



FACULTAD DE MEDICINA HUMANA Y CIENCIAS DE LA SALUD
ESCUELA PROFESIONAL DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA

TESIS

DETERMINACIÓN DEL EFECTO ANTIBACTERIANO DEL EXTRACTO
FLUIDO DEL PSEUDOTALLO DE *Musa x paradisiaca* L. “plátano”, frente
a *Streptococcus mutans* ATCC® 25175^{MT}, *in vitro*.

PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
QUÍMICO FARMACÉUTICO

BACHILLER: BRICEÑO BALMACEDA, MELISSA ROSSMERY

ASESOR: Q.F. Guillermo Gallardo Vásquez

LIMA – PERÙ

2019

A Nikola Tesla «El día en que la ciencia comience a estudiar los fenómenos no físicos, va a tener más progresos en una sola década que en todos los siglos previos de su existencia».

A Dios, porque conserve mi fe y esperanza en dejarme guiar en el camino, siempre acompañándome en los buenos y malos momentos; a mi madre Antonia, mi hermana Vanessa y mi padre Arturo, por impulsarme a desarrollarme a nivel profesional y como persona, agradezco su apoyo incondicional a través del lapso de tiempo de mi vida. Todo este trabajo ha sido posible gracias a ellos. Es por ello, que persistí en mis metas y sueños. Es por ello que persistí en mis metas y los sueños que aún faltan por llegar.

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo, determinar el efecto antibacteriano del extracto fluido del pseudotallo de *Musa x paradisiaca* L. “plátano”, frente a *Streptococcus mutans* ATCC® 25175^{MT}, *in vitro*. Material y método: el extracto fluido del pseudotallo fue obtenido mediante la técnica de maceración en un periodo de 7 días, utilizando alcohol como solvente; posteriormente, fue filtrado y llevado a baño maría por una hora por tres días; luego, diluido con agua estéril, se obtuvieron las concentraciones de 25%, 50%, 75% y 100%; además, un grupo de control negativo al agua estéril, utilizando el método de Kirby Bauer, colocando cinco discos con las concentraciones mencionadas en cada placa petri, estas fueron incubadas a 37°C en anaerobiosis, por 24 horas, obteniéndose un total de 25 tratamientos. Según análisis fitoquímico del extracto fluido realizado en la UNMSM - Lima, presentó flavonoides, taninos, alcaloides, saponinas, entre otros. Resultados: se interpretaron mediante las pruebas estadísticas, Anova de un factor y la prueba de homogeneidad. Conclusión: el extracto fluido del pseudotallo de *Musa x paradisiaca* L; a sus diferentes concentraciones presentó efecto antibacteriano siendo estadísticamente la del 75%, y según la escala de Duraffourd con un halo de inhibición de 14.7mm frente a *Streptococcus mutans* ATCC® 25175^{MT}, se puede adjuntar a la saponina como encargada del posible efecto antibacteriano.

Palabras clave:

Antibacteriano, Pseudotallo, extracto fluido, Maceración, Kirby Bauer y *Streptococcus mutans*.

ABSTRACT

The objective of the present investigation was to determine the antibacterial effect of the fluid extract of the pseudostem of *Musa x paradisiaca* L. "banana", against *Streptococcus mutans* ATCC® 25175 MT, in vitro. Material and method: the fluid extract of the pseudostem was obtained by means of the maceration technique in a period of 7 days, using alcohol as solvent; subsequently, it was filtered and taken to a water bath for one hour for three days; then, diluted with sterile water, the concentrations of 25%, 50%, 75% and 100% were obtained; in addition, a negative control group to sterile water, using the Kirby Bauer method, placing five discs with the concentrations mentioned in each petri dish, these were incubated at 37°C in anaerobiosis, for 24 hours, obtaining a total of 25 treatments. According to phytochemical analysis of the fluid extract made at the UNMSM - Lima, it presented flavonoids, tannins, alkaloids, saponins, among others. Results: they were interpreted through the statistical tests, Anova of a factor and the homogeneity test. Conclusion: the fluid extract of the pseudostem of *Musa x paradisiaca* L.; At its different concentrations it had an antibacterial effect, being statistically 75%, and according to the Duraffourd scale with an inhibition halo of 14.7mm against *Streptococcus mutans* ATCC® 25175MT, it can be attached to the saponin as responsible for the possible antibacterial effect

Keywords:

Antibacterial, Pseudotallo, fluid extract, Maceration, Kirby Bauer and *Streptococcus mutans*.

INTRODUCCIÓN

La tecnología moderna ha desarrollado complejos laboratorios para sintetizar sustancias químicas y producir otras nuevas que no existen en la naturaleza en forma natural. Sin embargo, las plantas son enormes laboratorios que producen miles de sustancias químicas en forma natural y cada día los investigadores descubren nuevos compuestos para el bien de la humanidad¹⁹. Se ha estimado que Perú considera que solo se ha estudiado 60% de la flora peruana habiéndose descrito 1400 especies de planta de uso medicinal. En los años 70 la Organización Mundial de la Salud (OMS), realizó el inicio de abogar por la integración de la Medicina Tradicional en los programas de salud pública en países, este empeño concluye en la Declaración de Alma Ata de 1978 que proclamó “salud para todos en el año 2000”. Por ello, Fernando Cabieses y el Dr. Carlos Alberto en el año 1988, describían el desafío para implementar los principios de la OMS en el Perú, ya sea debido a la escasa información, a la deficiencia de investigación y al documento botánico de plantas medicinales peruanas. Por otro lado, las investigaciones de la composición fitoquímica de plantas útiles están incorporadas y se concentran en unas pocas especies de moda que han sido comercializadas de forma común, especialmente la Maca (*Lepidium meyenii*), Sangre del Grado (*crotón lecheri*) y Uña de Gato (*Uncaria tomentosa* y *Uncaria guianensis*). El número de otras plantas peruanas para las que existen, al menos, algunos estudios fitoquímicos sigue siendo mínimo y la mayoría de los esfuerzos se alimentan de las modas, por ello, en la investigación se estudió la planta de *Musa x paradisiaca* L. “plátano”, la cual, en la actualidad, es poca estudiada a nivel experimental en el Perú, mientras que, a nivel internacional se cuenta con antecedentes de investigaciones de la planta de *Musa x paradisiaca* L, “ Plátano”, mientras que a nivel nacional, se cuenta con pocos estudios. Los extractos se preparan a base de plantas con mezclas hidroalcohólicas y agua, dada la gran importancia de las infecciones, no es de extrañar que los agentes antiinfecciosos tengan un alto rango en la lista de plantas a ser estudiadas como fármacos y que un gran número de especies utilizadas tradicionalmente han sido objeto de análisis⁴. En tanto, la mayoría de las preparaciones de plantas se preparan con la planta entera

(31,56%), mientras que las hojas (24,48%), tallos (21,24%) y flores (8,55%) se utilizan con menos frecuencia. Las plantas enteras y tallos se utilizan con más frecuencia de lo característico de los preparativos medicinales generales; la mayoría de las preparaciones de hierbas antiinfecciosas se preparan con las hojas de las plantas (29,25%), toda la planta (22,64%) y tallos (16,04%). Según Bussmann y Sharon⁴.

