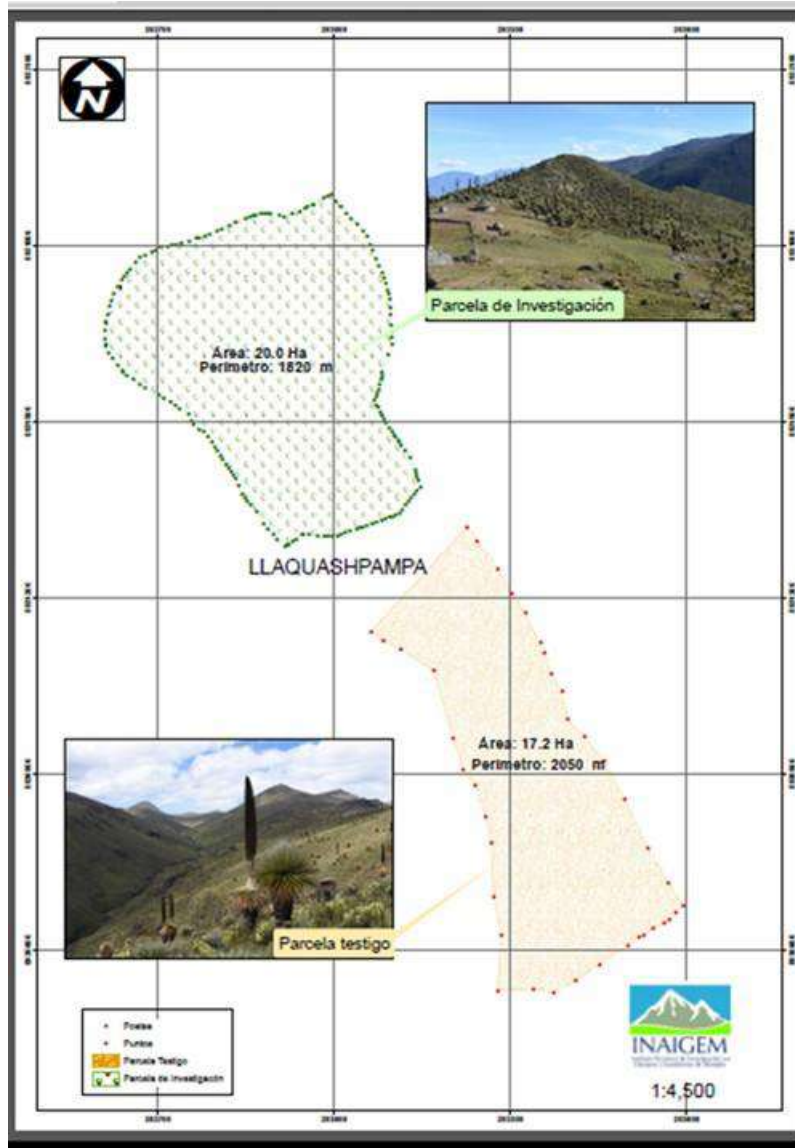
- Morales, M., y Suni, M. (2003). *Estudio Anatómico Foliar de Puya raimondii Harms (Bromeliaceae)*, p. 69. Resúmenes de la XII Reunión Científica ICBAR. Facultad de Ciencias Biológicas, UNMSM. Lima, Perú.
- Nabors, M. (2006). *Introducción a la botánica*. Pearson Educación. <https://bit.ly/44bUU9i>
- Parret, S. (2021) ¿Cómo influye la humedad en la calidad de los cultivos? Revista ProMix. <https://bit.ly/3HjBaGO>
- Paucar, L., Salvador, R., Guillen, J., Capa, J., y Moreno, C. (2015). Estudio comparativo de las características físico-químicas del aceite de sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.), aceite de oliva (*Olea europaea*) y aceite crudo de pescado. *Scientia Agropecuaria*, 6 (4): 279 – 290. <https://bit.ly/2Sr2xYS>
- Pérez, E. (2009). Fotosíntesis: Aspectos básicos. *Reduca (Biología). Serie Fisiología Vegetal*, 2(3): 1-47, 2009. <https://bit.ly/3LhjLzG>
- Pérez, F. (2017). *Fisiología Vegetal: Parte III Nutrición Mineral*. Recuperado de: <https://bit.ly/3vMFkPf>
- Pique, T., Vásquez, A. (2012). *Uso de Espectroscopía Infrarroja con Transformada de Fourier (FTIR) en el Estudio de Hidratación del Cemento*. <https://www.scielo.org.mx/pdf/ccid/v3n2/v3n2a4.pdf>
- Quispe, W., y Núñez E. (2020). Distribución potencial de puya raimondii harms en futuros escenarios del cambio climático. *Revista de Investigaciones Altoandinas Journal of High Andean Research*, 22(2), 170 – 181
- Ramírez M., Fernández, M., y Chi-May, F. (2004). Portraits of Bromeliaceae from the Mexican Yucatan Peninsula-IV: *Tillandsia dasyliriifolia* Baker: Taxonomy and reproductive biology. *J. Brom. Soc.*, 54(3), 112-121
- Ramírez, M., Chi-May, F., Fernández, M., y May-Pat, F. (2008). Reproductive biology of *Hechtia schottii* Baker, a dioecious Bromeliaceae. *Rev. Biol. Trop.*, 56(1), 279-289.
- Ríos, J. (1990). *Prácticas de Dendrología tropical. Cooperación Técnica Suiza - REDINFOR. UNA*. La Malina. Lima, Perú.
- Rivera, C. (1985). *Puya raimondii* Harms. *Boletín de Lima*, 7(38): 85-91.
- Romajaro, F., Martínez, M., y Pretel M. (2007). *Factores precosecha determinantes de la calidad y conservación en poscosecha de productos agrarios*. <https://bit.ly/3vONoiq>

- Salazar, J., Cáceres, F., Poma, I., y Raimondo, F. (2010). Diagnóstico del estado actual de conservación de *Puya raimondii* en Arequipa-Perú. *Quad. Bot. Amb. Appl.*, 21 (2010): 83-91. <https://bit.ly/3VbD2r0>
- Salinas, L., Arana, C., y Suni, M. (2007). El Néctar de Especies de *Puya* como recurso para picaflor Altoandinos de Ancash, Perú. *Revista Peruana de Biología*, 14(1), 129-134. <https://bit.ly/426KPZc>
- Särkinen, T., Peña, J., Yomona, A., Simon, M., Pennington, R., y Hughes, C. (2011). Underestimated endemic species diversity in the dry inter-Andean valley of the Río Marañón, northern Peru: An example from *Mimosa* (Leguminosae, Mimosoideae). *Taxon*, 60(1): 139–150. <https://bit.ly/2QZRbea>
- SCANCO (2021). Refractometría: índice de refracción. <https://bit.ly/3nbhga9>
- Segundo, O. (2014). Efecto bactericida de la savia de *musa acuminata* utilizada individualmente y en asociación con kanamicina y etionamida contra *mycobacterium tuberculosis* multidrogorresistente en modelo animal. *Revista Intra Med.* 1(2), 1-7.
- SENAMHI (2021). *Tiempo / Pronóstico del Tiempo*. (Sitio web). Ministerio del Ambiente. <https://bit.ly/3LdjFsX>
- Sgariglia, A., Soberón, J., Sampietro, D., y Vattuone, M. (2010). Cromatografía: conceptos y aplicaciones. *Revista Arakuku*, 1 -6. <https://bit.ly/2RybTBV>
- Sindicat AMES (2012) Unidad 11 La nutrición de las plantas. <https://bit.ly/426YwHx>
- Suni, M., Cano, A., y Vadillo, G. (2001). Ensayos Preliminares de Germinación en *Puya raimondii* Harms (Bromeliaceae). *Revista Peruana de Biología*, 8(1), 53-59. <https://bit.ly/40JUvaX>
- Trópicos. (2017). Clasificación Taxonómica de *Puya* de *Raimondii* (*Puya raimondii* Harms).
- Unión Internacional Para la Conservación de la Naturaleza [UICN] (2016). *Lista Roja en América del Sur*. Gland, Suiza.
- Vadillo, G., y Suni, M. (2006). Evaluación de Sustratos para el Establecimiento en Laboratorio de Plántulas de *Puya raimondii* Harms (Bromeliaceae). *Revista Peruana de Biología*, 13(1), 139-141. <https://bit.ly/3LDlcco>
- Villar, P. (2003). *Capítulo IV importancia de la calidad de planta en los proyectos de revegetación*. <https://bit.ly/3LxAwrL>

Zavaleta, E. (2017). Puya raimondii Harms del Santuario Nacional de Calipuy. *Revista de Glaciares y Ecosistemas de Montaña*, 3, 113-119.

VIII. ANEXOS

ANEXO 1: Mapa de ámbito de parcela de investigación de Llaquashpampa



FUENTE: INAIGEM (2017)

ANEXO 2: Parámetros de la densidad relativa según altitud

	Altitud (m.s.n.m.)					
	4000-4050		4050-4100		4100-4150	
	Media	SD	Media	SD	Media	SD
Peso Picnómetro (g)	10.470	0.016	10.798	0.045	10.692	0.073
Peso PIC. + H2O (g)	20.241	0.045	20.577	0.081	20.418	0.054
Peso RESINA + PIC. (g)	10.866	0.192	11.271	0.014	11.379	0.431
Densidad (g/ml)	0.040	0.020	0.048	0.006	0.070	0.049
Densidad Relativa (g/ml)	0.041	0.020	0.048	0.006	0.070	0.049

ANEXO 3: Parámetros de la densidad relativa según época de colecta

	Época de colecta (meses)					
	Ene-Feb		Mar-Abr		May-Jun	
	Media	SD	Media	SD	Media	SD
Peso Picnómetro (g)	10.700	0.195	10.637	0.143	10.623	0.167
Peso PIC. + H2O (g)	20.409	0.121	20.373	0.192	20.454	0.200
Peso RESINA + PIC. (g)	11.117	0.143	11.020	0.333	11.380	0.454
Densidad (g/ml)	0.043	0.007	0.039	0.019	0.077	0.043
Densidad Relativa (g/ml)	0.043	0.007	0.039	0.020	0.077	0.043

ANEXO 4: Parámetros de la humedad según altitud

	Altitud (m.s.n.m.)					
	4000-4050		4050-4100		4100-4150	
	Media	SD	Media	SD	Media	SD
Masa Húmeda (g)	1.071	0.065	1.070	0.111	1.083	0.090
Masa Seca (g)	0.906	0.050	0.904	0.101	0.864	0.015
Contenido de humedad (%)	0.154	0.018	0.156	0.020	0.199	0.062

ANEXO 5: Parámetros de la humedad según época de colecta

	Época de colecta (meses)					
	Ene-Feb		Mar-Abr		May-Jun	
	Media	SD	Media	SD	Media	SD
Masa Húmeda (g)	1.008	0.005	1.043	0.037	1.173	0.029
Masa Seca (g)	0.865	0.013	0.861	0.033	0.948	0.078
Contenido de humedad (%)	0.141	0.009	0.175	0.004	0.192	0.067

ANEXO 6. Hipótesis

IV.1.1. Parámetros dasométricos (diámetro y altura de la planta) de la Puya de Raimondi entre las diferentes altitudes.	Ho: No hay diferencias de los promedios de los parámetros dasométricos (diámetro y altura) de la Puya de Raimondi entre las diferentes altitudes.
	Hi: El promedio de los parámetros dasométricos (diámetro y altura) de la Puya de Raimondi en al menos una altitud es significativamente distinta de las demás altitudes.
IV.1.2. Comparación de los parámetros dasométricos (diámetro y altura) de la Puya de Raimondi entre las diferentes épocas de colecta.	Ho: No hay diferencias de los promedios de los parámetros dasométricos (diámetro y altura) de la Puya de Raimondi entre las diferentes épocas de colecta.
	Hi: El promedio de los parámetros dasométricos (diámetro y altura) de la Puya de Raimondi en al menos una época de colecta es significativamente distinta de las demás épocas.
IV.1.3. Comparación del rendimiento de la exudación de la parte vegetativa de la Puya de Raimondi entre las diferentes altitudes y épocas de colecta.	Ho: No hay diferencias del rendimiento de la exudación de la parte vegetativa de la Puya de Raimondi entre las diferentes altitudes o épocas de colecta.
	Hi: El rendimiento promedio de la exudación de la

	parte vegetativa de la Puya de Raimondi en al menos una altitud o época de colecta es significativamente distinta de las demás altitudes o épocas, respectivamente.
IV.1.4. Comparación de la densidad relativa de la exudación de la parte vegetativa de la Puya de Raimondi entre las diferentes altitudes y épocas de colecta.	Ho: No hay diferencias de la densidad relativa de la exudación de la parte vegetativa de la Puya de Raimondi entre las diferentes altitudes o épocas de colecta.
	Hi: La densidad relativa promedio relativa de la exudación de la parte vegetativa de la Puya de Raimondi en al menos una altitud o época de colecta es significativamente distinta de las demás altitudes o épocas, respectivamente.
IV.1.5. Comparación del índice de refracción de la exudación de la parte vegetativa de la Puya de Raimondi entre las diferentes altitudes y épocas de colecta.	Ho: No hay diferencias del promedio del índice de refracción de la exudación de la parte vegetativa de la Puya de Raimondi entre las diferentes altitudes o épocas de colecta.
	Hi: El promedio del índice de refracción de la exudación de la parte vegetativa de la Puya de Raimondi en al menos una altitud o época de colecta es significativamente distinta de las demás altitudes o épocas, respectivamente.
IV.1.6. Comparación del contenido de humedad de la exudación de la parte vegetativa de la Puya de Raimondi entre las diferentes altitudes y épocas de colecta.	Ho: No hay diferencias del contenido de humedad de la exudación de la parte vegetativa de la Puya de Raimondi entre las diferentes altitudes o épocas de colecta.
	Hi: El contenido de humedad promedio de la exudación de la parte vegetativa de la Puya de Raimondi en al menos una altitud o época de colecta es significativamente distinta de las demás altitudes o épocas, respectivamente.
IV.1.7. Comparación del color de la exudación de la parte vegetativa de la Puya de Raimondi entre las diferentes altitudes y épocas de colecta	Ho: No hay diferencias del color de la exudación de la parte vegetativa de la Puya de Raimondi entre las diferentes altitudes o épocas de colecta.
	Hi: El color de la exudación de la parte vegetativa de la Puya de Raimondi en al menos una altitud o época de colecta es significativamente distinta de las demás altitudes o épocas, respectivamente.
IV.2.1. Comparación del índice de acidez de la exudación de la parte vegetativa de la Puya de Raimondi entre las diferentes altitudes y épocas de colecta.	Ho: No hay diferencias del promedio del índice de acidez de la exudación de la parte vegetativa de la Puya de Raimondi entre las diferentes altitudes o épocas de colecta.
	Hi: El promedio del índice de acidez de la exudación de la parte vegetativa de la Puya de Raimondi en al menos una altitud o época de colecta es significativamente distinta de las demás altitudes o épocas, respectivamente.

ANEXO 7: Resultados del estudio de cromatografía líquida (HPLC) de la unidad muestral 1. Altitud: 4000-4050 msnm y Época de colecta: Ene-Feb



INFORME DE ENSAYO

Nº de Referencia:	AL-20/139513	Registrada en:	AGQ Perú	Cliente[*]:	CANDIOTTI MARTINEZKEVIN PIERO
Análisis:	155659AL-2	Centro Análisis:	Alkemi	Contrato:	PE20-4931
Tipo Muestra:	VARIOS (AL)	Fecha Recepción:	16/09/2020	Cliente 3[*]:	---
Fecha Inicio:	09/10/2020	Fecha Fin:	06/11/2020		
Descripción[*]:	MUESTRA DE EXUDACIÓN DE PUYA RAIMONDI CON CÓDIGO EF-1.				

Fecha/Hora:	15/01/2018	Muestreado por:	KEVIN PIERO CANDIOTTI MARTINEZ
Muestreo:			
Lugar de Muestreo:	CUENCA DEL VADO, DISTRITO DE CAJAMARQUILLA, PROVINCIA DE OCROS, DEPARTAMENTO DE ANCASH		
Punto de Muestreo:	PARCELA DE INVESTIGACIÓN LLAQUASHPAMPA-INAIG EM		

A continuación se exponen el informe de Ensayo y Anexo Técnico asociados a la muestra, en los cuales se pueden consultar toda la información relacionada con los ensayos realizados.

Los Resultados emitidos en este informe, no han sido corregidos con factores de recuperación. Siguiendo el protocolo recogido en nuestro manual de calidad, AGQ guardará bajo condiciones controladas la muestra durante un periodo determinado después de la finalización del análisis. Una vez transcurrido este periodo, la muestra será eliminada. Si desea información adicional o cualquier aclaración, no dude en ponerse en contacto con nosotros.




INFORME DE ENSAYO

Nº de Referencia:	AL-20/139513	Registrada en:	AGQ Perú	Cliente[*]:	CANDIOTTI MARTINEZKEVIN PIERO
Análisis:	155659AL-2	Centro Análisis:	Alkemi	Contrato:	PE20-4931
Tipo Muestra:	VARIOS (AL)	Fecha Recepción:	16/09/2020	Cliente 3[*]:	---
Fecha Inicio:	09/10/2020	Fecha Fin:	06/11/2020		
Descripción[*]:	MUESTRA DE EXUDACIÓN DE PUYA RAIMONDI CON CÓDIGO EF-1.				

Fecha/Hora:	15/01/2018	Muestreado por:	KEVIN PIERO CANDIOTTI MARTINEZ
Muestreo:			
Lugar de Muestreo:	CUENCA DEL VADO, DISTRITO DE CAJAMARQUILLA, PROVINCIA DE OCROS, DEPARTAMENTO DE ANCASH		
Punto de Muestreo:	PARCELA DE INVESTIGACIÓN LLAQUASHPAMPA-INAIG EM		

A continuación se exponen el informe de Ensayo y Anexo Técnico asociados a la muestra, en los cuales se pueden consultar toda la información relacionada con los ensayos realizados.

Los Resultados emitidos en este informe, no han sido corregidos con factores de recuperación. Siguiendo el protocolo recogido en nuestro manual de calidad, AGQ guardará bajo condiciones controladas la muestra durante un periodo determinado después de la finalización del análisis. Una vez transcurrido este periodo, la muestra será eliminada. Si desea información adicional o cualquier aclaración, no dude en ponerse en contacto con nosotros.



Almudena Triguero Navarro



Covadonga Alonso Alonso

FECHA EMISIÓN: 06/11/2020

OBSERVACIONES (*):

LA PRESENTE MUESTRA FUE EXTRAÍDA EN EL PERIODO DE ENERO A FEBRERO DEL 2018 Y PERTENECE AL ESTRATO N° 1 (4000 A 4050 m.s.n.m.).

NI de Referencia:	AL-20/139513	Tipo Muestra:	VARIOS (AL)
Descripción(*):	MUESTRA DE EXUDACIÓN DE PUVA RAIMONDI CON CÓDIGO EF-1.	Fecha Fin:	06/11/2020

RESULTADOS ANALITICOS

Parámetro	Resultado	Unidades	Incert	OVA
Azúcares				
Azúcares Totales	< 0,10	g/100g	-	
Fructosa	< 0,10	g/100g	-	
Galactosa	< 0,10	g/100g	-	
Glucosa	< 0,10	g/100g	-	
Lactosa	< 0,10	g/100g	-	
Maltosa	< 0,10	g/100g	-	
Sacarosa	< 0,10	g/100g	-	

Nota: Los Resultados de este informe solo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. Las incertidumbres de los parámetros acreditados están calculadas y a disposición del cliente. AGQ no se hace responsable de la información proporcionada por el cliente, asociada a la toma de muestras y a otros datos descriptivos, marcados con (*). A: Ensayo subcontratado y acreditado. N: Ensayo subcontratado y no acreditado. RE: Recuento en placa estimado. La Incertidumbre aplicada al resultado no aplica para valores menores al Límite de Cuantificación (LC).

NI de Referencia:	AL-20/139513	Tipo Muestra:	VARIOS (AL)
Descripción(*):	MUESTRA DE EXUDACIÓN DE PUVA RAIMONDI CON CÓDIGO EF-1.	Fecha Fin:	06/11/2020

ANEXO TECNICO

Parámetro	PNT	Técnica	Ref. Norma.	Lim. Quantif/ Detec (1)
Azúcares				
Azúcares Totales	AQ-272	Cromatog HPLC		0,10 g/100g
Fructosa	AQ-272	Cromatog HPLC		0,10 g/100g
Galactosa	AQ-272	Cromatog HPLC		0,10 g/100g
Glucosa	AQ-272	Cromatog HPLC		0,10 g/100g
Lactosa	AQ-272	Cromatog HPLC		0,10 g/100g
Maltosa	AQ-272	Cromatog HPLC		0,10 g/100g
Sacarosa	AQ-272	Cromatog HPLC		0,10 g/100g

ANEXO 8: Resultados del estudio de cromatografía líquida (HPLC) de la unidad muestral 2. Altitud: 4000-4050 msnm y Época de colecta: Mar-Abr



INFORME DE ENSAYO

Nº de Referencia:	AL-20/139503	Registrada en:	AGQ Perú	Cliente[*]:	CANDIOTTI MARTINEZKEVIN PIERO
Análisis:	155659AL-2	Centro Análisis:	Alkemi	Contrato:	PE20-4931
Tipo Muestra:	VARIOS (AL)	Fecha Recepción:	16/09/2020	Cliente 3[*]:	---
Fecha Inicio:	09/10/2020	Fecha Fin:	06/11/2020		
Descripción[*]:	MUESTRAS DE EXUDACIÓN DE PUVA DE RAIMONDI CON CÓDIGO MA-1.				

Fecha/Hora	15/03/2018	Muestreado por:	KEVIN PIERO CANDIOTTI MARTINEZ
Muestreo:			
Lugar de Muestreo:	CUENCA DEL VADO, DISTRITO DE CAJAMARQUILLA, PROVINCIA DE OCROS, DEPARTAMENTO DE ANCASH		
Punto de Muestreo:	PARCELA DE INVESTIGACIÓN LLAQUASHPAMPA-INAIG EM		

A continuación se exponen el Informe de Ensayo y Anexo Técnico asociados a la muestra, en los cuales se pueden consultar toda la información relacionada con los ensayos realizados.

Los Resultados emitidos en este informe, no han sido corregidos con factores de recuperación. Siguiendo el protocolo recogido en nuestro manual de calidad, AGQ guardará bajo condiciones controladas la muestra durante un periodo determinado después de la finalización del análisis. Una vez transcurrido este periodo, la muestra será eliminada. Si desea información adicional o cualquier aclaración, no dude en ponerse en contacto con nosotros.

Almudena Triguero Navarro

Covadonga Alonso Alonso

FECHA EMISIÓN: 06/11/2020

OBSERVACIONES [*]:

LA PRESENTE MUESTRA FUE EXTRAÍDA EN EL PERIODO DE MARZO A ABRIL DEL 2018 Y PERTENECE AL ESTRATO N° 1 (4000 A 4050 m.s.n.m.).

Nº de Referencia:	AL-20/139503	Tipo Muestra:	VARIOS (AL)
Descripción(*):	MUESTRAS DE EXUDACIÓN DE PUÑA DE RAIMONDI CON CÓDIGO MA-1.	Fecha Fin:	06/11/2020

RESULTADOS ANALITICOS

Parámetro	Resultado	Unidades	Incert	CMA
Azúcares				
Azúcares Totales	< 0.10	g/100g	-	
Fructosa	< 0.10	g/100g	-	
Galactosa	< 0.10	g/100g	-	
Glucosa	< 0.10	g/100g	-	
Lactosa	< 0.10	g/100g	-	
Maltosa	< 0.10	g/100g	-	
Sacarosa	< 0.10	g/100g	-	

Nota: Los Resultados de este informe solo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. Las incertidumbres de los parámetros acreditados están calculadas y a disposición del cliente. AGQ no se hace responsable de la información proporcionada por el cliente, asociada a la toma de muestras y a otros datos descriptivos, marcados con (*). A: Ensayo subcontratado y acreditado. N: Ensayo subcontratado y no acreditado. RE: Recuento en placa estimado. La Incertidumbre aplicada al resultado no aplica para valores menores al Límite de Cuantificación (LC).

Nº de Referencia:	AL-20/139503	Tipo Muestra:	VARIOS (AL)
Descripción(*):	MUESTRAS DE EXUDACIÓN DE PUÑA DE RAIMONDI CON CÓDIGO MA-1.	Fecha Fin:	06/11/2020

ANEXO TECNICO

Parámetro	PNT	Técnica	Ref. Norma.	Lim Cuantif/ Detec (1)
Azúcares				
Azúcares Totales	AQ-272	Cromatog HPLC		0.10 g/100g
Fructosa	AQ-272	Cromatog HPLC		0.10 g/100g
Galactosa	AQ-272	Cromatog HPLC		0.10 g/100g
Glucosa	AQ-272	Cromatog HPLC		0.10 g/100g
Lactosa	AQ-272	Cromatog HPLC		0.10 g/100g
Maltosa	AQ-272	Cromatog HPLC		0.10 g/100g
Sacarosa	AQ-272	Cromatog HPLC		0.10 g/100g

ANEXO 9: Resultados del estudio de cromatografía líquida (HPLC) de la unidad muestral 3. Altitud: 4000-4050 msnm y Época de colecta: May-Jun



INFORME DE ENSAYO

Nº de Referencia:	AL-20/139530	Registrada en:	AGQ Perú	Cliente(*):	CANDIOTTI MARTINEZ KEVIN PIERO
Análisis:	155659AL-2	Centro Análisis:	Alkemi	Contrato:	PE20-4931
Tipo Muestra:	VARIOS (AL)	Fecha Recepción:	16/09/2020	Cliente 3(*):	---
Fecha Inicio:	09/10/2020	Fecha Fin:	06/11/2020		
Descripción(*):	MUESTRAS DE EXUDACIÓN DE PUVA DE RAIMONDI CON CÓDIGO *MI-1.				

Fecha/Hora	15/05/2018	Muestreado por:	KEVIN PIERO CANDIOTTI MARTINEZ
Muestreo:			
Lugar de Muestreo:	CUENCA DEL VADO, DISTRITO DE CAJAMARQUILLA, PROVINCIA DE OCHOS, DEPARTAMENTO DE ANCASH		
Punto de Muestreo:	PARCELA DE INVESTIGACIÓN LLAQUASHPAMPA-INAG EM		

A continuación se exponen el Informe de Ensayo y Anexo Técnico asociados a la muestra, en los cuales se pueden consultar toda la información relacionada con los ensayos realizados.

Los Resultados emitidos en este informe, no han sido corregidos con factores de recuperación. Siguiendo el protocolo recogido en nuestro manual de calidad, AGQ guardará bajo condiciones controladas la muestra durante un periodo determinado después de la finalización del análisis. Una vez transcurrido este periodo, la muestra será eliminada. Si desea información adicional o cualquier aclaración, no dude en ponerse en contacto con nosotros.

Almudena Triguero Navarro

Covadonga Alonso Alonso

FECHA EMISIÓN: 06/11/2020

OBSERVACIONES (*):

LA PRESENTE MUESTRA FUE EXTRAÍDA EN EL PERIODO DE MAYO A JUNIO DEL 2018 Y PERTENECE AL ESTRATO N° 1 (4000 A 4050 m.s.n.m.).

Nº de Referencia:	AL-20/139530	Tipo Muestra:	VARIOS (AL)
Descripción(*):	MUESTRAS DE EXUDACIÓN DE PUYA DE RAIMONDI CON CÓDIGO *MJ-1.	Fecha Fin:	06/11/2020

RESULTADOS ANALITICOS

Parámetro	Resultado	Unidades	Incert	CMA
Azúcares				
Azúcares Totales	< 0,10	g/100g	-	
Fructosa	< 0,10	g/100g	-	
Galactosa	< 0,10	g/100g	-	
Glucosa	< 0,10	g/100g	-	
Lactosa	< 0,10	g/100g	-	
Maltosa	< 0,10	g/100g	-	
Sacarosa	< 0,10	g/100g	-	

Nota: Los Resultados de este informe solo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. Las incertidumbres de los parámetros acreditados están calculadas y a disposición del cliente. AGQ no se hace responsable de la información proporcionada por el cliente, asociada a la toma de muestras y a otros datos descriptivos, marcados con (*). A: Ensayo subcontratado y acreditado. N: Ensayo subcontratado y no acreditado. RE: Recuento en placa estimado. La Incertidumbre aplicada al resultado no aplica para valores menores al Límite de Cuantificación (LC).

Nº de Referencia:	AL-20/139530	Tipo Muestra:	VARIOS (AL)
Descripción(*):	MUESTRAS DE EXUDACIÓN DE PUYA DE RAIMONDI CON CÓDIGO *MJ-1.	Fecha Fin:	06/11/2020

ANEXO TECNICO

Parámetro	PNT	Técnica	Ref. Norma.	Lim Cuantif/ Detec (1)
Azúcares				
Azúcares Totales	AQ-272	Cromatog HPLC		0,10 g/100g
Fructosa	AQ-272	Cromatog HPLC		0,10 g/100g
Galactosa	AQ-272	Cromatog HPLC		0,10 g/100g
Glucosa	AQ-272	Cromatog HPLC		0,10 g/100g
Lactosa	AQ-272	Cromatog HPLC		0,10 g/100g
Maltosa	AQ-272	Cromatog HPLC		0,10 g/100g
Sacarosa	AQ-272	Cromatog HPLC		0,10 g/100g

ANEXO 10: Resultados del estudio de cromatografía líquida (HPLC) de la unidad muestral 4. Altitud: 4050-4100 msnm y Época de colecta: Ene-Feb



INFORME DE ENSAYO

Nº de Referencia:	AL-20/139494	Registrada en:	AGQ Perú	Cliente(*):	CANDIOTTI MARTINEZKEVIN PIERO
Análisis:	155659AL-2	Centro Análisis:	Alkemi	Contrato:	PEZO-4991
Tipo Muestra:	VARIOS (AL)	Fecha Recepción:	16/09/2020	Cliente 3º(*):	---
Fecha Inicio:	09/10/2020	Fecha Fin:	06/11/2020		
Descripción(*):	MUESTRAS DE EXUDACIÓN DE PUYA DE RAIMONDI CON CÓDIGO EF-2.				