Bussmann, en su libro descrito, trata de impulsar la iniciativa de estudiar las plantas de la medicina tradicional con mención anteriormente sobre plantas medicinales y extractos, innovar a seguir investigando especies de plantas que sean objetos de análisis y desarrollo terapéutico; a la vez investigar plantas pocas estudiadas que descubran sus efectos terapéuticos. Por otro lado, realizar estudio fitoquímico para obtener información cualitativa acerca de los metabolitos secundarios, que según Bussmann describen que existe la falta de estudios científicos hasta la fecha para probar el efecto de plantas empleadas como remedios⁴.

Las plantas, como organismos autótrofos, sintetizan sus nutrientes y demás metabolitos, ellas mismas como consecuencia de la fotosíntesis. La fotosíntesis, una de las rutas metabólicas claves para la vida en nuestro planeta tierra, permite sintetizar metabolitos primarios y estos dan origen a los metabolitos secundarios a través de las rutas metabólicas vegetales. El metabolito secundario se puede establecer que son las principales en ejercer la actividad farmacológica. En el uso terapéutico de plantas medicinales, como sustitutas de las medicinas farmacéuticas, se usan sus extractos en diversas formas de preparación, para mejorar el estado de salud. Dada la gran importancia de las infecciones, fue el principal motivo a estudiar la caries dental, una enfermedad infecciosa crónica, transmisible, que causa la destrucción localizada de los tejidos dentales duros por los ácidos de los depósitos microbianos adheridos a los dientes, donde la causa es la falta de buenos hábitos de higiene y a la inadecuada alimentación que se basa en carbohidratos, sobre todo entre los niños. Según la Estrategia Sanitaria de Salud Bucal del Ministerio de Salud, en el reporte al respecto, el índice de caries

a los 12 años de edad es de aproximadamente 5.86%, lo que muestra que el Perú no solo tiene la prevalencia y tendencia más elevada de América, sino que la presencia de las caries dentales va incrementándose conforme aumenta la edad³. La caries dental causada por *Streptococcus mutans*, se aísla en el 70 a 90% de la población no desdentada y resistente a la caries; en personas con caries activa o especialmente predispuestos a estos, su cantidad aumenta significativamente²¹.

En otro estudio se demostró que el extracto de la *Musa x paradisiaca* a sus diferentes concentraciones siendo estadísticamente la del 100% la que presentó efecto inhibitorio⁹.

En otro estudio, la savia liofilizada de la *Musa acuminata Colla* había evidenciado ser segura y tener actividad antiulcerosa en ratas, pero no tienen actividad in vitro frente al *Helicobacter pylori*⁶.

Se tomó en cuenta los antecedentes de otros estudios de la especie de *Musa x paradisiaca* L, "Plátano", y se siguió investigando, no fue la excepción, por ello, aportará información ya que es un estudio preliminar, a la vez en aquellos investigadores que sigan innovando a estudiar las plantas medicinales. El estudio fitoquímico fue realizado en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos en la ciudad de Lima y se considera como referencia para conocer los metabolitos secundarios. Por otro lado, posiblemente, la saponina sea responsable del efecto antibacteriano; por lo tanto, la investigación de *Musa x paradisiaca* L, "Plátano", es de suma importancia debido a la accesibilidad de obtención y hábitat geográfica.

ÍNDICE

CARÁTULA	
PÁGINAS PRELIMINARES	iii
RESUMEN	iv
ABSTRACT	v
INTRODUCCIÓN	vi
CAPÍTULO I PLANEAMIENTO METODOLÓGICO	
1.1 Descripción de la Realidad Problemática	1
1.2 Delimitación de la investigación	3
1.3 Formulación del Problema	3
1.3.1 Problema principal	3
1.3.2 Problemas secundarios	4
1.4 Objetivos de la investigación	4
1.4.1 Objetivo general	4
1.4.2 Objetivos específicos	4
1.5 Hipótesis	5
1.5.1 Hipótesis general	5
1.5.2 Hipótesis secundaria	5
1.5.3 Identificación y Clasificación de Variables e Indicadores	6
1.6 Diseño de la Investigación	7
1.6.1 Tipo de investigación	7
1.6.2 Nivel de la investigación	7
1.6.3 Método	7
1.7 Población y muestra	8
1.7.1 Población	8
1.7.2 Muestra	8
1.8 Técnicas e instrumentos	9
1.8.1 Técnicas	9
1.8.2 Instrumentos	15
1.9 Justificación	17

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO	
2.1 Fundamentos teóricos de la Investigación	18
2.1.1 Antecedentes	18
2.1.2 Bases teóricas	23
2.1.3 Definición de términos	50
CAPÍTULO III.	
3.1 Presentación de resultados	53
3.2 Interpretación, análisis y discusión de resultados	58
CAPÍTULO IV.	
4.1 Conclusiones	62
4.2 Recomendaciones	63
FUENTES DE INFORMACIÓN	64
ANEXOS	69
ANEXO N°1. Matriz de consistencia	70
ANEXO N°2.Constancia de clasificación taxonómica	71
ANEXO N° 3. Estudio fitoquímico del extracto fluido	72
ANEXO N°4.Constancia de cepa de <i>Streptococcus mutas</i> ATCC® 25175	74
ANEXO N°5.Constancia solicitud de laboratorio	75
ANEXO N°6. Fotos	76

CAPÍTULO I:

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA

De acuerdo a la Organización Mundial de la Salud (OMS) de 60% al 90% de los escolares y casi el 100% de los adultos tienen caries dental en todo el mundo. Alrededor del 30% de la población mundial con edades comprendidas entre los 65 y los 74 años no tiene dientes naturales¹. Continuamente, América Latina sigue presentando el doble de caries dentales que Estados Unidos, Argentina y Cuba, donde los países latinoamericanos en mejor situación, registraban un índice CPOD (siglas de caries, pérdidas y obturaciones dentales)². Por otro lado, la Estrategia Sanitaria de Salud Bucal del Ministerio de Salud, refiere que la caries dental afecta al 95% de peruanos; al respecto el índice de caries a los 12 años de edad es de aproximadamente 5.86%, lo que muestra que el Perú no solo tiene la prevalencia y tendencia más elevada de América latina, sino también, que la presencia de las caries dentales va incrementándose conforme aumenta la edad³.

Actualmente, existe un gran interés por la medicina tradicional como fuente de agentes antibacterianos, a esto se suma la escasa información científica hasta la fecha para probar la eficacia de plantas empleadas como remedios populares, según Bussmann *et al*⁴.

En cuanto a las plantas medicinales, el extracto se prepara por medio de plantas con mezclas hidroalcohólicas o agua; sin embargo, dada la gran importancia de las infecciones, no es de extrañar que los agentes antiinfecciosos tengan un alto rango en la lista de plantas a ser estudiadas. Según Bussmann *et al*⁴

A pesar de los pocos estudios sobre la propiedad de de *Musa x paradisiaca* L. "Plátano", hay una falta de información científica en su actividad antibacteriana. Por lo tanto, debería realizarse estudios necesarios para seguir en su efecto antibacteriano, por ello, la investigación aportará información a la población del Centro Poblado de San Felipe, distrito de Vegueta del departamento de Lima. Sobre el efecto antibacteriano que presenta el extracto fluido del pseudotallo de *Musa x paradisiaca* L. "Plátano", frente a *Streptococcus mutans* ATCC® 25175^{MT}. Según la referencia de Estrategia Sanitaria de Salud Bucal, la caries dental afecta al 95% de peruanos, probablemente, se deba a que no todos los pobladores poseen recursos económicos para tratar la caries dental y la posible falta de información sobre la caries dental e incorrecto hábito de higiene bucal que está relacionados con el estilo de vida. Dado que, la planta de *Musa x paradisiaca* L, "Plátano", podría estar al alcance de la población, por su hábitat geográfica.