Fecha/Hora	15/02/2018	Muestreado por:	KEVIN PIERO CANDIOTTI MARTINEZ
Muestreo:			
Lugar de Muestreo:	CUENCA DEL VADO, DISTRITO DE CAJAMARQUILLA, PROVINCIA DE OCROS, DEPARTAMENTO DE ANCASH		
Punto de Muestreo:	PARCELA DE INVESTIGACIÓN LLAQUASHPAMPA-INAIG EM		

A continuación se exponen el Informe de Ensayo y Anexo Técnico asociados a la muestra, en los cuales se pueden consultar toda la información relacionada con los ensayos realizados.

Los Resultados emitidos en este informe, no han sido corregidos con factores de recuperación. Siguiendo el protocolo recogido en nuestro manual de calidad, AGQ guardará bajo condiciones controladas la muestra durante un periodo determinado después de la finalización del análisis. Una vez transcurrido este periodo, la muestra será eliminada. Si desea información adicional o cualquier aclaración, no dude en ponerse en contacto con nosotros.

Almudena Triguero Navarro

Covadonga Alonso Alonso

FECHA EMISIÓN: 06/11/2020

OBSERVACIONES (*):

LA PRESENTE MUESTRA FUE EXTRAÍDA EN EL PERIODO DE ENERO A FEBRERO DEL 2018 Y PERTENECE AL ESTRATO N° 2 (4050 A 4100 m.s.n.m.).

Nº de Referencia:	AL-20/139494	Tipo Muestra:	VARIOS (AL)
Descripción(*):	MUESTRAS DE EXUDACIÓN DE PUVA DE RAIMONDI CON CÓDIGO EF-2.	Fecha Fin:	06/11/2020

RESULTADOS ANALITICOS

Parámetro	Resultado	Unidades	Incert	CMA
Azúcares				
Azúcares Totales	< 0.10	g/100g	-	
Fructosa	< 0.10	g/100g	-	
Galactosa	< 0.10	g/100g	-	
Glucosa	< 0.10	g/100g	-	
Lactosa	< 0.10	g/100g	-	
Maltosa	< 0.10	g/100g	-	
Sacarosa	< 0.10	g/100g	-	

Nota: Los Resultados de este informe solo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. Las incertidumbres de los parámetros acreditados están calculadas y a disposición del cliente. AGQ no se hace responsable de la información proporcionada por el cliente, asociada a la toma de muestras y a otros datos descriptivos, marcados con (*). A: Ensayo subcontratado y acreditado. N: Ensayo subcontratado y no acreditado. RE: Recuento en placa estimado. La Incertidumbre aplicada al resultado no aplica para valores menores al Límite de Cuantificación (LC).

Nº de Referencia:	AL-20/139494	Tipo Muestra:	VARIOS (AL)
Descripción(*):	MUESTRAS DE EXUDACIÓN DE PUVA DE RAIMONDI CON CÓDIGO EF-2.	Fecha Fin:	06/11/2020

ANEXO TECNICO

Parámetro	PNT	Técnica	Ref. Norma.	Lim Cuantif/ Detec (1)
Azúcares				
Azúcares Totales	AQ-272	Cromatog HPLC		0.10 g/100g
Fructosa	AQ-272	Cromatog HPLC		0.10 g/100g
Galactosa	AQ-272	Cromatog HPLC		0.10 g/100g
Glucosa	AQ-272	Cromatog HPLC		0.10 g/100g
Lactosa	AQ-272	Cromatog HPLC		0.10 g/100g
Maltosa	AQ-272	Cromatog HPLC		0.10 g/100g
Sacarosa	AQ-272	Cromatog HPLC		0.10 g/100g

ANEXO 11: Resultados del estudio de cromatografía líquida (HPLC) de la unidad muestral 5. Altitud: 4050-4100 msnm y Época de colecta: Mar-Abr



INFORME DE ENSAYO

Nº de Referencia:	AL-20/139525	Registrada en:	AGQ Perú	Cliente[*]:	CANDIOTTI MARTINEZKEVIN PIERO
Análisis:	155659AL-2	Centro Análisis:	Alkemi	Contrato:	PE20-4931
Tipo Muestra:	VARIOS (AL)	Fecha Recepción:	16/09/2020	Cliente 3[*]:	---
Fecha Inicio:	09/10/2020	Fecha Fin:	06/11/2020		
Descripción[*]:	MUESTRAS DE EXUDACIÓN DE PUVA DE RAIMONDI CON CÓDIGO MA-2.				

Fecha/Hora	16/04/2018	Muestreado por:	KEVIN PIERO CANDIOTTI MARTINEZ
Muestreo:			
Lugar de Muestreo:	CUENCA DEL VADO, DISTRITO DE CAJAMARQUILLA, PROVINCIA DE OCROS, DEPARTAMENTO DE ANCASH		
Punto de Muestreo:	PARCELA DE INVESTIGACIÓN LLAQUASHPAMPA-INAIG EM		

A continuación se exponen el Informe de Ensayo y Anexo Técnico asociados a la muestra, en los cuales se pueden consultar toda la información relacionada con los ensayos realizados.

Los Resultados emitidos en este informe, no han sido corregidos con factores de recuperación. Siguiendo el protocolo recogido en nuestro manual de calidad, AGQ guardará bajo condiciones controladas la muestra durante un periodo determinado después de la finalización del análisis. Una vez transcurrido este periodo, la muestra será eliminada. Si desea información adicional o cualquier aclaración, no dude en ponerse en contacto con nosotros.

Almudena Triguero Navarro

Covadonga Alonso Alonso

FECHA EMISIÓN: 06/11/2020

OBSERVACIONES [*]:

LA PRESENTE MUESTRA FUE EXTRAÍDA EN EL PERIODO DE MARZO A ABRIL DEL 2018 Y PERTENECE AL ESTRATO Nº 2 (4050 A 4100 m.s.n.m.).

Nº de Referencia:	AL-20/139525	Tipo Muestra:	VARIOS (AL)
Descripción(*):	MUESTRAS DE EXUDACIÓN DE PUÑA DE RAIMONDI CON CÓDIGO MA-2.	Fecha Fin:	06/11/2020

RESULTADOS ANALITICOS

Parámetro	Resultado	Unidades	Incert	CMA
Azúcares				
Azúcares Totales	< 0.10	g/100g	-	
Fructosa	< 0.10	g/100g	-	
Galactosa	< 0.10	g/100g	-	
Glucosa	< 0.10	g/100g	-	
Lactosa	< 0.10	g/100g	-	
Maltosa	< 0.10	g/100g	-	
Sacarosa	< 0.10	g/100g	-	

Nota: Los Resultados de este informe solo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. Las incertidumbres de los parámetros acreditados están calculadas y a disposición del cliente. AGQ no se hace responsable de la información proporcionada por el cliente, asociada a la toma de muestras y a otros datos descriptivos, marcados con (*). A: Ensayo subcontratado y acreditado. N: Ensayo subcontratado y no acreditado. RE: Recuento en placa estimado. La Incertidumbre aplicada al resultado no aplica para valores menores al Límite de Cuantificación (LC).

Nº de Referencia:	AL-20/139525	Tipo Muestra:	VARIOS (AL)
Descripción(*):	MUESTRAS DE EXUDACIÓN DE PUÑA DE RAIMONDI CON CÓDIGO MA-2.	Fecha Fin:	06/11/2020

ANEXO TECNICO

Parámetro	PNT	Técnica	Ref. Norma.	Lim Cuantif/ Detec (1)
Azúcares				
Azúcares Totales	AQ-272	Cromatog HPLC		0.10 g/100g
Fructosa	AQ-272	Cromatog HPLC		0.10 g/100g
Galactosa	AQ-272	Cromatog HPLC		0.10 g/100g
Glucosa	AQ-272	Cromatog HPLC		0.10 g/100g
Lactosa	AQ-272	Cromatog HPLC		0.10 g/100g
Maltosa	AQ-272	Cromatog HPLC		0.10 g/100g
Sacarosa	AQ-272	Cromatog HPLC		0.10 g/100g

ANEXO 12: Resultados del estudio de cromatografía líquida (HPLC) de la unidad muestral 6. Altitud: 4050-4100 msnm y Época de colecta: May-Jun



INFORME DE ENSAYO

Nº de Referencia:	AL-20/139509	Registrada en:	AGQ Perú	Cliente[*]:	CANDIOTTI MARTINEZ KEVIN PIERO
Análisis:	155659AL-2	Centro Análisis:	Alkemi	Contrato:	PE20-4931
Tipo Muestra:	VARIOS (AL)	Fecha Recepción:	16/09/2020	Cliente 3º[*]:	—
Fecha Inicio:	09/10/2020	Fecha Fin:	06/11/2020		
Descripción[*]:	MUESTRAS DE EXUDACIÓN DE PUVA DE RAIMONDI CON CÓDIGO *MI-2.				

Fecha/Hora	15/06/2018	Muestreado por:	KEVIN PIERO CANDIOTTI MARTINEZ
Muestreo:			
Lugar de Muestreo:	CUENCA DEL VADO, DISTRITO DE CAJAMARQUILLA, PROVINCIA DE OCROS, DEPARTAMENTO DE ANCASH		
Punto de Muestreo:	PARCELA DE INVESTIGACIÓN LLAQUASHPAMPA-INAIG EM		

A continuación se exponen el Informe de Ensayo y Anexo Técnico asociados a la muestra, en los cuales se pueden consultar toda la información relacionada con los ensayos realizados.

Los Resultados emitidos en este informe, no han sido corregidos con factores de recuperación. Siguiendo el protocolo recogido en nuestro manual de calidad, AGQ guardará bajo condiciones controladas la muestra durante un periodo determinado después de la finalización del análisis. Una vez transcurrido este periodo, la muestra será eliminada. Si desea información adicional o cualquier aclaración, no dude en ponerse en contacto con nosotros.

Almudena Triguero Navarro

Covadonga Alonso Alonso

FECHA EMISIÓN: 06/11/2020

OBSERVACIONES [*]:

LA PRESENTE MUESTRA FUE EXTRAÍDA EN EL PERIODO DE MAYO A JUNIO DEL 2018 Y PERTENECE AL ESTRATO Nº 2 (4050 A 4100 m.s.n.m.).

Nº de Referencia:	AL-20/139509	Tipo Muestra:	VARIOS (AL)
Descripción(*):	MUESTRAS DE EXUDACIÓN DE PUVA DE RAIMONDI CON CÓDIGO *MJ-2.	Fecha Fin:	06/11/2020

RESULTADOS ANALITICOS				
Parámetro	Resultado	Unidades	Incert	CMA
Azúcares				
Azúcares Totales	< 0.10	g/100g	-	
Fructosa	< 0.10	g/100g	-	
Galactosa	< 0.10	g/100g	-	
Glucosa	< 0.10	g/100g	-	
Lactosa	< 0.10	g/100g	-	
Maltosa	< 0.10	g/100g	-	
Sacarosa	< 0.10	g/100g	-	

Nota: Los Resultados de este informe solo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. Las incertidumbres de los parámetros acreditados están calculadas y a disposición del cliente. AGQ no se hace responsable de la información proporcionada por el cliente, asociada a la toma de muestras y a otros datos descriptivos, marcados con (*). A: Ensayo subcontratado y acreditado. N: Ensayo subcontratado y no acreditado. RE: Recuento en placa estimado. La Incertidumbre aplicada al resultado no aplica para valores menores al Límite de Cuantificación (LC).

Nº de Referencia:	AL-20/139509	Tipo Muestra:	VARIOS (AL)
Descripción(*):	MUESTRAS DE EXUDACIÓN DE PUVA DE RAIMONDI CON CÓDIGO *MJ-2.	Fecha Fin:	06/11/2020

ANEXO TECNICO				
Parámetro	PNT	Técnica	Ref. Norma.	Lim Cuantif/ Detec (1)
Azúcares				
Azúcares Totales	AQ-272	Cromatog HPLC		0.10 g/100g
Fructosa	AQ-272	Cromatog HPLC		0.10 g/100g
Galactosa	AQ-272	Cromatog HPLC		0.10 g/100g
Glucosa	AQ-272	Cromatog HPLC		0.10 g/100g
Lactosa	AQ-272	Cromatog HPLC		0.10 g/100g
Maltosa	AQ-272	Cromatog HPLC		0.10 g/100g
Sacarosa	AQ-272	Cromatog HPLC		0.10 g/100g

Anexo 13: Resultados del estudio de cromatografía líquida (HPLC) de la unidad muestral 7. Altitud: 4100-4150 msnm y Época de colecta: Ene-Feb



INFORME DE ENSAYO

Nº de Referencia:	AL-20/139519	Registrada en:	AGQ Perú	Cliente(*):	CANDIOTTI MARTINEZ KEVIN PIERO
Análisis:	155659AL-2	Centro Análisis:	Alkemi	Contrato:	PE20-4931
Tipo Muestra:	VARIOS (AL)	Fecha Recepción:	16/09/2020	Cliente 3º(*):	---
Fecha Inicio:	09/10/2020	Fecha Fin:	06/11/2020		
Descripción(*):	MUESTRAS DE EXUDACIÓN DE PUVA DE RAIMONDI CON CÓDIGO EF-3.				

Fecha/Hora	15/01/2018	Muestreado por:	KEVIN PIERO CANDIOTTI MARTINEZ
Muestreo:			
Lugar de Muestreo:	CUENCA DEL VADO, DISTRITO DE CAJAMARQUILLA, PROVINCIA DE OCROS, DEPARTAMENTO DE ANCASH		
Punto de Muestreo:	PARCELA DE INVESTIGACIÓN LLAQJASHPAMPA-INAIG EM		

A continuación se exponen el Informe de Ensayo y Anexo Técnico asociados a la muestra, en los cuales se pueden consultar toda la información relacionada con los ensayos realizados.

Los Resultados emitidos en este informe, no han sido corregidos con factores de recuperación. Siguiendo el protocolo recogido en nuestro manual de calidad, AGQ, guardará bajo condiciones controladas la muestra durante un periodo determinado después de la finalización del análisis. Una vez transcurrido este periodo, la muestra será eliminada. Si desea información adicional o cualquier aclaración, no dude en ponerse en contacto con nosotros.

Almudena Triguero Navarro

Covadonga Alonso Alonso

FECHA EMISIÓN: 06/11/2020

OBSERVACIONES (*):

LA PRESENTE MUESTRA FUE EXTRAÍDA EN EL PERIODO DE ENERO A FEBRERO DEL 2018 Y PERTENECE AL ESTRATO N° 3 (4100 A 4150 m.s.n.m.).

Nº de Referencia:	AL-20/139519	Tipo Muestra:	VARIOS (AL)
Descripción(*):	MUESTRAS DE EXUDACIÓN DE PUYA DE RAIMONDI CON CÓDIGO EF-3.	Fecha Fin:	06/11/2020

RESULTADOS ANALITICOS

Parámetro	Resultado	Unidades	Incert	CMA
Azúcares				
Azúcares Totales	< 0.10	g/100g	-	
Fructosa	< 0.10	g/100g	-	
Galactosa	< 0.10	g/100g	-	
Glucosa	< 0.10	g/100g	-	
Lactosa	< 0.10	g/100g	-	
Maltosa	< 0.10	g/100g	-	
Sacarosa	< 0.10	g/100g	-	

Nota: Los Resultados de este informe solo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. Las incertidumbres de los parámetros acreditados están calculadas y a disposición del cliente. AGQ no se hace responsable de la información proporcionada por el cliente, asociada a la toma de muestras y a otros datos descriptivos, marcados con (*). A: Ensayo subcontratado y acreditado. N: Ensayo subcontratado y no acreditado. RE: Recuento en placa estimado. La incertidumbre aplicada al resultado no aplica para valores menores al Límite de Cuantificación (LC).