1.2 DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.2.1 Delimitación Espacial:

La investigación fue desarrollada en el Laboratorio de la Universidad Alas Peruanas filial Huacho. Se trabajó con extracto fluido del pseudotallo de *Musa x paradisiaca* L. “plátano” frente a *Streptococcus mutans* ATCC® 25175^{MT}, *in vitro*.

1.2.2 Delimitación Temporal:

Se realizó en el periodo comprendido entre marzo y setiembre de 2018.

1.2.3 Delimitación Social:

El hábitat geográfico de la planta de *Musa x paradisiaca* L. “Plátano”, está ubicado en la costa y selva del Perú. Por otro lado, se recolectó la muestra en el Centro Poblado San Felipe, distrito de Végueta del departamento de Lima.

1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.3.1 Problema principal

¿Presentará efecto antibacteriano el extracto fluido del pseudotallo de *Musa x paradisiaca* L., “plátano”, frente a *Streptococcus mutans* ATCC® 25175^{MT}, *in vitro*?

1.3.2 Problemas secundarios

¿Presentará efecto antibacteriano el extracto fluido del pseudotallo de *Musa x paradisiaca* L., “plátano” al 25%, frente a *Streptococcus mutans* ATCC® 25175 MT, *in vitro*?

¿Presentará efecto antibacteriano el extracto fluido del pseudotallo de *Musa x paradisiaca* L. “plátano” al 50%, frente a *Streptococcus mutans* ATCC® 25175 MT, *in vitro*?

¿Presentará efecto antibacteriano el extracto fluido del pseudotallo de *Musa paradisiaca* L. “plátano” al 75%, frente a *Streptococcus mutans* ATCC® 25175 MT, *in vitro*?

¿Presentará efecto antibacteriano el extracto fluido del pseudotallo de *Musa x paradisiaca* L. “plátano”, al 100% frente a *Streptococcus mutans* ATCC® 25175 MT, *in vitro*?

1.4 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1 Objetivo General

Determinar el efecto antibacteriano del extracto fluido del pseudotallo de *Musa x paradisiaca* L., “plátano”, frente a *Streptococcus mutans* ATCC® 25175 MT, *in vitro*.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Determinar el efecto antibacteriano del extracto fluido de pseudotallo del *Musa x paradisiaca* L. “plátano” al 25%, frente a *Streptococcus mutans* ATCC® 25175 MT, *in vitro*.

- Determinar el efecto antibacteriano del extracto de pseudotallo del *Musa x paradisiaca* L. “plátano” al 50%, frente a *Streptococcus mutans* ATCC® 25175^{MT}, *in vitro*.
- Determinar el efecto antibacteriano del extracto fluido de pseudotallo del *Musa x paradisiaca* L. “plátano” al 75%, frente a *Streptococcus mutans* ATCC® 25175^{MT}, *in vitro*.
- Determinar el efecto antibacteriano del extracto fluido de pseudotallo del *Musa x paradisiaca* L. “plátano” al 100%, frente a *Streptococcus mutans* ATCC® 25175^{MT}, *in vitro*.

1.5 HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

1.5.1 Hipótesis General

El extracto fluido de pseudotallo del *Musa x paradisiaca* L., “plátano” presenta efecto antibacteriano frente a *Streptococcus mutans* ATCC® 25175^{MT}, *in vitro*.

1.5.2 Hipótesis Secundarias

- El extracto fluido de pseudotallo del *Musa x paradisiaca* L. “plátano de isla” al 25%, presenta efecto antibacteriano frente *Streptococcus mutans* ATCC® 25175^{MT}, *in vitro*.
- El extracto fluido de pseudotallo del *Musa x paradisiaca* L. “plátano” al 50%, presenta efecto antibacteriano frente *Streptococcus mutans* ATCC® 25175^{MT}, *in vitro*.

- El extracto fluido de pseudotallo del *Musa x paradisiaca L.* “plátano” al 75%, presenta efecto antibacteriano frente *Streptococcus mutans* ATCC® 25175^{MT}, *in vitro*.
- El extracto fluido de pseudotallo del *Musa x paradisiaca L.* “plátano” al 100%, presenta efecto antibacteriano frente *Streptococcus mutans* ATCC® 25175^{MT}, *in vitro*.

1.5.3 VARIABLES

1.5.3. Identificación y Clasificación de Variables e Indicadores

VARIABLES	ASPECTOS O DIMENSIONES	INDICADORES
Independiente Extracto fluido del pseudotallo del <i>Musa x paradisiaca L.</i> , “plátano”.	Porcentaje al 25, 50, 75 y 100%	Dilución del extracto fluido del pseudotallo.
Dependiente Efecto antibacteriano <i>in vitro</i> frente a <i>Streptococcus mutans</i> ATCC® 25175 ^{MT}	Expresada en milímetros (mm)	Medición del halo de inhibición formado alrededor del disco.

1.6 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación responde a un diseño experimental in vitro.

1.6.1 Tipo de Investigación

- **Explorativo:** porque el tema a investigar es poco estudiado ya que se requiere obtener información y también para conocer el tema que se abordará, de algo que hasta el momento se desconocía.
- **Prospectivo:** porque se recogieron los datos a propósito de la investigación; es un estudio del presente al futuro.
- **Analítico:** porque, en el trabajo, se establece una relación de dos variables después de recoger los datos.

1.6.2 Nivel de Investigación

- **Aplicativo:** porque plantea resolver problemas en un estudio y adquirir conocimientos, para determinar si pueden ser aplicados.

1.6.3 Método

- **Explicativo:** por ser un estudio de causa y efecto, se centra en explicar por qué ocurre un fenómeno.
- **Estadístico:** para procesar, analizar y presentar los datos recogidos de la muestra en estudio.

1.7 POBLACIÓN Y MUESTRA DE LA INVESTIGACIÓN

1.7.1 Población

La planta de *Musa x paradisiaca* L., “plátano”, recolectada antes de la fase de floración en el Centro Poblado de San Felipe, distrito de Végueta del departamento de Lima.

1.7.2 Muestra

La muestra está conformada por 24 kg del pseudotallo de *Musa x paradisiaca* L., “plátano”.

Peso de muestras:

Planta N°1: 6kg de pseudotallo

Planta N°2: 5kg de pseudotallo

Planta N°3: 6kg de pseudotallo

Planta N°4: 7kg de pseudotallo

1.8 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

1.8.1 Técnicas

- **Identificación de *Musa x paradisiaca* L, “Plátano”**

Las muestras vegetales fueron identificadas en el Museo de Historia Natural de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos de la ciudad de Lima, (ANEXO n.º 2).

- **Obtención de la Cepa *Streptococcus mutans* ATCC® 25175^{MT}**

La cepa fue obtenida dentro de las 48 horas en el laboratorio de la Universidad Peruana Cayetano Heredia de la ciudad de Lima, con su viabilidad certificadas, (ANEXO n.º 4).

- **Recolección**

La muestra fue recolectada a las once de la mañana en el Centro Poblado de San Felipe, distrito de Végueta del departamento de Lima. , se realizó un corte transversal en la parte central del pseudotallo; además, obteniendo el peso total de 24kg de la porción de cada pseudotallo del platanero; luego, se pasó, previamente, por un proceso de lavado con agua destilada para eliminar los restos de polvo y tejido muerto del pseudotallo.

- **Obtención por técnica de compresión manual**

Mediante compresión manual se obtuvo 200 ml de la savia (líquida), de cuatro pseudotallo de las plataneras, luego, fue depositada en el frasco ámbar esterilizado, para evitar contacto con la luz del medio ambiente.

- **Extracción por técnica de maceración**

Se realizó el proceso de maceración de la siguiente manera: Se diluyó 100 ml de la savia pura del pseudotallo en 50 ml de alcohol de 70°, a temperatura ambiente, previamente en agitación durante el periodo de 7 días.

- **Filtrado**

El macerado fue filtrado una sola vez con papel filtro número 42, para eliminar residuos sólidos.

- **Evaporación**

La maceración se llevó a cabo mediante baño maría a temperatura de 60° C durante una hora por tres días, hasta evaporar el solvente, con la finalidad de separar componentes de interés. Posteriormente, se obtuvo una consistencia líquida y limpia de impurezas.

- **Estudio Fitoquímico analizada en la UNMSM – Lima.**

La savia de 200 del pseudotallo, de las cuales 100ml del extracto fluido del pseudotallo fue realizada en las pruebas pilotos, según la UNMSM – Lima, arrojaron los siguientes resultados para el estudio fitoquímico: se indicó la cantidad de 50ml del extracto fluido del pseudotallo a ser analizada, (ANEXO n.º 3). Posteriormente, de los 50 ml del extracto fluido del pseudotallo se realizan las diluciones, a continuación:

- **Determinación de la cantidad a diluir**

Se trabajó con 50 ml de extracto fluido del pseudotallo, previamente evaporado el solvente; luego, se procedió a realizar las diluciones con agua estéril, para obtener las concentraciones de 25%, 50%, 75% y 100%. Por otro lado, se partió de la concentración al 100%, para realizar las disoluciones con pipeta de 5 ml, cuya medida de cada tubo de ensayo es de 10 ml, mediante la siguiente fórmula:

$$V_1 \times C_1 = V_2 \times C_2$$

Donde:

V1 = Volumen del extracto fluido puro al 100%

C1 = Concentración que se desea hallar

V2 = Volumen de extracto diluido a preparar

C2 = Concentración diluida

- Obtención de dilución del extracto fluido del pseudotallo, la cual se describe en el siguiente cuadro⁷.

Concentración	Dilución del extracto fluido del pseudotallo			
	25%	50%	75%	100%
Extracto fluido	2.5 ml	5 ml	7.5 ml	10 ml
Agua estéril	7.5 ml	5 ml	2.5 ml	0 ml

Volumen total: 10 ml =100%

- **Determinación de la cantidad de mediciones**

El tamaño de la muestra, se determinó mediante la siguiente fórmula que tiene en cuenta el tamaño de la población, el nivel de confianza y la cantidad de repeticiones y se establecen los siguientes criterios³⁴:

$$n = 2 Z^2 S^2 / d$$

Donde:

S = el piloto para estimar la varianza es de 5.52

d = el nivel de precisión del margen de error es de 0.05

Z = el nivel de confianza es de 95% (1.96)

n = muestra

$$n = 2(1.96)^2 (5.52)^2 / (0.05)$$

$$n = 5$$

Por lo tanto, se realizan cinco mediciones por concentración de 25%, 50%, 75%,100% y el control negativo. Es decir, un total de 25 mediciones por cada extracto fluido del pseudotallo y el control negativo.

1.8.1.2 PROCEDIMIENTO

Antes de realizar los procedimientos de esterilización, se empaclaron todos los materiales a utilizar en el laboratorio, a continuación:

a) Empacado de los materiales

- Una vez seco el material, se procedió a envolver todos los materiales para la prueba, acto seguido, se procedió a envolver con papel kraft, las placas de Petri, vaso precipitado, matraz Erlenmeyer y pipetas. Para los tubos y matraces se elaboran tapones de algodón
- Se cortó el papel Kraft, en forma de rectángulos adecuados para la cantidad de placas Petri, un matraz Erlenmeyer. Se colocó en la parte central y se envuelve
- Se tomó los extremos del papel kraft, se unen, y se ajustan adecuadamente los extremos.
- El papel kraft en forma triangular se dobló hacia atrás para un empaque adecuado, por último, se rotuló los materiales con el fin de evitar confusiones con otros materiales.
- Previamente se esterilizaron los materiales en autoclave a la temperatura de 121 °C por 25 minutos; una vez alcanzada la temperatura correcta, se prolonga 15 minutos de exposición.

b) Preparación del medio de cultivo

- Se pesó 5.7 g de Agar Mueller Hinton, y se mezcló con 150 ml de agua estéril en un matraz de capacidad de 250 ml, para luego, autoclavarse a 121°C durante 15 minutos. Se dejó enfriar a una temperatura ambiente, después se vierten en cinco Placas Petri y dejar solidificar el medio cultivo.

- Distribuir el medio de cultivo sólido en cinco placas Petri, en volumen apropiado para que el espesor sea de 6 mm sobre una superficie horizontal (25 ml) aproximadamente, para que pueda crecer de forma óptima el *Streptococcus mutans* ATCC® 25175^{MT}, utilizando el agar Mueller Hinton.

c) Método de Kirby Bauer

- Utilizar cinco placas Petri; previamente, se realizó la inoculación estandarizada con ayuda de un hisopo estéril por técnica de estría sobre la superficie de placas Petri con Agar Mueller Hinton.
- Con ayuda de una pinza estéril se incorporan un total de cinco discos de papel de filtro estériles; de las cuales, cuatro discos de papel filtro tienen diferentes concentraciones, y un disco de papel filtro del control negativo, se colocan sobre la superficie de dichas placas sembradas.
- Con la ayuda de la pipeta Pasteur de 1 ml se impregna 0,5 ml, aproximadamente, a los cinco discos de papel filtro, con el extracto fluido del pseudotallo a la concentración de 25%, 50%, 50%, 75% y 100% respectivamente equidistantes por placa Petri.
- A los cuatro discos se impregna 0,5 ml, aproximadamente, de la concentración del extracto del pseudotallo al 25%, 50%, 75% y 100%.
- El quinto disco, se le incorpora 0,5 ml aproximadamente, del control negativo agua estéril.
- Los discos de papel filtro y las placas se rotularán inmediatamente después de incorporar el extracto fluido del pseudotallo.

- Las placas se incuban a 37°C en anaerobiosis durante 24 horas, y se obtuvieron un total de 25 placas Petri; posteriormente, se realiza la lectura mediante la inspección visual de cada placa.
- Se efectúa tomando el registro en milímetro de los halos de inhibición del crecimiento de *Streptococcus mutans* ATCC® 25175^{MT}; finalmente, se analizan los resultados mediante la escala de Durafford²⁰, la cual está conformada por la sensibilidad límite entre 9 a 11 mm (sensible), Sensibilidad media 11 a 20 mm (muy sensible) y Sumamente sensible de 20 mm a más.