Nº de Referencia:	AL-20/139519	Tipo Muestra:	VARIOS (AL)
Descripción(*):	MUESTRAS DE EXUDACIÓN DE PUYA DE RAIMONDI CON CÓDIGO EF-3.	Fecha Fin:	06/11/2020

ANEXO TECNICO

Parámetro	PNT	Técnica	Ref. Norma.	Lim Cuantif/ Detec (1)
Azúcares				
Azúcares Totales	AQ-272	Cromatog HPLC		0.10 g/100g
Fructosa	AQ-272	Cromatog HPLC		0.10 g/100g
Galactosa	AQ-272	Cromatog HPLC		0.10 g/100g
Glucosa	AQ-272	Cromatog HPLC		0.10 g/100g
Lactosa	AQ-272	Cromatog HPLC		0.10 g/100g
Maltosa	AQ-272	Cromatog HPLC		0.10 g/100g
Sacarosa	AQ-272	Cromatog HPLC		0.10 g/100g

ANEXO 14: Resultados del estudio de cromatografía líquida (HPLC) de la unidad muestral 8. Altitud: 4100-4150 msnm y Época de colecta: Mar-Abr



INFORME DE ENSAYO

Nº de Referencia:	AL-20/139506	Registrada en:	AGQ Perú	Cliente(*):	CANDIOTTI MARTINEZ KEVIN PIERO
Análisis:	155659AL-2	Centro Análisis:	Alkemi	Contrato:	PE20-4931
Tipo Muestra:	VARIOS (AL)	Fecha Recepción:	16/09/2020	Cliente 3ª(*):	---
Fecha Inicio:	09/10/2020	Fecha Fin:	06/11/2020		
Descripción(*):	MUESTRAS DE EXUDACIÓN DE PUVA DE RAIMONDI CON CÓDIGO MA-3.				

Fecha/Hora	15/03/2018	Muestreado por:	KEVIN PIERO CANDIOTTI MARTINEZ
Muestreo:			
Lugar de Muestreo:	CUENCA DEL VADO, DISTRITO DE CAJAMARQUILLA, PROVINCIA DE OCHOS, DEPARTAMENTO DE ANCASH		
Punto de Muestreo:	PARCELA DE INVESTIGACIÓN LLAQUASHPAMPA-INAIG EM		

A continuación se exponen el Informe de Ensayo y Anexo Técnico asociados a la muestra, en los cuales se pueden consultar toda la información relacionada con los ensayos realizados.

Los Resultados emitidos en este informe, no han sido corregidos con factores de recuperación. Siguiendo el protocolo recogido en nuestro manual de calidad, AGQ guardará bajo condiciones controladas la muestra durante un periodo determinado después de la finalización del análisis. Una vez transcurrido este periodo, la muestra será eliminada. Si desea información adicional o cualquier aclaración, no dude en ponerse en contacto con nosotros.

Almudena Triguero Navarro

Covadonga Alonso Alonso

FECHA EMISIÓN: 06/11/2020

OBSERVACIONES (*):

LA PRESENTE MUESTRA FUE EXTRAÍDA EN EL PERIODO DE MARZO A ABRIL DEL 2018 Y PERTENECE AL ESTRATO Nº 3 (4100 A 4150 m.s.n.m.).

Nº de Referencia:	AL-20/139506	Tipo Muestra:	VARIOS (AL)
Descripción(*):	MUESTRAS DE EXUDACIÓN DE PUVA DE RAIMONDI CON CÓDIGO MA-3.	Fecha Fin:	06/11/2020

RESULTADOS ANALITICOS				
Parámetro	Resultado	Unidades	Incert	CMA
Azúcares				
Azúcares Totales	< 0,10	g/100g	-	
Fructosa	< 0,10	g/100g	-	
Galactosa	< 0,10	g/100g	-	
Glucosa	< 0,10	g/100g	-	
Lactosa	< 0,10	g/100g	-	
Maltosa	< 0,10	g/100g	-	
Sacarosa	< 0,10	g/100g	-	

Nota: Los Resultados de este informe solo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. Las incertidumbres de los parámetros acreditados están calculadas y a disposición del cliente. AGQ no se hace responsable de la información proporcionada por el cliente, asociada a la toma de muestras y a otros datos descriptivos, marcados con (*). A: Ensayo subcontratado y acreditado. N: Ensayo subcontratado y no acreditado. RE: Recuento en placa estimado. La Incertidumbre aplicada al resultado no aplica para valores menores al Límite de Cuantificación (LQ).

Nº de Referencia:	AL-20/139506	Tipo Muestra:	VARIOS (AL)
Descripción(*):	MUESTRAS DE EXUDACIÓN DE PUVA DE RAIMONDI CON CÓDIGO MA-3.	Fecha Fin:	06/11/2020

ANEXO TECNICO				
Parámetro	PNT	Técnica	Ref. Norma.	Lim Cuantif/ Detec (1)
Azúcares				
Azúcares Totales	AQ-272	Cromatog HPLC		0,10 g/100g
Fructosa	AQ-272	Cromatog HPLC		0,10 g/100g
Galactosa	AQ-272	Cromatog HPLC		0,10 g/100g
Glucosa	AQ-272	Cromatog HPLC		0,10 g/100g
Lactosa	AQ-272	Cromatog HPLC		0,10 g/100g
Maltosa	AQ-272	Cromatog HPLC		0,10 g/100g
Sacarosa	AQ-272	Cromatog HPLC		0,10 g/100g

ANEXO 15: Resultados del estudio de cromatografía líquida (HPLC) de la unidad muestral 9. Altitud: 4100-4150 msnm y Época de colecta: May-Jun



INFORME DE ENSAYO

Nº de Referencia:	AL-20/139536	Registrada en:	AGQ Perú	Cliente[*]:	CANDIOTTI MARTINEZKEVIN PIERO
Análisis:	155659AL-2	Centro Análisis:	Alkemi	Contrato:	PE20-4931
Tipo Muestra:	VARIOS (AL)	Fecha Recepción:	16/09/2020	Cliente 3[*]:	—
Fecha Inicio:	09/10/2020	Fecha Fin:	06/11/2020		
Descripción[*]:	MUESTRAS DE EXUDACIÓN DE PUVA DE RAIMONDI CON CÓDIGO *MI-3.				

Fecha/Hora	15/05/2018	Muestreado por:	KEVIN PIERO CANDIOTTI MARTINEZ
Muestreo:			
Lugar de Muestreo:	CUENCA DEL VADO, DISTRITO DE CAJAMARQUILLA, PROVINCIA DE OCROS, DEPARTAMENTO DE ANCASH		
Punto de Muestreo:	PARCELA DE INVESTIGACIÓN LLAQUASHPAMPA-INAIG EM		

A continuación se exponen el Informe de Ensayo y Anexo Técnico asociados a la muestra, en los cuales se pueden consultar toda la información relacionada con los ensayos realizados.

Los Resultados emitidos en este informe, no han sido corregidos con factores de recuperación. Siguiendo el protocolo recogido en nuestro manual de calidad, AGQ guardará bajo condiciones controladas la muestra durante un periodo determinado después de la finalización del análisis. Una vez transcurrido este periodo, la muestra será eliminada. Si desea información adicional o cualquier aclaración, no dude en ponerse en contacto con nosotros.

Nº de Referencia:	AL-20/139536	Tipo Muestra:	VARIOS (AL)
Descripción(*):	MUESTRAS DE EXUDACIÓN DE PUVA DE RAIMONDI CON CÓDIGO *MU-3.	Fecha Fin:	06/11/2020

RESULTADOS ANALITICOS

Parámetro	Resultado	Unidades	Incert	CMA
Azúcares				
Azúcares Totales	< 0,10	g/100g	-	
Fructosa	< 0,10	g/100g	-	
Galactosa	< 0,10	g/100g	-	
Glucosa	< 0,10	g/100g	-	
Lactosa	< 0,10	g/100g	-	
Maltosa	< 0,10	g/100g	-	
Sacarosa	< 0,10	g/100g	-	

Nota: Los Resultados de este informe solo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. Las incertidumbres de los parámetros acreditados están calculadas y a disposición del cliente. AGQ no se hace responsable de la información proporcionada por el cliente, asociada a la toma de muestras y a otros datos descriptivos, marcados con (*). A: Ensayo subcontratado y acreditado. N: Ensayo subcontratado y no acreditado. RE: Recuento en placa estimado. La incertidumbre aplicada al resultado no aplica para valores menores al Límite de Cuantificación (LC).

Nº de Referencia:	AL-20/139536	Tipo Muestra:	VARIOS (AL)
Descripción(*):	MUESTRAS DE EXUDACIÓN DE PUVA DE RAIMONDI CON CÓDIGO *MU-3.	Fecha Fin:	06/11/2020

ANEXO TECNICO

Parámetro	PNT	Técnica	Ref. Norma.	Lim Cuanol/ Detec (1)
Azúcares				
Azúcares Totales	AQ-272	Cromatog HPLC		0,10 g/100g
Fructosa	AQ-272	Cromatog HPLC		0,10 g/100g
Galactosa	AQ-272	Cromatog HPLC		0,10 g/100g
Glucosa	AQ-272	Cromatog HPLC		0,10 g/100g
Lactosa	AQ-272	Cromatog HPLC		0,10 g/100g
Maltosa	AQ-272	Cromatog HPLC		0,10 g/100g
Sacarosa	AQ-272	Cromatog HPLC		0,10 g/100g

ANEXO 16: Resumen del contenido de azúcares

Azúcar (g/100g)	Altitud (m.s.n.m.)		
	4000-4050	4050-4100	4100-4150
Fructuosa	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Galactosa	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Glucosa	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Lactosa	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Maltosa	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Sacarosa	< 0,1	< 0,1	< 0,1

Los niveles de azúcares fueron muy bajos entre las distintas altitudes. Todos los niveles de fructuosa, galactosa, glucosa, lactosa, maltosa y sacarosa fueron inferiores a 0.1 g/100g. No se pudo determinar si la altitud influye o no en los niveles de azúcares.

Azúcar (g/100g)	Época de colecta (meses)		
	Ene-Feb	Mar-Abr	May-Jun
Fructuosa	< 0.1	< 0.1	< 0.1
Galactosa	< 0.1	< 0.1	< 0.1
Glucosa	< 0.1	< 0.1	< 0.1
Lactosa	< 0.1	< 0.1	< 0.1
Maltosa	< 0.1	< 0.1	< 0.1
Sacarosa	< 0.1	< 0.1	< 0.1

FUENTE: Elaboración propia

Los niveles de azúcares fueron muy bajos entre las distintas épocas de colecta. Todos los niveles de fructuosa, galactosa, glucosa, lactosa, maltosa y sacarosa fueron inferiores a 0.1 g/100g. No se pudo determinar si la época de colecta influye o no en los niveles de azúcares.

ANEXO 17: Datos de las características físicas y químicas

n° muestra	Altitud (m.s.n.m.)	Época de colecta (meses)	DENSIDAD				
			Peso Picnómetro (g)	Peso PIC. + H2O (g)	Peso RESINA + PIC. (g)	Densidad (g/ml)	Densidad Relativa (g/ml)
1	4000-4050	Ene-Feb	10.479	20.272	10.969	0.050	0.050
2	4050-4100	Ene-Feb	10.848	20.499	11.255	0.042	0.042
3	4100-4150	Ene-Feb	10.774	20.457	11.126	0.036	0.036
4	4000-4050	Mar-Abr	10.480	20.190	10.644	0.017	0.017
5	4050-4100	Mar-Abr	10.760	20.573	11.280	0.053	0.053
6	4100-4150	Mar-Abr	10.670	20.355	11.136	0.048	0.048
7	4000-4050	May-Jun	10.452	20.261	10.985	0.054	0.054
8	4050-4100	May-Jun	10.786	20.660	11.278	0.050	0.050
9	4100-4150	May-Jun	10.633	20.441	11.877	0.127	0.127

Continuación

n° muestra	Altitud (m.s.n.m.)	Época de colecta (meses)	HUMEDAD			ÍNDICE DE ACIDEZ	ÍNDICE DE REFRACCIÓN
			Masa Húmeda (g)	Masa Seca (g)	Contenido de humedad (%)	Gasto de KOH 0.1 N (ml)	
1	4000-4050	Ene-Feb	1.011	0.875	0.135	0.6	1.347
2	4050-4100	Ene-Feb	1.010	0.871	0.138	0.2	1.370
3	4100-4150	Ene-Feb	1.002	0.850	0.151	0.3	1.339
4	4000-4050	Mar-Abr	1.061	0.880	0.171	0.8	1.331
5	4050-4100	Mar-Abr	1.001	0.823	0.178	0.4	1.333
6	4100-4150	Mar-Abr	1.067	0.879	0.176	0.3	1.331
7	4000-4050	May-Jun	1.141	0.963	0.156	0.3	1.330
8	4050-4100	May-Jun	1.198	1.017	0.151	0.2	1.332
9	4100-4150	May-Jun	1.180	0.863	0.269	0.4	1.328

Continuación

n° muestra	Altitud (m.s.n.m.)	Época de colecta (meses)	COLOR				
			Matiz	Fila (N°) o Valor	Columna (N°) o Cromo	Sistema Munsell	Color
1	4000-4050	Ene-Feb	7.5YR	7/	/10	7.5YR 7/10	Amarillo naranja
2	4050-4100	Ene-Feb	7.5YR	7/	/8	7.5YR 7/8	Amarillo naranja
3	4100-4150	Ene-Feb	7.5YR	7/	/10	7.5YR 7/10	Amarillo naranja
4	4000-4050	Mar-Abr	7.5YR	8/	/6	7.5YR 8/6	Naranja
5	4050-4100	Mar-Abr	7.5YR	7/	/6	7.5YR 7/6	Naranja
6	4100-4150	Mar-Abr	7.5YR	7/	/6	7.5YR 7/6	Naranja
7	4000-4050	May-Jun	7.5YR	6/	/10	7.5YR 6/10	Naranja
8	4050-4100	May-Jun	7.5YR	6/	/10	7.5YR 6/10	Naranja
9	4100-4150	May-Jun	7.5YR	5/	/8	7.5YR 5/8	Marrón

Continuación

n° muestra	Altitud (m.s.n.m.)	Época de colecta (meses)	SOLUBILIDAD		Rendimiento (%)	PARÁMETROS DASOMÉTRICOS			
			Solubilidad en etanol	Solubilidad en agua		Diámetro (cm)	Altura (m)	Sanidad	Vigor
1	4000-4050	Ene-Feb	No	Sí	133.940	45	13	Sano	Alto
2	4050-4100	Ene-Feb	No	Sí	131.322	50	14	Sano	Alto
3	4100-4150	Ene-Feb	No	Sí	154.326	52	15	Sano	Alto
4	4000-4050	Mar-Abr	No	Sí	140.202	54	14	Sano	Alto
5	4050-4100	Mar-Abr	No	Sí	154.391	50	13	Sano	Alto
6	4100-4150	Mar-Abr	No	Sí	138.614	48	16	Sano	Alto
7	4000-4050	May-Jun	No	Sí	148.972	54	11	Sano	Alto
8	4050-4100	May-Jun	No	Sí	149.487	52	14	Sano	Alto
9	4100-4150	May-Jun	No	Sí	147.670	51	13	Sano	Alto