1.8.2 Instrumento de recolección de datos:

Pie de Rey o Varnier. Los halos de inhibición se midieron con el pie de rey, el cual es un medidor de longitud que va desde 0 mm a 150 mm. Además, dispone de dos puntas para el control de las mediciones interiores, exteriores y de profundidades.

1.8.2.2 Materiales

a.- Materiales de prueba

- Cepa de *Streptococcus mutans* ATCC 25175
- Medio cultivo Agar Müller Hilton
- Extracto fluido del pseudotallo

b.- Materiales de laboratorio

- Seis Tubos de ensayo de 10 ml
- Dos pipetas de 5 ml

- Dos pipetas Pasteur de 1 ml
- Dos matraces de 250 ml
- Una bagueta
- Una luna de reloj
- Cinco placas Petri
- Calibrador electrónico de Vernier
- Ocho hisopos estériles
- Un frasco de alcohol de 70°
- Un frasco de agua estéril de 1 L
- Un vaso precipitado de 50 ml
- Un vaso precipitado de 250 ml
- Dos probetas de 50 ml y 100 ml
- Dos frascos ámbar de 150 ml
- Papel Whatman # 42
- Discos de 6 mm de diámetro
- Papel Kraft
- Balanza analítica
- Mechero bunsen

c.- Equipos de laboratorio

- Autoclave
- Estufa de incubación
- Baño María

1.9 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN

1.9.1 Importancia de la investigación

El interés por las plantas medicinales aumentado considerablemente en los últimos años; esto se da debido a la falta de información científica hasta la fecha para probar la eficacia de las plantas empleadas como remedios populares, que, sin embargo, han sido usadas por la población y es por esta razón que se trata de impulsar la iniciativa de estudiar las plantas medicinales en base a preparaciones de extractos que, a la vez, continúan innovando el campo de la investigación de plantas, poca estudiadas, para descubrir sus propiedades⁴. Como es el caso de la *Musa x paradisiaca* L., la cual es una planta, actualmente, poco estudiada a nivel experimental.

Se estableció la relación del extracto fluido del pseudotallo con referente a la caries dental, porque el *Streptococcus mutans* ATCC® 25175 es el principal causante de la caries dental ya que es la especie más frecuente del grupo de *Streptococcus* que, además, se aísla en el 70 a 90% de la población no desdentada y en individuos con caries activa ¹⁷.

La caries dental, una enfermedad trasmisible que afecta la población del Centro Poblado de San Felipe, departamento de Lima, debido a la posible falta de información de buenos hábitos de higiene bucal y a la inadecuada alimentación a base de carbohidratos. El extracto fluido del pseudotallo de *Musa x paradisiaca* L, “Plátano” podría dar lugar a una nueva alternativa en el empleo de la caries dental, y que también aportaría la información a los investigadores.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1 ANTECEDENTES

A nivel Nacional:

Nesquen José, Tasayco Yataco. En su trabajo realizado en la Universidad Privada Norbert Wiener en el año 2017, se buscó determinar la medida en que la savia liofilizada de *Musa acuminata Colla* incide en la seguridad y actividad antiulcerosa en ratas inducidas a úlcera gástrica e in vitro experimental del tipo “casos y controles”; su objetivo fue determinar la medida en que la savia liofilizada de *Musa acuminata Colla* incide en la seguridad y actividad antiulcerosa en ratas inducidas a úlcera gástrica e in vitro. Material y método: se obtuvo la muestra realizando un orificio en la parte central del pseudotallo, luego lo filtró, depositó en frasco estéril ámbar, lo centrifugó y extrajo el sobrenadante; posteriormente, se filtra al vacío obteniéndose la savia en su forma acuosa, se lleva a liofilización a temperatura de 48°C por 72 horas,; una vez listo, se diluye con agua destilada a diferentes concentraciones. Por consiguiente, se mide la seguridad de toxicidad. Fue evaluada a dosis única en ratones albinos y a dosis repetidas durante 28 días en ratas Holtzman.

Seguidamente, se ejecutó la actividad antiulcerosa, las ratas holtzman fueron inducidas a úlcera gástrica con indometacina 80 mg/Kg por vía oral, utilizando 48 ratas hembras holtzman, de las cuales se sacrificaron 12 ratas holtzman. Al resto de ratas holtzman se les administró 800mg/kg de savia liofilizada, donde utilizaron como control positivo a la ranitidina 100mg/kg más indometacina y control negativo a suero fisiológico, además, fueron administradas por vía oral. El método microbiológico, consiste en la microdilución en caldo, a cada pocillo en la microplaca se añadieron 100 uL de caldo Mueller Hinton suplementado con suero de ternera fetal 10%, se inoculó 6×10^8 de *Helicobacter pylori* y 100 uL del preparado del extracto; también, se añadió para alcanzar las concentraciones finales de 125, 250, 500 y 1000 ug/mL. El siguiente método, Kirby Bauer, se empleó discos de 6mm embebido en 25 ul c/dosis de diluciones, inóculo *Helicobacter pylori* en cada caja Petri de medio cultivo. Resultados: la dosis letal media fue de 10000 mg/Kg de savia liofilizada. El ensayo de toxicidad a dosis repetidas no mostró síntomas tóxicos ni cambios significativos en los parámetros hematológicos. La dosis de 800 mg/Kg de savia liofilizada en la actividad antiulcerosa produjo una inhibición del 86% comparado con el grupo control ranitidina 100mg/kg que obtuvo 65% de inhibición; la actividad frente al *Helicobacter pylori* en concentraciones de savia liofilizada de 1000 ug/mL, 500 ug/mL, 250 ug/mL y 125 ug/mL resultó ser inactivo y la actividad antiulcerosa probablemente se debe a la presencia de taninos, alcaloides y flavonoides. Se concluye que la savia liofilizada de la *Musa acuminata Colla* había evidenciado ser seguro y tener actividad antiulcerosa en ratas, pero no tienen actividad in vitro frente al *Helicobacter pylori*⁶.

Bonilla G. et al., su trabajo realizado en la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo en el año 2017, con el objetivo determinar el efecto inhibitorio in vitro del extracto líquido de *Musa acuminata* (plátano de seda) sobre *Staphylococcus aureus* y evaluar la toxicidad del extracto de *Musa acuminata* sobre Artemia Salina. Método y material, consiste mediante la siembra por extensión en superficie en placas con agar nutritivo y el extracto líquido de *Musaca acuminata* (Plátano seda), utilizando las cepas de *Staphylococcus aureus* aisladas de

pacientes con infecciones de vías respiratorias del Hospital docente Belén en Lambayeque, y extracto líquido de *Musa acuminata* de las cuales se obtuvieron a las concentraciones de 5, 10, 20, 30% v/v. Luego, realizó el bioensayo de toxicidad con Nauplius de Artemia salina, el número de observaciones experimentales fue 25 para el efecto inhibitorio y de 120 para la toxicidad de Artemia salina; por consiguiente, el extracto líquido de *Musa acuminata* inhibió a *S. aureus* resistente a meticilina, con una completa inhibición al 30% v/v en las cepas 3, 4 y 5; a la misma concentración, la inhibición fue menor en las cepas 1 y 2 con un crecimiento final de 3×10^5 ufc/mL y 6×10^5 ufc/mL. Resultados: los resultados se interpretaron mediante las pruebas estadísticas de ANOVA y Tukey. Se concluye que el extracto de *Musa acuminata* “plátano de seda” a las concentraciones de 5, 10, 20, 30 % v/v tuvo efecto inhibitorio frente a las especies de *Staphylococcus aureus* resistentes a meticilina y no es tóxico para Artemia salina⁷.