Continuación

n° muestra	Altitud (m.s.n.m.)	Época de colecta (meses)	AZÚCARES					
			Fructosa (g/100g)	Galactosa (g/100g)	Glucosa (g/100g)	Lactosa (g/100g)	Maltosa (g/100g)	Sacarosa (g/100g)
1	4000-4050	Ene-Feb	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
2	4050-4100	Ene-Feb	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
3	4100-4150	Ene-Feb	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
4	4000-4050	Mar-Abr	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
5	4050-4100	Mar-Abr	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
6	4100-4150	Mar-Abr	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
7	4000-4050	May-Jun	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
8	4050-4100	May-Jun	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
9	4100-4150	May-Jun	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1

ANEXO 18: NTP 251.010: 2014. MADERA. Métodos para determinar el contenido de humedad

NORMA TÉCNICA
PERUANA

NTP 251.010
2014

Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales no Arancelarias - INDECOPI
Calle de La Prosa 104, San Borja (Lima 41) Apartado 145 Lima, Perú

MADERA. Métodos para determinar el contenido de humedad

WOOD. Determination of moisture content

2014-12-18
3ª Edición

R.0138-2014/CNB-INDECOPI. Publicada el 2014-12-28

I.C.S.: 79.040

Descriptores: Madera, método de ensayo, humedad

Precio basado en 19 páginas

ESTA NORMA ES RECOMENDABLE

MADERA. Métodos para determinar el contenido de humedad

1. OBJETO Y CAMPO DE APLICACION

1.1 La presente Norma Técnica Peruana establece los métodos de ensayo para la determinación del contenido de humedad (CH) de la madera sólida. Los métodos de ensayo siguientes describen procedimientos primarios (Método A) y secundarios (Métodos del B al D) para medir el contenido de humedad:

- Método A - Método Primario de secado en estufa
- Método B - Método Secundario de secado en estufa
- Método C - Método de Destilación (Secundario)
- Método D - Otros métodos secundarios.

Esta Norma Técnica Peruana se aplica a madera sólida con o sin contenido de sustancias volátiles

1.2 El método primario de secado en estufa (Método A) es considerado como el único método primario. Está diseñado para fines de investigación donde la máxima precisión es requerida.

1.3 Los métodos secundarios (Métodos del B al D) están previstos para fines especiales o en circunstancias en las que no se desea o justifica utilizar el método primario. En estos procedimientos, los valores del contenido de humedad no pueden ser reportados con una precisión mayor que los valores porcentuales enteros; sin embargo, un mayor nivel de precisión puede ser reportado si se utilizan los procedimientos primarios apropiados.

1.4 El método de destilación (secundaria) está previsto para ser utilizado en materiales que han sido tratados químicamente o impregnados, en los que los procedimientos de secado en estufa presentan errores mayores a lo deseado en los resultados.

1.5 Esta NTP no pretende abordar los aspectos de seguridad, si los hubiesen, asociados con su uso. Es responsabilidad del usuario de esta norma establecer prácticas de seguridad y salud apropiadas, y determinar la aplicabilidad de las limitaciones reglamentarias antes de su uso.

2. REFERENCIAS NORMATIVAS

Las siguientes normas contienen disposiciones que al ser citadas en este texto, constituyen requisitos de esta Norma Técnica Peruana. Las ediciones indicadas estaban en vigencia en el momento de esta publicación. Como toda Norma está sujeta a revisión, se recomienda a aquellos que realicen acuerdos basándose en ellas, que analicen la conveniencia de usar las ediciones recientes de las normas citadas seguidamente. El Organismo Peruano de Normalización posee, en todo momento, la información de las Normas Técnicas Peruanas en vigencia.

Normas Técnicas Peruanas

- | | | |
|-----|-------------------------------------|--|
| 2.1 | NTP 251.008:1980 (revisada el 2012) | MADERAS. Selección y colección de muestras |
| 2.2 | NTP 251.009:1980 (revisada el 2012) | MADERAS. Acondicionamiento de las maderas destinadas a los ensayos físicos y mecánicos |
| 2.3 | NTP 251.001:2003 | MADERAS. Terminología |

3. TERMINOLOGÍA

3.1 Definiciones

3.1.1 **Contenido de humedad (CH):** Es la cantidad de agua contenida en la madera, generalmente expresada como un porcentaje de la masa de la madera seca a la estufa.

3.1.2 **Discusión:** El contenido de humedad de la madera u otros materiales a base de madera se puede expresar ya sea como un porcentaje de la masa seca al horno de la muestra (base seca a la estufa) o como un porcentaje de la masa inicial (base húmeda). Los métodos descritos en esta norma se refieren a la base seca a la estufa. Debido a que se utiliza la masa seca al horno, los valores del contenido de humedad pueden superar el 100 % . La determinación del contenido de humedad de la madera sólida se complica aún más cuando se utiliza un método térmico debido a la degradación térmica, lo que provoca que la masa final sin humedad disminuya a partir de pequeñas pero continuas pérdidas.

4. MUESTREO

Para la selección y acondicionamiento de las muestras se tomará en cuenta el método descrito en las NTP 251.008 y NTP 251.009.

5. IMPORTANCIA Y USO

5.1 El contenido de humedad es una de las variables más importantes que afectan las propiedades de la madera. Los procedimientos establecidos en estos métodos de ensayo están estructurados de forma tal que permitan su aplicación en todo rango de uso, desde la investigación básica hasta el procesamiento industrial.

El Método A está diseñado para la obtención de los valores más precisos de contenido de humedad, consistente con las necesidades del usuario. También proporciona medios de evaluación de la variabilidad atribuible a la estufa o a la higroscopicidad de la muestra, o

ambas. Además, se describen criterios para definir el punto final en el secado a la estufa. El método A es la referencia estándar para determinar el contenido de humedad de la madera.

Los Métodos del B al D son métodos secundarios que permiten aplicar procedimientos relativamente simples para medir el contenido de humedad, pero con menor precisión que el método A. Sin embargo, una mayor precisión puede ser alcanzada con datos de apoyo obtenidos al seguir apropiadamente el procedimiento del Método A.

6. MÉTODO A – Secado en estufa (Primario)

6.1 Equipos

6.1.1 **Estufa**, Se utilizará una estufa de convección forzada que pueda mantener una temperatura de (103 ± 2) °C durante todo el tiempo necesario para secar la muestra hasta alcanzar el punto final de secado (masa constante de la muestra). El equipo deberá tener un sistema de ventilación que permita que la humedad pueda escapar.

NOTA 1: La relación entre la masa de la muestra a volumen de la cámara y la velocidad del aire dentro de la estufa no es crítica siempre que la temperatura y la humedad relativa dentro de la estufa sean constantes. La humedad relativa de la habitación debe ser inferior al 70 %, a cuya condición la humedad relativa de la estufa será de 1,7 %. Para obtener la mejor precisión, el secado debe llevarse a cabo en una habitación con una humedad relativa constante tan baja como sea posible.

6.1.2 **Balanza**, Basado en una muestra de 10 g (seca a la estufa), la resolución mínima de lectura de la balanza será determinada por el nivel de precisión de reporte deseado.

Nivel de precisión de reporte CH (%)	Resolución Mínima de Lectura de la balanza (mg)
0,01	1
0,05	5
0,1	10
0,5	50
1,0	100

Para otros niveles de masa seca a la estufa, la sensibilidad requerida puede ser calculada a escala apropiadamente.

6.2 Material de Ensayo, Cualquier material de madera de tamaño conveniente puede ser utilizado, siempre que sea consistente con el uso de frascos cerrados de pesaje (6.4.5) y con la resolución de lectura de la balanza (6.1.2).

NOTA 2: Si las muestras contienen algún grado de material volátil que no sea agua, puede ser necesario utilizar el Método C o el Método A y C al mismo tiempo.

6.3 Estandarización y Calibración, La determinación de la variabilidad de la muestra requiere una medición separada de la contribución de la variabilidad dentro de la estufa.

6.3.1 Determinación de la Variabilidad de la Estufa, Esta sección permite una evaluación de la variabilidad de la estufa, separada de la variabilidad de las muestras distribuidas en la estufa.

6.3.1.1 Selección y Preparación de las Muestras, *Pinus radiata* (Pino radiata) debe ser molido hasta obtener aserrín, debiendo ser utilizada la fracción contenida en un tamiz de malla 40/60. El origen de la muestra o la historia de su secado no es crítica. El aserrín debe ser colocado en un recipiente cerrado hasta que se mezcle completamente. Todas las réplicas deben prepararse al mismo tiempo, debiendo ser obtenidas del mismo lote de material. Todo el material deberá ser transferido y almacenado en frascos de pesaje herméticos.

6.3.1.2 Equilibrio, El contenido de humedad de la muestra no es importante si se utilizan las técnicas de preparación descritas en 6.3.1.1. No se requiere que el material alcance la humedad de equilibrio, sin embargo es preferible que su contenido de humedad sea lo más uniforme posible.

6.3.1.3 Número y Ubicación de las Muestras, Cada ensayo consistirá en un conjunto de ocho muestras con sus respectivas réplicas. Estas deben situarse en cada tercera parte de posición con respecto a la altura, el ancho y la profundidad de la cavidad de la estufa. Con este esquema, cuatro muestras se colocarán en cada uno de los dos estantes, a un tercio y dos tercios de la altura de la cavidad.

6.3.2 **Determinación de la Variabilidad de la Estufa y de las Muestras Combinadas**, Los procedimientos son los mismos que los indicados en 6.3.1.1 y 6.3.1.3 excepto que pueden ser utilizadas muestras de cualquier origen, tamaño o forma. Calcular la variabilidad utilizando la ecuación mostrada en el apartado 6.5.2.

6.3.3 **Procedimiento**, Utilizar el procedimiento primario de secado a la estufa descrito en el apartado 6.4.

6.4 **Procedimiento:**

6.4.1 Conserve las muestras en recipientes herméticos individuales en el caso de que se pudiese producir algún retraso entre el muestreo y pesaje.

6.4.2 Pese las muestras usando una balanza adecuada para alcanzar la precisión deseada (véase 6.1.2).

6.4.3 Coloque las muestras en la estufa dentro del volumen ensayado para la precisión de la estufa.

6.4.4 **Punto final**, Se asume que la muestra ha alcanzado este punto cuando la pérdida de masa, en un intervalo de 3 horas, es igual o menor que dos veces la resolución de lectura de la balanza seleccionada. Por ejemplo, teniendo una muestra de 10 gramos, y para una resolución de lectura de la balanza de 1 mg elegida en 6.1.2 que permita reportar el contenido de humedad a un 0,01 % de precisión, se asume que se ha alcanzado el punto final cuando la pérdida de peso de la muestra es igual o menor a 2 mg en un periodo de 3 horas.

6.4.5 **Procedimiento para la Manipulación y Pesaje**, Las muestras secas se depositan en un desecador con una sustancia desecadora fresca hasta que hayan alcanzado la temperatura ambiente. Todas las pesadas se deberán efectuar utilizando frascos cerrados de pesaje.

6.5 Cálculos:

6.5.1 Calcular el contenido de humedad utilizando la siguiente fórmula:

$$CH\% = \frac{m_1 - m_2}{m_2} \times 100$$

Donde:

m_1 masa en gramos de la muestra antes del secado en estufa

m_2 masa en gramos de la muestra después del secado en estufa

Ejemplo – Una muestra de madera pesa 56,70 g . Después del secado en estufa su masa es de 52,30 g.

$$CH\% = ((56,70 - 52,30)/52,30) \times 100$$

$$CH = 8,4\%$$

NOTA 3: Si la madera ha sido tratada con un producto químico no volátil y si se conoce la masa de la sustancia química retenida, el contenido de humedad de la muestra se puede determinar de la siguiente manera:

$$CH\% = \frac{(A - B)}{D} \times 100$$

Donde:

D = B menos la masa del producto químico retenido en la muestra.

6.5.2 Calcular la varianza de la muestra utilizando la siguiente fórmula:

$$S_w^2 = S_{ow}^2 - S_o^2$$

Donde:

S_w^2 Varianza de la muestra

S_{ow}^2 Varianza de la estufa (6.3.1)

S_o^2 Varianza de muestras combinadas y la estufa (6.3.2)

6.6 Reporte

El reporte de ensayo deberá contener la siguiente información:

- Masa nominal secada en la estufa,
- Descripción de la muestra
- Varianza de la estufa,
- Varianza de la muestra,
- Resolución de lectura de la balanza,
- Modelo y tipo de estufa,
- Cualquier desviación al método de ensayo.
- El número de decimales reportados no deberá exceder el nivel de precisión elegido (7.1.2)

6.7 Precisión y Sesgo*

6.7.1 Precisión de la medición

Por definición, la precisión de la medición se ha establecido como igual a la precisión determinada de la medición del ensayo, es decir, supuestamente no existe un sesgo de medición debido a la imposibilidad de evaluar con precisión el contenido de humedad. Con este enfoque, la precisión real puede ser menor que la precisión indicada. En la actualidad, no existe información disponible donde se reporten varianzas típicas en estufa o en muestras.

* Está información corresponde a la ASTM D4442-2007

7. MÉTODO B – Secado en estufa (secundario)

7.1 Equipos

7.1.1 **Estufa**, Se utilizará una estufa que pueda mantener una temperatura de $103\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ durante todo el tiempo necesario para secar la muestra hasta alcanzar el punto final de secado (masa constante de la muestra).

7.1.2 **Balanza**, La resolución de lectura de la balanza deberá ser como mínimo de 0,1 % de la masa nominal de la muestra seca en estufa (véase 6.1.2).

7.2 Material de Ensayo

Cualquier material de madera convenientemente dimensionado podrá ser utilizado; sin embargo, la resolución de lectura de la balanza deberá ser coherente con la precisión deseada (véase 6.1.2 y 6.3).

NOTA 4: Si las muestras contienen algún grado de material volátil que no sea agua, puede ser necesario utilizar el Método C o el Método A y C al mismo tiempo.

7.3 Normalización y Calibración

No se requiere realizar ensayos específicos, a menos que se desee obtener una mayor precisión que los valores enteros de contenido de humedad. (Véase 7.7)

7.4 Procedimiento

7.4.1 Las muestras a ser equilibradas deben ser procesadas tal como se indica en la Guía D4933.

7.4.2 Conserve las muestras en recipientes herméticos individuales o en una envoltura adecuada en el caso de que se pudiese producir algún retraso entre el muestreo y el pesaje.

7.4.3 Pesar las muestras usando una balanza adecuada para alcanzar la precisión deseada (véase 7.1.2).

7.4.4 Punto final, Se asume que la muestra ha alcanzado este punto cuando, al realizar el pesaje de la muestra en intervalos de aproximadamente 4 h, no se aprecian cambios considerables en la masa de la misma.

NOTA 5: Como guía, una muestra de madera sólida seca al aire de 50 por 100 mm de sección transversal y 25 mm a lo largo del grano, por lo general, alcanzará el punto final (masa constante) dentro de las 24 h cuando se seca en una estufa de convección forzada.

7.4.5 Procedimiento para la Manipulación y Pesaje, Las muestras secas se pesarán tan pronto como sea posible para minimizar la absorción de humedad.

7.5 Cálculo del Contenido de humedad

7.5.1 Calcular el contenido de humedad utilizando la siguiente fórmula:

$$CH\% = \frac{m_1 - m_2}{m_2} \times 100$$

Donde:

m_1 masa en gramos de la muestra antes del secado en estufa

m_2 masa en gramos de la muestra después del secado en estufa

Ejemplo – Una muestra de madera pesa 56,70 g. Después del secado en estufa su masa es de 52,30 g.

$$CH\% = ((56,70 - 52,30)/52,30) \times 100$$

$$CH = 8,4\%$$

Se redondea a 8 % (véase 1.3 y 8.7.1)

NOTA 6: Si la madera ha sido tratada con un producto químico no volátil y si se conoce la masa de la sustancia química retenida, el contenido de humedad se puede determinar de la siguiente manera:

© INDECOPI 2014 – Todos los derechos son reservados

$$CH\% = (A - B)/D \times 100$$

Donde:

D = B menos la masa del producto químico retenido en la muestra.

7.6 Reporte de Ensayo

El reporte de ensayo de contenido de humedad deberá indicar la siguiente información:

- Descripción de la muestra
- Numero de muestras,
- Promedio aritmético,
- Desviación estándar,
- Cualquier desviación del método de ensayo.
- Valores del contenido de humedad (sólo números enteros, véase 7.7.1)

7.7 Precisión y Sesgo

7.7.1 La precisión se asume que no es mayor de $\pm 1\%$ del contenido de humedad para cualquier medición, a menos que se utilicen los procedimientos adecuados establecidos en la Sección 6.

7.7.2 No existen cálculos del sesgo que se puedan hacer en este procedimiento.

8. MÉTODO C – Destilación

8.1 Equipos

8.1.1 **Matraz de Extracción**, Un matraz de 500 ml y titular de dedal, como se muestra en la figura. 1. El matraz y el soporte se pueden combinar en una sola unidad.

8.1.2 **Condensador**, Un condensador de agua fría del tipo coldfinger, como se muestra en la figura. 1, o de tubo recto, tipo Liebig.

8.1.3 **Trampa de Agua**, preferentemente un tubo de vidrio que tenga un diámetro interior de 9 a 10 mm y que esté sellado en un extremo. Si se utiliza una trampa con llave, la llave de paso debe estar sujeta firmemente en su lugar. La porción graduada del tubo debe tener una capacidad de 10 ml. La graduación más pequeña debe ser no mayor de 0,1 ml, con divisiones principales marcadas del 1 al 10. La trampa de agua debe estar químicamente limpia, de modo tal que la forma del menisco en el final del ensayo sea la misma que al principio del mismo (la trampa puede estar recubierta con una resina de silicona para dar un menisco uniforme. Para recubrir la trampa, primero límpiela con una mezcla de ácido sulfúrico y ácido crómico. Enjuague la trampa limpia con una resina de silicona y después de escurrir durante unos minutos, hornear durante 1 hora a aproximadamente 200 °C).

8.1.4 **Copa de extracción**, sea un sifón de copa Wiley de tamaño adecuado, o una cesta de aproximadamente 45 de trama, de acero inoxidable y con dimensiones aproximadas de 42 mm de diámetro exterior y 127 mm de longitud. Se recomienda el sifón de copa para tarugos de pilotes fuertemente tratados. Cuando se utiliza el sifón de copa, debe impedirse la pérdida de partículas de madera ya sea mediante la colocación de una pantalla cónica en la parte inferior del sifón de copa, o poniendo las partículas de madera o tarugos en una cesta de tela metálica que se introduce dentro del sifón de copa.

8.1.5 **Placa de calentamiento**

8.1.6 **Botella de pesaje**, que debe poseer una tapa de vidrio esmerilado y debe ser de tamaño suficiente para contener la copa de extracción o sifón de copa Wiley que se describe en 9.1.4.

8.1.7 **Varilla**, de aproximadamente 3 mm de diámetro, fabricada de un material que impida que el agua se adhiera, tal como la resina de fluorocarbono-TFE (tetrafluoroetileno).

8.1.8 **Estufa**, que debe mantener a una temperatura de $(103 \pm 2) ^\circ\text{C}$.

8.1.9 **Desecador**

8.1.10 **Balanza**, que debe tener una precisión de 0,01 g .

8.1.11 **Barreno de incremento (Pressler)**

8.2 **Reactivos y Materiales:**

8.2.1 **Sustancia desecadora**, que puede ser cloruro de calcio, silica gel, o similar.

8.2.2 **Tolueno**, debiendo ser de grado industrial puro, ebullición dentro de $2 ^\circ\text{C}$.

8.3 **Preparación del equipo:**

8.3.1 Colocar aproximadamente 200 ml de tolueno y 1 a 2 ml de agua destilada en el matraz de extracción. Montar el equipo sobre la placa de calentamiento, aplicar calor, y dejar refluir durante aproximadamente 30 min. Permitir que el contenido de la trampa de agua se enfríe a temperatura ambiente. A continuación, utilizando la varilla, transferir toda el agua que se haya adherido a las paredes del condensador o a las paredes de la trampa de agua al contenido de agua de la trampa. Lea y registre el volumen de agua de la trampa con una precisión de 0,01 ml .

NOTA 7: Si el matraz, trampa de agua y las paredes interiores del condensador son secadas cuidadosamente, este procedimiento se puede eliminar y el tolueno seco puede ser utilizado para la extracción.

Antes de usar el barrenador de incremento para tomar una muestra para la determinación de la humedad o de preservantes, se deben calibrar los barrenadores. Tomar 20 perforaciones a partir de material de la especie. Medir cada tarugo en su punto medio con una precisión de 0,025 mm, una vez en la sección transversal y una vez en la dirección longitudinal del grano. Promediar estas dos medidas y elevar al cuadrado el resultado. Calcular la suma de las 20 cuadrados y dividir el total por 20. Calcular la raíz cuadrada del cociente con una aproximación de 0,025 mm. Utilice este resultado como el diámetro calibrado del tarugo.

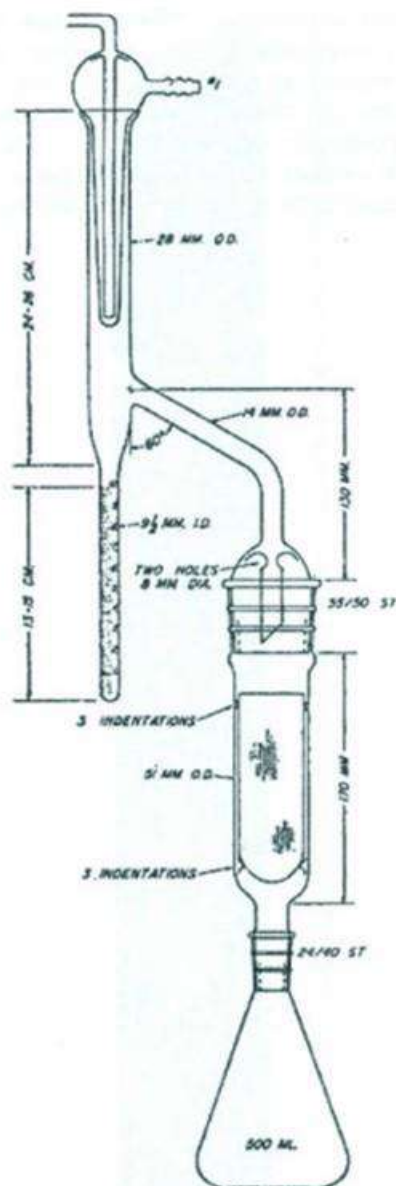


FIGURA 1 - Equipo de extracción para el Método C

8.4 Procedimiento:

8.4.1 Pesar el sifón de copa Wiley y el la botella de pesaje por separado, con una precisión de 0,01 g. Colocar el sifón en la botella de pesaje.

8.4.2 Cuando se utiliza el barrenador de incremento, extraer un mínimo de 20 tarugos del lote de madera a ser muestreado. A medida que se toma cada tarugo, corte y mida con cuidado la porción deseada para el ensayo. Coloque cada sección de tarugo en el sifón de copa Wiley tan pronto como hayan sido cortados. Tapar la botella de pesaje en todo momento, excepto cuando se estén colocando o extrayendo los tarugos de la misma. Cuando se utiliza una muestra diferente a la de un barrenador de incremento, esta debe estar compuesta por fragmentos que no tengan más de 6 mm a lo largo del grano y de sección transversal conveniente para caber en el recipiente de extracción. Mezclar los fragmentos rápidamente en un recipiente adecuado y luego colocar una porción de alrededor de 25 g en el sifón de copa Wiley.

8.4.3 Pesar la botella de pesaje, el recipiente de extracción, y el contenido con una precisión de 0,01 g. Transferir el recipiente de extracción y el contenido al equipo de extracción. Pesar la botella de pesaje vacía y tapada con una precisión de 0,01 g, sin eliminar cualquier condensado que se encuentre en ella. La diferencia entre esta masa y la masa original de la botella de pesaje tarada representa la primera porción de agua de la muestra.

8.4.4 Aplicar calor al equipo de extracción y dejar refluir el tolueno a una tasa de al menos 1 gota por segundo desde la punta del condensador. Para madera recién tratada con creosota, dejar refluir durante al menos 2 h. Para madera recientemente tratada con una solución de creosota y alquitrán de hulla, realizar la extracción por al menos 5 h. Después de este período, dejar que el contenido de la trampa de agua se enfríe a temperatura ambiente. Utilizando la varilla, transferir toda el agua que se haya adherido a las paredes del condensador o a las paredes de la trampa de agua al contenido de agua de la trampa. Lea y registre el volumen de agua de la trampa con una precisión de 0,01 ml. La diferencia entre esta lectura y la primera (9.3.1) representa la segunda y última porción de agua de la muestra.

8.4.5 Mientras que la extracción está en proceso, limpiar la botella de pesaje a través de un enjuague con acetona, secarla en la estufa, enfriarla en el desecador, y luego pesarla nuevamente y colocarla en el desecador.

8.4.6 Separe el recipiente de extracción y su contenido del matraz de extracción y colócalo bajo una campana durante 15 minutos; luego se coloca en la estufa precalentada a 125 °C . Dejar secar por $2 \pm 0,5$ horas.

8.4.7 Cuando el recipiente de extracción y los tarugos hayan secado durante el período establecido, transferir a la botella de pesaje. Enfriar en un desecador la botella de pesaje descubierta y su contenido hasta alcanzar temperatura ambiente; a continuación, pesar con tapa con una precisión de 0,01 g . Calcular y registrar el peso de la madera seca sometida a extracción.

8.5 Cálculo

8.5.1 Calcular el contenido de humedad utilizando la siguiente fórmula:

$$CH \% = \frac{(A + B)}{C} \times 100$$

Donde:

- A primera porción de agua de la muestra, en gramos (9.4.3)
- B agua medida en la trampa, en mililitros (9.4.4) y
- C masa final de la botella de pesaje, mas recipiente de extracción, mas contenido, menos masa tarada final de la botella de pesaje, menos masa tarada del recipiente de extracción, en gramos. Esta es la masa de la madera seca sometida a extracción.

8.5.2 En caso de que se desee obtener la masa del preservante de la muestra, el volumen de la muestra, y la retención, se deben utilizar las siguientes ecuaciones:

Masa del preservante en la muestra, en gramos = $A - B - C - D$

Donde:

- A* masa original de la botella, mas recipiente de extracción, mas contenido, menos masa tarada original de la botella de pesaje, menos masa tarada del recipiente de extracción, en gramos.
- B* masa final de la botella, mas recipiente de extracción, mas contenido, menos masa tarada final de la botella de pesaje, menos masa tarada del recipiente de extracción, en gramos.
- C* agua medida en la trampa, en mililitros
- D* primera porción de agua (9.4.3), en gramos.

Volumen de la muestra, $\text{cm}^3 = \pi Lr^2$

Donde:

- L* longitud total de los tarugos, en centímetros
- r* diámetro calibrado de tarugos, en centímetros.

Retención de preservante, $\text{g/cm}^3 = m / V$

Donde:

- m* masa del preservante, en gramos
- V* volumen de la muestra, en cm^3

8.6 Reporte de ensayo

El reporte de ensayo deberá contener la siguiente información:

- Tipo de material
- Tratamiento químico, si se conoce
- Varianza de la muestra
- Cualquier desviación del equipo, reactivos o procedimiento.

8.7 Precisión de la medición

8.7.1 La precisión se asume que no es mayor de $\pm 1\%$ del contenido de humedad para cualquier medición, a menos que se utilicen los procedimientos adecuados establecidos en la Sección 7.

8.7.2 No existen cálculos del sesgo que se puedan hacer en este procedimiento.

9. MÉTODO D – Otros Métodos Secundarios

9.1 Una variedad de métodos han sido utilizados para medir el contenido de humedad de la madera. Estos incluyen la titulación de Karl Fischer, radiación infrarroja (calor y absorción), microondas (calor y absorción), resonancia magnética nuclear (RMN), secado al vacío en estufa, entre otros.

No existen procedimientos recomendados para estos métodos. Como tales, los resultados obtenidos con todos ellos no tienen una mayor precisión que aquella alcanzada con el método B. Una mayor precisión se puede reportar sólo si los procedimientos descritos en el Método A son utilizados para confirmar el nivel de precisión establecido. Las prácticas generales y el propósito de los métodos de secado a la estufa y otros deben ser empleados.

10. ANTECEDENTES

ASTM D4442-2007

Standard Test Methods for Direct
Moisture Content Measurement of
Wood and Wood-Base Materials

ANEXO 19: NTP 319.081: 1974. Aceites esenciales. Determinación de la Densidad y Densidad Relativa

PERU	<u>ACEITES ESENCIALES</u>	ITINTEC
NORMA TECNICA	Determinación de la Densidad y de la Densidad Relativa	319.081
NACIONAL		Diciembre, 1974

NORMAS A CONSULTAR

ITINTEC 319.077 Aceites Esenciales. Preparación de la Muestra para Análisis

ITINTEC 319.079 Aceites Esenciales. Extracción de Muestras

1.- OBJETO

1.1 La presente Norma establece el método para determinar la densidad y la densidad relativa de los aceites esenciales, líquidos a la temperatura de 20°C.

2.- DEFINICIONES Y CLASIFICACION

2.1 Densidad a 20°C de un aceite esencial.- Es la relación entre el peso (masa) de un volumen dado de aceite esencial y su volumen, determinados a 20°C.

2.1.1 Esta cantidad se expresa en gramos por mililitro y su símbolo es ρ_{20} .

2.2 Densidad relativa a 20°C ó a 4°C de un aceite esencial.- Es la relación entre la densidad del aceite a 20°C y la del agua destilada a 20°C ó a 4°C.