Alcalde Torres, Mayli en su trabajo realizado en la escuela profesional de medicina en el año 2017, el objetivo fue determinar la eficacia de la “savia de *Musa acuminata*” (plátano) como bactericida sobre cepas de *Mycobacterium tuberculosis*, elaborando concentraciones al 90%, 75%, 50% y 25%. Material y método, la savia de *Musa acuminata* fue obtenida del pseudotallo, se realizó un corte transversal de abajo hacia arriba en el pseudotallo, luego se colocó en un frasco estéril de vidrio ámbar de 100 ml de capacidad, en el cual, 10 ml de esta savia en 10 ml de etanol al 96° se diluyeron; previamente, se filtró con papel whatman número 40; luego, se centrifugó con la finalidad de eliminar el sobrenadante color canela claro. Previamente, la savia de plátano fue utilizada en su forma original y liofilizada; por lo cual, fue fraccionada según las concentraciones que se utilizó en el presente estudio al 90%, 75%, 50%, 25% de principios activos totales. Empleó el método antibiograma (es una prueba in vitro que define la sensibilidad de los gérmenes a una variedad de agentes antimicrobianos) y el método de MOODS (es un cultivo directo de muestras de esputo en medio líquido, que detecta *Mycobacterium tuberculosis* y a su vez evalúa la susceptibilidad), el cual consistió trabajar en un medio líquido con el

caldo de Mildebrook + el extracto puro de “savia de *Musa acuminata*”, obteniendo como resultados que en las concentraciones seleccionadas hay crecimiento de *Mycobacterium tuberculosis* observadas mediante un microscopio óptico; además, se encontró UFC ≥ 2 , lo cual determina resistencia a dicho microorganismo; no obstante, al trabajar 10 cepas diferentes por duplicado hubo resultados indeterminados expresados en 1 unidad formadora de colonias (UFC). En conclusión, se determinó que no hay eficacia bactericida de “savia de *Musa acuminata*” (plátano) sobre cepas de *Mycobacterium tuberculosis* a distintas concentraciones⁸.

A nivel Internacional:

Mayorga Pico, Juan. En su trabajo realizado en el laboratorio de Ingeniería Química de la Universidad Nacional de Ecuador en el año 2017, con el objetivo de determinar el efecto inhibitorio del extracto de la “*Musa paradisiaca*” en diferentes concentraciones a dos tiempos frente a la *Porphyromona gingivalis*, in vitro. Su método y material, consiste en la técnica de maceración, usando la muestra de cáscara de plátano pulverizado en 500 ml de etanol al 70%, por un periodo de 14 días para su posterior filtrado y eliminación del alcohol en el rota vapor para lograr que sea puro y no de falsos positivos en el estudio. Aplicó el método de Kirby Bauer; posteriormente realizó la técnica de estría con ayuda de un hisopo estéril, colocando tres discos embebidos con el extracto de *Musa paradisiaca* a las concentraciones al 100%, 50% y 25% ,sobre la superficie de cada caja Petri en medio cultivo de Miuller Hinton, incubados en anaerobiosis a temperatura 37°C por 24 y 48 horas; siendo la primera, la que formó un halo inhibitorio notable frente a la *Porphyromona gingivalis*. Se usó como control positivo a la clorhexidina y al agua destilada como control negativo. Resultados: se utilizaron como pruebas estadísticas, la de normalidad y las no paramétricas de Kruskal Wallis y Mann Whitney. Conclusión: el extracto de la *Musa paradisiaca* a sus diferentes concentraciones siendo estadísticamente la del 100% y 50% las que presentaron efecto inhibitorio. Los datos estadísticos que se obtuvieron mostraron que el extracto de la *Musa paradisiaca* al 100% tuvo efecto inhibitorio⁹.

Subieta Imaña, Ximena. En su trabajo realizado en el laboratorio de la Universidad Mayor de San Andrés en el año 2005, con el objetivo de evaluar la preclínica de la toxicidad de savia de *Musa paradisiaca* en modelos animales. Para que pueda ser utilizado como un medicamento, este producto fue sometido a diversas pruebas toxicológicas a través de ensayos en animales para determinar su posible efecto toxico. Método y material: consistió en la técnica mecánica, es decir, obtuvo la savia cortando con un machete los tallos del árbol de *Musa acuminata* y por compresión manual de los fragmentos se obtuvo un líquido color canela claro que fue depositado en frasco de plástico, luego lo filtro con papel (Whatman Nº1), después lo centrifugó, con la finalidad de eliminar el sedimento color canela del líquido y fue fraccionado en viales de color ámbar. La savia utilizada en su forma natural y liofilizada, por ello se fracciono de 4 a 5 ml diluidas en agua estéril, y así ser administrado a tres grupos de 5 animales (ratas) hembras, incluyendo un control negativo. Las pruebas fueron ejecutadas en animales a los que se administró diferentes diluciones de savia en un periodo subagudo (2 meses) y otro subcrónico (3 meses). Resultados: no se encontraron efectos teratógenos significativos sin daño renal, pulmonar o cerebral. las pruebas realizadas incluyen daño hepático, renal, alteración en medula ósea, entre otros órganos, en los otros órganos no evidenciamos daño alguno. Concluyendo que los efectos tóxicos directos encontrados a dosis altas pueden estar asociados a un contenido de minerales, particularmente en el caso de la savia estudiada de la región de Yanacachi¹⁰.

Lalaleo Mayra. En su trabajo realizado en el laboratorio de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Central del Ecuador en el año 2016, con el objetivo de evaluar el efecto inhibitorio del extracto alcohólico de mortiño (*Vaccinium floribundum Kunth*) sobre el *Streptococcus mutans* ATCC 35668. Material y método, la técnica consistió en la percolación, en la cual empleó los frutos secos de mortiño en mezcla hidroalcohólica, utilizando como solvente alcohol de 70% y 30 ml de agua destilada. La percolación se trabaja a temperatura ambiente por 72 horas, finalizado el proceso de percolación, se

obtiene las siguientes concentraciones de 25%, 50%, 75% y 100%. Se aplicó el método de Kirby Bauer, la cepa fue inoculada en nueve cajas Petri sobre el medio gar sangre, éstas fueron incubadas a 35°C en anaerobiosis por 48 horas, obteniendo un total de cincuenta y cuatro tratamientos. Se empleó un grupo de control positivo (clorhexidina 2%), y un grupo de control negativo (suero fisiológico). Resultados: los resultados se interpretaron analizando los datos con el programa Microsoft Excel 2013, el paquete estadístico para Windows Minitab versión 17 y la prueba de la hipótesis. el extracto alcohólico de mortiño al 25%, tiene un valor superior en relación a las otras 3 concentraciones con un halo de inhibición promedio de 13,11mm. Concluyendo: el extracto alcohólico de mortiño al 25% genera inhibición del *S. mutans*, siendo superior a las otras concentraciones, pero es inferior a la clorhexidina¹¹.