2.2.1 Esta cantidad no tiene dimensión y su símbolo es d_{20}^{20} ó d_4^{20} .

2.2.2 Todas las pesadas se hacen en aire.

20 DIC. 1974

3.- METODOS DE ENSAYO

3.1 Principio del método

3.1.1 Esta Norma requiere de valores con una precisión de tres cifras decimales: Se usa un picnómetro para pesar volúmenes iguales del líquido en ensayo, con el objeto de obviar el uso de grandes cantidades de éste.

3.2 Aparatos

3.2.1 Balanza analítica, con una precisión de 0,5 mg

INSTITUTO DE INVESTIGACION TECNOLOGICA INDUSTRIAL Y DE NORMAS TECNICAS (ITINTEC) - LIMA - PERU

- 3.2.2 Baño de agua, mantenido a $20^{\circ}\text{C} \pm 0,2^{\circ}\text{C}$
- 3.2.3 Embudos y sifones para picnómetros
- 3.2.4 Picnómetro de 50 ml, 25 ml ó 10 ml de capacidad, de acuerdo al volumen de aceite esencial disponible.
- 3.2.5 Termómetro normalizado, dividido en quintos o décimos de grados Celsius para determinaciones de temperatura entre 10°C y 30°C .

3.3 Procedimiento

- 3.3.1 La preparación de la muestra para el análisis se efectúa según la Norma ITINTEC 319.077.
- 3.3.2 Se lava cuidadosamente el picnómetro, se escurre, se enjuaga sucesivamente con etanol y éter dietílico y se seca el interior por medio de una corriente de aire seco.
 - 3.3.2.1 Se seca la parte externa del picnómetro con una tela seca ó un papel de filtro y se inserta el tapón.
 - 3.3.2.2 Se coloca el picnómetro en la balanza y se le deja durante 30 minutos, luego se pesa.
- 3.3.3 Se llena el picnómetro con agua destilada a aproximadamente 20°C y recientemente hervida, teniendo cuidado de evitar la presencia de burbujas de aire.
 - 3.3.3.1 Se coloca el picnómetro en un baño de agua a $20^{\circ}\text{C} \pm 0,2^{\circ}\text{C}$ durante 30 minutos. Se comprueba la temperatura del baño de agua por medio del termómetro normalizado y se enrasa con agua destilada hasta la marca.
 - 3.3.3.2 Se inserta el tapón al picnómetro y se seca la parte exterior con una tela seca ó un papel de filtro.
 - 3.3.3.3 Se coloca el picnómetro en la balanza, y se deja durante 30 minutos, luego se pesa con el contenido (P_1).
- 3.3.4 Se vacía el picnómetro, se lava con etanol y después con éter dietílico y se seca por medio de una corriente de aire seco.
- 3.3.5 Se llena el picnómetro con el aceite esencial, que debe estar a aproximadamente 20°C , evitando la presencia de burbujas de aire.
 - 3.3.5.1 Se vuelve a colocar el picnómetro en el baño de agua a $20^{\circ}\text{C} \pm 0,2^{\circ}\text{C}$ y se le deja durante 30 minutos. Se enrasa con aceite esencial hasta la marca y se procede como en 3.3.3.2 y 3.3.3.3 obteniéndose un peso (P_2)

3.4 Expresión de resultados

3.4.1 Sea:

P el peso, en gramos, del picnómetro vacío

P₁ el peso, en gramos, del picnómetro lleno con agua destilada a 20°C

P₂ el peso, en gramos, del picnómetro lleno con aceite esencial a 20°C

3.4.2 La densidad ρ_{20} , en gramos por mililitro, se da por la siguiente fórmula:

$$0,99718 \frac{P_2 - P}{P_1 - P}$$

3.4.3 La densidad relativa d_{20}^{20} se da por la fórmula siguiente:

$$\frac{P_2 - P}{P_1 - P}$$

3.4.4 La densidad relativa d_4^{20} se da por la fórmula siguiente:

$$0,99223 \times d_{20}^{20}$$

3.5 Precisión de los resultados

La densidad ρ_{20} , la densidad relativa d_{20}^{20} y la densidad relativa d_4^{20} de un aceite esencial se expresan con una precisión de por lo menos tres cifras decimales.

ANEXO 20: NTP 319.075: 1974. Aceites esenciales. Determinación del índice de refracción

PERU NORMA TECNICA NACIONAL	ACEITES ESENCIALES Determinación del índice de refracción	ITINTEC 319.075 Diciembre, 1974
-----------------------------------	--	---------------------------------------

1. OBJETO

1.1 La presente Norma establece el método para determinar el índice de refracción de los aceites esenciales.

2. DEFINICIONES Y CLASIFICACION

2.1 Índice de refracción de un aceite esencial.- Es la relación del seno del ángulo de incidencia al seno del ángulo de refracción de un rayo luminoso de longitud de onda determinada, que pasa del aire al aceite esencial mantenido a una temperatura constante.

3. METODO DE ENSAYO

3.1 Principio del método.

3.1.1 Consiste en la medición del ángulo de refracción del aceite esencial mantenido en condiciones de transparencia e isotropismo siendo la longitud de onda de la luz de 589,3 mμ (*), que corresponde a la línea D del sodio y siendo la temperatura de 20°C. (Nota 1).

Nota 1.- Cuando el aceite esencial no se encuentra al estado sólido a 20°C ó de 30°C, según el valor presuado de su punto de fusión.

3.2 Aparatos

3.2.1 Refractómetro clásico que permite la lectura directa de los índices de refracción comprendidos entre 1,3000 y 1,7000 con precisión de + 0,0002 y calibre de manera a obtener, a la temperatura de 20°C, los siguientes índices de refracción. (Nota 2).

Nota 2.- Ciertos aparatos se pueden graduar por medio de una lámina de vidrio de índice de refracción conocido de acuerdo a las indicaciones del fabricante.

1,3330 para el agua destilada
1,5014 para el benceno de uso crioscópico
1,6585 para el bromo - naftaleno

(*). Conocido también como milmicrón.

R.D. - Nº 409-74 ITINTEC DG/EN 74-12-30 2 Páginas.

3.2.2 Dispositivo regulador de la temperatura, que mantiene el aparato en una temperatura constante a $\pm 0,2^{\circ}\text{C}$.

3.2.3 Fuente luminosa.- Luz de sodio (longitud de onda 589,3 nm) o, si el refractómetro está provisto de un dispositivo óptico compensador, luz difusa de día o de una lámpara eléctrica.

3.3 Procedimiento.

3.3.1 Preparación de la muestra destinada al laboratorio.

Se efectúa de acuerdo a la Norma correspondiente.

3.3.2 Determinación.-

3.3.2.1 Se verifica que la temperatura a la cual se efectúan las mediciones, no difiera más de 2°C de la temperatura de referencia y que se mantenga constante a $\pm 0,2^{\circ}\text{C}$ durante la operación.

3.3.2.2 Se lleva el aceite esencial a una temperatura aproximadamente igual a aquella en que se debe hacer la medición y se coloca en el dispositivo del aparato.

3.3.2.3 Se espera a que la temperatura se estabilice y se efectúa entonces la lectura

3.3.3 Expresión de resultados.

3.3.3.1 Sea $n_D^{t'}$ el valor de la lectura a la temperatura t' , el índice de refracción n_D^t a la temperatura de referencia t , es dado por la siguiente fórmula.

$$n_D^t = n_D^{t'} + a (t' - t)$$

3.3.3.2 En general y salvo indicaciones contrarias, se menciona $a = 0,0004$.

3.3.3.3 El índice de refracción del aceite esencial se expresa por un número con cuatro decimales.

3.3.4 Informe

3.3.4.1 El informe debe, además de los resultados, mencionar todas las condiciones del ensayo, los detalles del procedimiento no previstos en la Norma o facultativos, así como todos los incidentes que puedan influir en los resultados.

ANEXO 21: NTP 209.005: 1968. ACEITES Y GRASAS COMESTIBLES. Método para la determinación de la acidez libre

NTP 209.005 1968: ACEITES Y GRASAS COMESTIBLES. Método para la determinación de la acidez libre

1 OBJETO

La presente Norma Técnica Peruana establece el método para determinar la acidez libre de aceites vegetales crudos y refinados, aceites marinos y grasas animales

2 ENSAYOS

2.1 Aparatos

2.1.1 Botellas de 115 ml a 230 ml o Erlenmeyer de 250 ml .

2.2 Reactivos

2.2.1 Alcohol etílico 95 % . El alcohol debe dar su punto final definido y agudo con fenolftaleína y puede ser neutralizado con álcali (NaOH), hasta una ténua coloración de color rosado permanente, antes de ser usado.

2.2.1.1 Isopropanol 99 % puede ser usado como un solvente alternativo, con aceites crudos y refinados.

2.2.2 Solucion indicadora de fenolftaleína, 1 % en alcohol de 95 % .

2.2.2.1 Un indicador alternativo para aceites vegetales crudos y de color oscuro; es una solución al 0,025 % de azul de anilina del Dr. Grubler en isopropanol al 99 % .

2.2.3 Solución de hidróxido de sodio exactamente valorada.

2.3 Procedimiento

Rango de acidez libre %	Granos de muestra	Mililitros de alcohol	Concentración álcali
0,00 a 0,2	$56,4 \pm 0,2$	50	0,1 N
0,20 a 1,0	$28,4 \pm 0,2$	50	0,1 N
1,0 a 30,0	$7,05 \pm 0,05$	75	0,25 N
30,00 a 50,00	$7,05 \pm 0,05$	100	0,25 N o 1,0 N
50,00 a 100,0	$3,525 \pm 0,00$	100	1,0 N

2.3.2 La muestra debe ser líquida y homogénea antes de pesarla.

2.3.3 Se usa la tabla (2.3.1) para determinar las cantidades que deben usarse para los varios rangos de acidez libre. La cantidad especificada de la muestra se introduce en la botella o Erlenmeyer.

2.3.4 Se añade la cantidad especificada de alcohol caliente y 2 ml de indicador.

2.3.5 Se titula con álcali (NaOH) agitando vigorosamente hasta la aparición del primer color rosado permanente de la misma intensidad del que tiene el alcohol neutralizado antes de la adición de la muestra. El color rosado debe permanecer por espacio de 30 segundos.

2.4 Procedimiento alternativo para muestras de bajo contenido de acidez libre menor del 0,1 %

2.4.1 Se colocan 50 ml de alcohol en la botella y se adicionan unas pocas gotas de la muestra. Se agregan 2 ml de solución indicadora de fenolftaleína y se calienta en baño maría a una temperatura de 60 °C a 65 °C .

2.4.2 Se adiciona hidróxido de sodio 0,1 N , gota a gota, agitando fuertemente hasta que se obtenga el tenue color rosado permanente.

2.4.3 Se agregan 50,4 g de muestra, se calienta a 60 °C a 65 °C y se titula con hidróxido de sodio 0,1 N , agitando fuertemente hasta obtener un ténue color rosado permanente. Este color debe ser de la misma intensidad que el obtenido en el alcohol antes de adicionarle los 56,4 g de muestra y debe persistir por espacio de 30 segundos. El color debe ser observado en la capa alcohólica que queda sobre la muestra después de haberse permitido decantar; generalmente la muestra decanta suficientemente en 1 minuto.

2.5 Cálculos

2.5.1 El porcentaje de acidez libre en la mayoría de los tipos de grasas y aceites se calcula como ácido oleico, aunque en aceites de semilla de palma y coco se expresa frecuentemente como ácido láurico y en aceite de palma como ácido palmitico.

2.5.2 Acidez libre expresada como ácido oleico en porcentaje:

$$A.L.\% = \frac{\text{ml de álcali} \times N \times 28,2}{\text{Pesode la muestra}}$$

2.5.3 Acidez libre expresada como ácido láurico en porcentaje:

$$A.L.\% = \frac{\text{ml de álcali} \times N \times 20,0}{\text{Pesode la muestra}}$$

2.5.4 Acidez libre expresada como ácido palmitico en porcentaje:

$$A.L.\% = \frac{\text{ml de álcali} \times N \times 25,0}{\text{Pesode la muestra}}$$

2.6 Informe

2.6.1 La acidez libre se expresa frecuentemente en términos del índice de acidez, en vez de porcentaje de acidez; es definido como el número de miligramos de KOH necesarios para neutralizar 1 gramo de muestra. Para convertir el porcentaje de acidez libre (como oleico a índice de acidez) se multiplica el primero (% A.L.) por 1,99.

ANEXO 22: NTP 319.084: 1974. Aceites esenciales. Determinación de la solubilidad en etanol

PERU NORMA TECNICA NACIONAL	ACEITES ESENCIALES Determinación de la Solubilidad en Etanol		ITINTEC 319.084 Diciembre, 1974
	<p style="text-align: center;">NORMAS A CONSULTAR</p> <p>ITINTEC 319.075 Aceites Esenciales. Determinación del Índice de Refracción</p> <p>ITINTEC 319.077 Aceites Esenciales. Preparación de la Muestra para Análisis</p> <p>ITINTEC 319.079 Aceites Esenciales. Extracción de Muestras.</p>		
1.- <u>OBJETO</u>			
1.1 La presente Norma establece el método de determinación de la solubilidad de aceites esenciales en diluciones de etanol.			
2.- <u>DEFINICIONES Y CLASIFICACION</u>			
2.1 <u>Aceite esencial soluble en V o más volúmenes de etanol de graduación dada t.</u> - Es aquel cuya solución clara en V volúmenes de etanol de graduación dada t, permanece igual después de la adición posterior de etanol de la misma concentración, hasta completar un total de 20 volúmenes del etanol empleado.			
2.2 <u>Aceite esencial soluble en V volúmenes de etanol en graduación dada t que se enturbia al diluir.</u> - Es aquel cuya solución clara en V volúmenes de etanol de graduación dada t se enturbia y permanece así después de la adición gradual de etanol de la misma concentración hasta un total de 20 volúmenes del etanol empleado.			
2.3 <u>Aceite Esencial soluble en V volúmenes de etanol de graduación dada t, que se enturbia en V' volúmenes ($V' < 20$).</u> - Es aquel cuya solución clara en V volúmenes de etanol de graduación dada t se enturbia y permanece así después de la adición gradual de etanol de la misma concentración hasta un total de V' volúmenes del etanol empleado.			

INSTITUTO DE INVESTIGACION TECNOLOGICA INDUSTRIAL Y DE NORMAS TECNICAS (ITINTEC) LIMA PERU



- 2.4 Aceite esencial soluble, con opalescencia.- Es aquel cuya solución alcohólica al ser diluida muestra una tonalidad azul, siendo este color similar al del patrón de opalescencia recientemente preparado de acuerdo con 4.4.2.

3.- EXTRACCION DE MUESTRAS Y RECEPCION

- 3.1 Se realizará de acuerdo a lo indicado en la Norma ITINTEC -- 319.079.

4.- METODOS DE ENSAYO

4.1 Preparación de la muestra a ensayar

- 4.1.1 Se realiza de acuerdo a lo indicado en la Norma ITINTEC -- 319.077

4.2 Principio del Método

- 4.2.1 A la temperatura de 20°C se adiciona progresivamente, al aceite esencial, una solución acuosa de etanol de concentración adecuada y conocida y se observa el grado de solubilidad.