2.1.2 BASES TEÓRICAS

2.1.1.2 Origen e historia de *Musa x Paradisiaca* L. "Plátano".

El origen e historia de *Musa x paradisiaca* L."Plátano", es poco conocida a los múltiples hechos del periodo de conquistas entre continentes del mundo y parece ser probable que el hombre haya utilizado el plátano no solo para satisfacer su hambre, sino para uso de remedios, tales como desinflamante y astringente. A lo largo de su historia, fue evolucionando con el pasar del tiempo por diversos lugares del mundo. El cultivo del plátano en los momentos de su desarrollo se originó en el sudeste de Asia, entre la India y Malasia; quizás por el beneficio y consumo de plátano, la actividad ha seguido a través de los años una progresión cronológica en los años 500 a 600 a.C., donde aparecen citas en la inspiración épica del budismo en la que se relata una, referente al plátano en la India. La palabra plátano tiene diferentes acepciones, pues mientras que en América Latina se le da nombre de plátano, en los países del norte se designan con el nombre banano, también se denomina así en Europa. La platanera llegó al Mediterráneo después de la conquista de los árabes en el año 650 d.C., en la que posiblemente pudo haber sido trasladadas las plataneras para el consumo de los árabes. Posteriormente, a través de Arabia, después

rumbo al sur, atravesando Etiopía hasta el norte de Uganda aproximadamente en el año 1300 d.C., en las que hay evidencias de que hubo un contacto bastante prolongado con la fuente original de los injertos de plátano, por lo que su presencia es más antigua en el continente africano. El plátano fue trasladado a las Islas Canarias por los portugueses; luego, llevado al nuevo mundo en el año de 1402, posteriormente desarrollándose así e introduciéndose una serie de cultivo del plátano. Por ello, la posibilidad de la concurrencia del plátano en América Latina ha sido poco investigada; sin embargo, no se tienen pruebas directas del plátano. El autor Linneo basó sus saberes en las especies *Musa x paradisiaca* que corresponden a una variedad de especies y familias de plátano, que existían en las Antillas en el Siglo XVII, en la cual las *Musáceas* tienen su origen en el Asia Sudoriental; mientras que, la *Musa acuminata* y *Musa paradisiaca* tuvieron su origen en la península de Malasia o islas cercanas, de donde fue llevada a otros lugares como las Filipinas y la India, donde se unieron con ejemplares de *Musa balbisiana* dando comienzo a grupos híbridos de los cuales se derivan los plátanos. Prácticamente desconocidos, el plátano en América Latina, aún a finales del siglo pasado eran consideradas frutas exóticas; el cultivo del plátano históricamente llegó al Perú de las islas canarias y del Mediterráneo en el siglo XV, aproximadamente, antes de que la agricultura esté desarrollada en el país, con el pasar del tiempo este fruto fue trasladado y se desarrollándose en el Perú ¹².

2.1.1.3 Clasificación Taxonómica de *Musa x paradisiaca* L. “Plátano”.

La muestra vegetal fue identificada en el Museo de Historia Natural de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, y de acuerdo al Sistema de Clasificación de Cronquist (1988), se ubica en la siguiente categoría. (ANEXO n.º 2).

DIVISIÓN: Magnoliophyta

CLASE: Liliopsida

ORDEN: Zingiberales

FAMILIA: Musaceae

GÉNERO: *Musa*

ESPECIE: *Musa paradisiaca* L.

2.1.1.4 Características morfológicas de *Musa x paradisiaca* L. “

A continuación, se describen las características más importantes de *Musa x paradisiaca* L., “plátano”, está conformada por los siguientes:

- Raíz: poseen raíces superficiales que se distribuyen en una capa de 30 a 40 cm; las raíces son de textura dura, con crecimiento lateral en profundidad del suelo
- Frutos: están conformadas en forma de baya de los plataneros, y puede contener de 5 a 20 manos, cada una con 2 a 20 frutos, siendo su color amarillo verdoso, amarillo y amarillo a rojizo.

- Pseudotallo: puede confundirse por un tronco como los árboles o los arbustos. Los que parecen troncos están formados en realidad por un conjunto de vainas foliares que están dispuestas unas encima de las otras, constituyendo lo que sería un falso tallo o “pseudotallo”, este falso tallo termina en una roseta de las hojas elípticas de tamaño muy considerable dado que pueden llegar alcanzar los 3 metros de alto.
- Flores: las flores masculinas están situadas en la parte superior de la inflorescencia; mientras las femeninas se sitúan en la inferior, estas al madurar producen los plátanos, los conjuntos de todos ellos forman los famosos racimos que contienen frutos.
- Savia: posee consistencia de líquido que circula por toda la planta, es incoloro y cristalino, al contacto con el aire se torna de color rojo oscuro.
- Hojas: posee una característica singular de ser frágil es decir una hoja enrollada como un cilindro que acaba de brotar, a medida que pasa el tiempo está hoja se desenrolla, midiendo de 2 a 4 m de largo y medio metro de ancho.

En el estudio se trabajó con el pseudotallo de *Musa x paradisiaca* L., “Plátano”, como bien lo describe, se puede confundir como troncos de árboles, lo que en realidad están conformadas por conjunto, vainas foliares predispuestas encima de otras, termina en una roseta de hoja elípticas, dando lugar al pseudotallo¹³.

Partes de la *Musa x paradisiaca* L, "Plátano"