4.3 Aparatos

- 4.3.1 Bureta de 25 ml ó 50 ml, graduada al 0,1 ml
- 4.3.2 Probeta de 25 ml ó 30 ml de capacidad, con tapa esmerilada.
- 4.3.3 Baño de temperatura constante, que pueda ser mantenido a 20°C ± 0,2°C
- 4.3.4 Termómetro calibrado, graduado en quintos o décimos de grados Celsius, que permita la determinación de temperaturas entre 10°C y 30°C

4.4 Reactivos

- 4.4.1 Soluciones diluidas de etanol.- Se usá normalmente soluciones de 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 85, 90 y 95 % (V/V). Para preparar estas soluciones se debe usar el etanol más pu-

//.ro posible y según las directivas dadas en la Tabla. Se controla su concentración con un alcoholímetro, un densímetro o por medida del índice de refracción.

- 4.4.2 Solución patrón para opalescencia.- A 50 ml de una solución 0,0002 N de cloruro de sodio, se añade 0,5 ml de solución 0,1 N de nitrato de plata y una gota de ácido nítrico concentrado ($d_{20} = 1,39$ g/ml). Se agita la solución y se deja en reposo por cinco minutos.

4.5 Procedimiento

- 4.5.1 Se coloca dentro de una probeta (4.3.2) 1 ml de aceite esencial, medido con una pipeta, pesado con una exactitud de ± 5 mg *.
- 4.5.2 Se coloca la probeta y su contenido en el baño de temperatura constante (4.3.3) mantenido a $20^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$.
- 4.5.3 Usando la bureta (4.3.1), se añade la solución diluida de etanol de concentración conocida (4.4.1) -el cual se debe haber llevado previamente a una temperatura de $20^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ - en incrementos de 0,1 ml hasta que el aceite se disuelva completamente, agitando frecuente y vigorosamente durante la adición del solvente. Cuando la solución sea perfectamente clara, se anota el volumen de la solución de etanol (4.4.1) añadido.
- 4.5.4 Se continúa añadiendo el solvente en incrementos de 0,5 ml hasta llegar a 20 ml y se sigue agitando después de cada adición. Si la solución se pone turbia u opalescente antes de haber agregado un volumen total de 20 ml de etanol, se anota el volumen en el momento en que aparece la turbidez u opalescencia, y eventualmente el volumen en el cual desaparece (V'').
- 4.5.5 Si no se obtiene una solución clara después de añadir 20 ml de solvente, se repite el procedimiento con la siguiente concentración más alta de la solución de etanol dada en la Tabla.

-
- * Cuando el estado físico del aceite esencial no permite utilizar una pipeta, se pesa 1 g $\pm 0,005$ g del mismo. En este caso los resultados se deben expresar en peso y volumen.

4.6 Expresión de resultados

4.6.1 Sí:

V es el volumen, en ml, de solución de etanol a la dilución t necesaria para obtener una solución clara;

V' es el volumen, en ml, de solución de etanol a la dilución t , que produce turbidez, seguida de claridad, si ello ocurre;

V'' es el volumen, en ml, de solución de etanol a la dilución t , en el cual desaparece la turbidez.

La solubilidad del aceite esencia en la solución diluida de etanol de concentración t será: el volumen en V volúmenes con turbidez entre V' y V'' volúmenes.

4.6.2 Exactitud de los resultados.- Se expresan los valores V, V' y V'' por números hasta con un decimal. Si la solución no es completamente clara sino sólo opalescente, se anota si la opalescencia es "mayor que", "igual a" ó "menor que" aquella de la solución patrón (4.4.2)

4.7 Informe

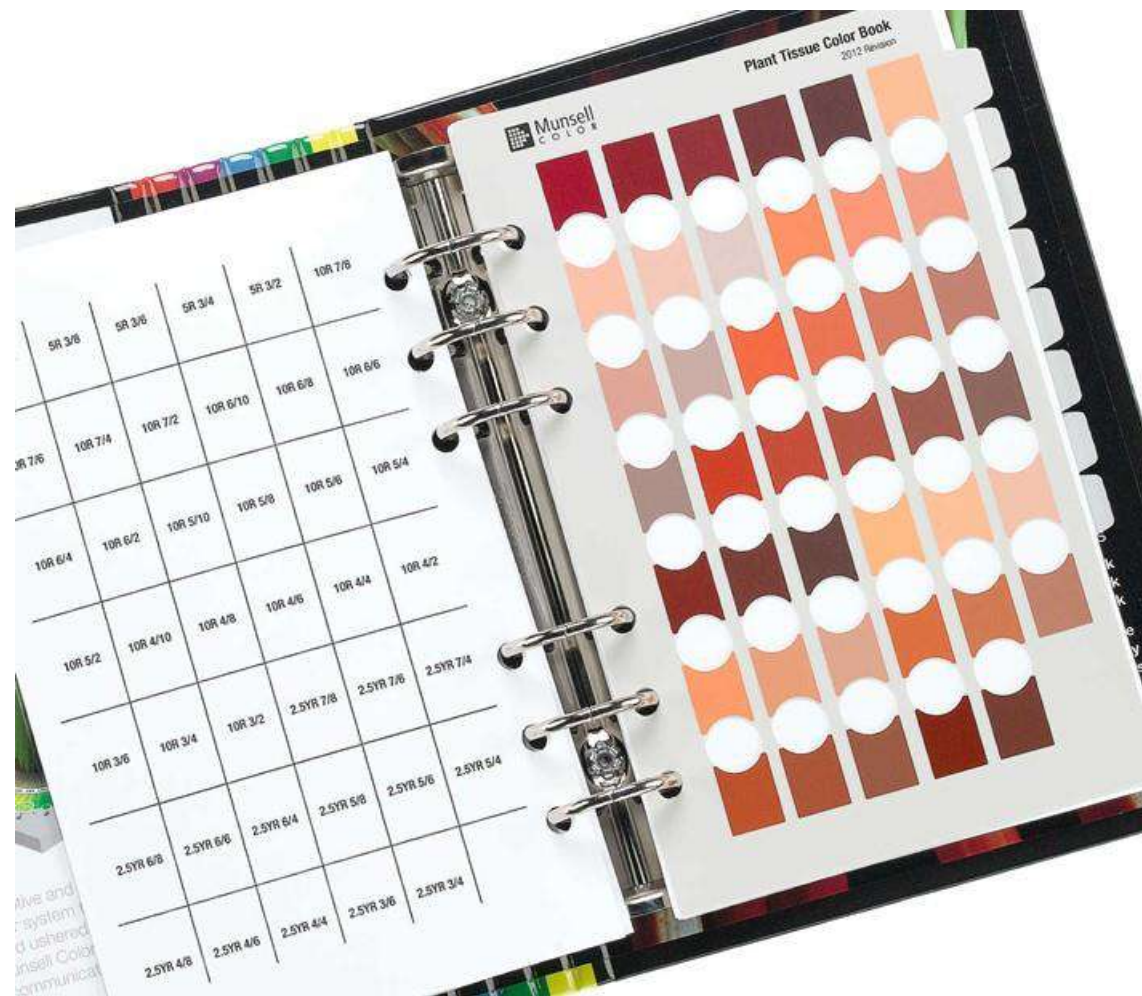
4.7.1 El informe del ensayo debe mencionar, además de los resultados, el método empleado, el método de expresión de resultados, cualquier particularidad observada durante las determinaciones y cualquier detalle no señalado en esta Norma o considerada como opcional, pero que pueda haber afectado los resultados.

T A B L A

Diluciones de etanol en volumen y en peso

Diluciones: ml de etanol en 100 ml de la mezcla (%v/v) a \pm 0,1%	Volumen de agua destilada a 20°C que debe ser aña- dido a 100 ml de etanol al 95% (v/v) a la misma temperatura con una tolerancia en- tre 10,5°C, para la preparación de las diluciones corres- pondientes. ml	Peso de Etanol 95 % (v/v)	Peso del Agua a ser añadi- da	Límites de la Densidad Relativa y la densidad aparente		Índice de re- frac- ción a 20° C
				d_{20}^{20}	d_4^{20}	
50	95,8	46	54	0,9316 á 0,9320	0,9300 á 0,9304	1,3590
55	77,9	51,1	48,9	0,9214 á 0,9218	0,9198 á 0,9202	1,3598
60	62,9	56,4	43,6	0,9105 á 0,9110	0,9089 á 0,9094	1,3614
65	50,2	61,9	38,1	0,8990 á 0,8994	0,8974 á 0,8978	1,3625
70	39,1	67,6	32,4	0,8863 á 0,8873	0,8852 á 0,8857	1,3633
75	29,5	73,4	26,6	0,8740 á 0,8745	0,8725 á 0,8730	1,3640
80	20,9	79,6	20,4	0,8604 á 0,8610	0,8589 á 0,8595	1,3648
85	13,3	86	14	0,8460 á 0,8466	0,8445 á 0,8451	1,3648
90	6,4	92,7	7,3	0,8303 á 0,8309	0,8288 á 0,8294	1,3645
95	0,0	100	0	0,8123 á 0,8131	0,8109 á 0,8117	1,3638

ANEXO 23: Tabla Munsell para tejidos vegetales



ANEXO 24: Correlación entre las variables cuantitativas

Correlaciones										
Rho de Spearman		Altitud (m.s.n.m.)	Época de colecta (meses)	Diámetro (mm)	Altura (m)	Densidad Relativa (g/ml)	Contenido de humedad (%)	Gasto KOH 0.1 N (ml)	Índice de refracción promedio	Rendimiento (g/m2)
Altitud (m.s.n.m.)	Rho		0,000	-0,240	0,546	0,000	0,422	-0,351	-0,106	0,211
	p		1,000	0,534	0,129	1,000	0,258	0,354	0,786	0,586
	N		9	9	9	9	9	9	9	9
Época de colecta (meses)	Rho	0,000		0,480	-0,382	0,580	0,527	-0,081	-0,847	0,369
	p	1,000		0,191	0,310	0,102	0,145	0,836	0,004	0,329
	N	9		9	9	9	9	9	9	9
Diámetro (mm)	Rho	-0,240	0,480		-0,122	-0,152	0,152	-0,039	-0,470	0,430
	p	0,534	0,191		0,754	0,696	0,696	0,921	0,201	0,248
	N	9	9		9	9	9	9	9	9
Altura (m)	Rho	0,546	-0,382	-0,122		-0,776	-0,086	-0,319	0,251	-0,138
	p	0,129	0,310	0,754		0,014	0,825	0,403	0,514	0,723
	N	9	9	9		9	9	9	9	9
Densidad Relativa (g/ml)	Rho	0,000	0,580	-0,152	-0,776		0,350	0,068	-0,444	0,217
	p	1,000	0,102	0,696	0,014		0,356	0,861	0,232	0,576
	N	9	9	9	9		9	9	9	9
Contenido de humedad (%)	Rho	0,422	0,527	0,152	-0,086	0,350		0,325	-0,728	0,400
	p	0,258	0,145	0,696	0,825	0,356		0,394	0,026	0,286
	N	9	9	9	9	9		9	9	9
Gasto KOH 0.1 N (ml)	Rho	-0,351	-0,081	-0,039	-0,319	0,068	0,325		-0,223	-0,034
	p	0,354	0,836	0,921	0,403	0,861	0,394		0,564	0,930
	N	9	9	9	9	9	9		9	9
Índice de refracción promedio	Rho	-0,106	-0,847	-0,470	0,251	-0,444	-0,728	-0,223		-0,226
	p	0,786	0,004	0,201	0,514	0,232	0,026	0,564		0,559
	N	9	9	9	9	9	9	9		9
Rendimiento (g/m2)	Rho	0,211	0,369	0,430	-0,138	0,217	0,400	-0,034	-0,226	
	p	0,586	0,329	0,248	0,723	0,576	0,286	0,930	0,559	
	N	9	9	9	9	9	9	9	9	

ANEXO 25: Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña (INAIGEM)

Según el MINAM (2023) INAIGEM es un organismo adscrito al Ministerio del Ambiente, creado mediante Ley N° 30286, con fecha de 10 de diciembre del 2014, debido al carecimiento de una entidad del estado que este encargado de los efectos del calentamiento global en las esferas de los glaciares y ecosistemas de montaña.



INAIGEM
INSTITUTO NACIONAL DE
INVESTIGACIÓN EN GLACIARES Y
ECOSISTEMAS DE MONTAÑAS

Fuente: MINAM (2023)

Este organismo crea información científica y tecnología referido a glaciares y ecosistemas de montaña, tomando medidas de prevención en el cuadro del cambio climático, con calidad y conveniencia en beneficio de la población.

Es importante mencionar que, de acuerdo a la realidad nacional, nuestro país cuenta con el 70% de glaciares tropicales del mundo y 19 cordilleras nevadas, por ello la gran significancia en la creación de esta institución, además mencionar que la motivación principal para su creación fue el de evitar riesgos, debido a que estos espacios además de ser fuente hídrica también son de siniestro permanente (MINAM, 2023).

Finalmente comentar que anteriormente a la existencia de INAIGEM las investigaciones en glaciares eran desarrolladas mayormente por profesionales e instituciones extranjeras, asimismo en relación a los ecosistemas de montaña, no existía desde el estado alguna entidad que pueda coordinar y articular las cuantiosas investigaciones realizadas.

ANEXO 26: La Puya de Raimondi como especie clave

La “Reina de los andes” se encuentra asociada comúnmente a comunidades vegetales que se caracterizan por su porte herbáceo y arbustivo, a lo largo de toda su distribución, está compuesta primordialmente por especies de los géneros: *Stipa*, *Festuca*, *Calamagrostis*, *Poa*, *Baccharis*, *Acaulimalva*, *Gentiana*, *Gentianella*, *Geranium*, *Lupinus*, *Culcitium* (*Senecio*), *Chuquiraga*, *Senecio*, *Tafalla*, *Perezia*, *Werneria*, *Opuntia*, *Puya*, entre otros (Citado por Aquino *et al.* 2019).

Asimismo se destaca que entre el follaje, inflorescencia y flores (microhábitats) se refugian, reposan, habitan y alimentan numerosas entidades faunísticas desde invertebrados hasta vertebrados, muchos de ellos endémicos, Además debido a que la Puya de Raimondi ha evolucionado desarrollando una inflorescencia de particular complejidad estructural logra una mayor abundancia de polinizadores potenciales, tanto de aves como insectos, adicionalmente a ello se debe mencionar que también en esta especie existen otras aves nectarívoras y picaflores que acostumbran a reposar en su follaje e inflorescencia. (Pollack *et al.*, en prep.)

Alguna de las especies de fauna que se han observado relacionadas con la especie Puya de Raimondi son: *Oreotrochilus estella subsp. Stolzmanni*, *Colibri coruscans*, *Geospizopsis plebejus*, *Phrygilus punensis*, *Ochthoeca leucophrys*, *Anthus bogotensis* y *Zonotrichia capensis*. (Leiva, *et al.* 2019)

Finalmente, según Grau *et al.* (2010) se piensa que, en las bromelias, y en especial en las puyas, al igual que otro grupo de plantas sudamericanas coevolucionaron con los picaflores durante los millones de años de formación de ecosistemas de los Andes. De lo dicho anteriormente se podría decir que debido a las bajas temperaturas de los andes y la presencia de polinizadores con sangre caliente resulta con mayor ventaja debido a que el frío puede limitar la actividad de los insectos.