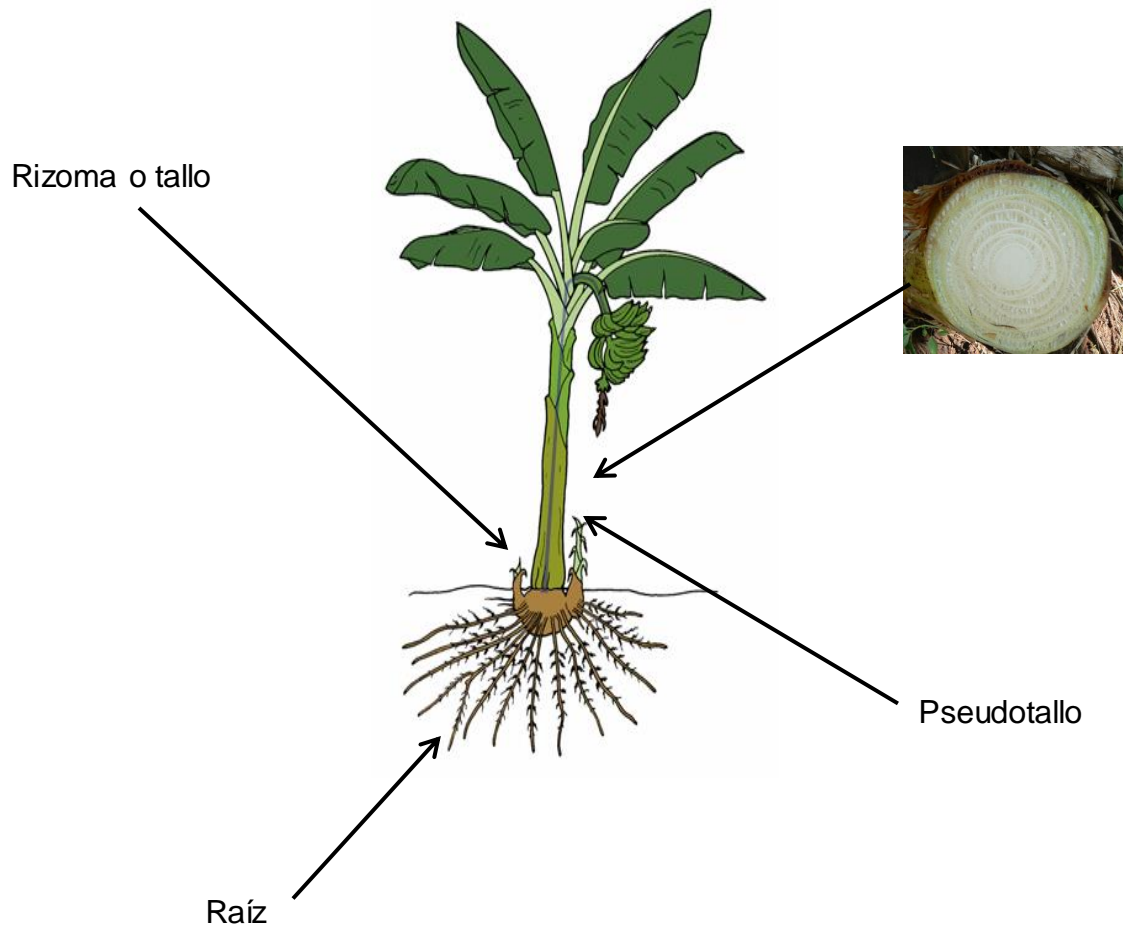


Figura 1. Partes de la planta del plátano¹³.

2.1.1.5 Propiedades medicinales del plátano

Estudios han demostrado las propiedades medicinales del plátano, por ser abundante en su producción y fácil de conseguir, se le ha otorgado nuevos estudios que están atrayendo a profesionales de ciencia de la salud, de las cuales se menciona lo siguientes:

Se ha demostrado que extractos de plantas inhiben la proliferación bacteriana en la cavidad oral; como ejemplo, se tiene a la planta de *Musa x paradisiaca L*, obtenida de la cáscara del plátano, confirmando que el extracto de *Musa x paradisiaca L*, presentó efecto inhibitorio sobre *Porphyromona gingivalis*, es decir, se podría utilizar en la enfermedad gingival (inflamación de las encías) según Mayorga⁸

De acuerdo a una investigación realizada en la Universidad de Purdue en Estados Unidos, algunas partes de la platanera presentan características medicinales como el caso de las flores, las cuales se utilizan para tratar la disentería, úlceras y bronquitis. En la medicina tradicional, la savia se utiliza para tratar una amplia variedad de enfermedades, incluyendo la lepra, la fiebre, trastornos digestivos, hemorragia y picaduras de insectos ya que la savia del plátano tiene propiedades astringentes¹⁴.

2.1.1.6 Utilidad terapéutica de *Musa x paradisiaca L*. “plátano”

La *Musa x paradisiaca L* “plátano”, se le ha atribuido la utilidad terapéutica, cuyas propiedades que poseen han sido de interés como remedios; sin embargo, en la actualidad no hay muchos estudios que demuestren las utilidades terapéuticas con una gran totalidad científica, no obstante, una de las utilidades terapéuticas demostradas a nivel experimental se explica en las siguientes.

En el estudio se detalla que hace 7 años se enfrentó la savia de plátano (*Musa acuminata*), las cuales se evaluaron a través del microscopio, lo que se pudo observar que las cepas ya no crecían en el medio cultivo, y del procedimiento in vitro se pasó a experimentar con cuyes, por ello se aplicó la savia de *Musa acuminata* (plátano) sola y complementado con kanamicina y etionamida contra *Mycobacterium tuberculosis* en modelo animal, que después de ser administrado en animal, esto resultó ser adecuado; por lo tanto, se curaron con

dosis de savia de la *Musa acuminata*, como medida a este trabajo, relata que en los últimos años han comprobado curarse con este tratamiento un total de 40 pacientes y de estos, con TBC de ensayos con la savia de *Musa acuminata*, al menos 17 presentaban cepas resistentes a los antibióticos. En otras palabras, eran MDR (multidrogo resistente), los que aún fueron curados. La investigación realizada en la ciudad de Trujillo, fue propagado en la revista científica argentina *Intramed Journal* en el 2011. Según el Dr. Ortiz Segundo Helmer¹⁵.

2.1.1.7 Historia y evolución de los antibacterianos

La historia y evolución de los antibióticos, es compleja desde sus inicios y en cuanto a los descubrimientos que han aportado a través del tiempo; esto implica inclusive a la resistencia bacteriana, y se concluye que los antibióticos son considerados habitualmente como uno de los éxitos terapéuticos más importantes de la historia de la medicina, ya que, en la actualidad, es en gran medida conocido el que alguien pueda vivir su vida sin recibir algún tipo de agente antimicrobiano; es por ello que se puntualizaron ciertas formas en que los microorganismos se van desarrollando como fuente a la supervivencia. Los antibióticos han evolucionado y se han ido adaptando, de acuerdo a las condiciones para combatir con enfermedades infecciosas, ya que durante gran parte de la historia se pensaba, que las enfermedades eran producto del desequilibrio de sustancias.

Hipócrates y sus seguidores fueron los primeros en describir muchas enfermedades y trastornos médicos, desde la antigüedad el ser humano ha utilizado compuestos orgánicos para el tratamiento de enfermedades infecciosas, como el extracto de algunas plantas y hongos de algunos quesos. Galeno fue un gran preparador de remedios para tratar las enfermedades, describiendo minuciosamente la elaboración y conservación de los mismos, como ejemplo, el preparado de extractos a base de plantas. La ciencia farmacéutica, que estudia la producción y las acciones de las drogas, avanzó muy lentamente en sus inicios, e inclusive para cada paciente particular. La

evolución de los antibióticos se les considera muy importante para la humanidad, por lo cual se considera a los antibacterianos como sustancias naturales semisintéticas o sintéticas, a concentraciones bajas, que inhiben el crecimiento o provocan la muerte de las bacterias. Pero comúnmente se les atribuye a todos el nombre de antibióticos, aunque en realidad, estos son únicamente las sustancias producidas de forma natural por algunos microorganismos.

Históricamente, para hablar de los antibióticos se deben reseñar fechas importantes: en el año 1670 Antón van Leeuwenhoeck descubrió la bacteria, Louis Pasteur en el año 1800 relacionó el germen con la enfermedad, y, en el año 1928, Alexander Fleming descubrió la penicilina, iniciándose así la era moderna de los antibacterianos. En la actualidad, no solo se ha conseguido erradicar completamente las enfermedades infecciosas, sino que muestran una tendencia necesaria, por la aparición de resistencias por parte de los microorganismos frente a los antibióticos. Por ello, el descubrimiento de nuevos antibióticos, así como la creación de antibióticos semisintéticos o sintéticos sigue siendo de gran importancia. Recalcando todo lo mencionado, en la actualidad, innumerables investigaciones siguen en la búsqueda de nuevos antibióticos con el fin de combatir nuevos microorganismos, y así seguir con la búsqueda de nuevas sustancias en miras a que en un futuro se puedan curar muchas más enfermedades ¹⁶.

2.1.1.8 Estudio Fitoquímico del extracto *Musa x paradisiaca* L. “Plátano”

El estudio fitoquímico es cualitativo, por lo tanto, solo se describirá la presencia de metabolitos secundarios presentes en el extracto fluido del pseudotallo de *Musa x paradisiaca* L. El extracto fluido del pseudotallo de 50ml fue estudiado en el Centro de Control Analítico - CCA de Farmacia y Bioquímica de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, y de acuerdo a la marcha fitoquímica se identificó en el siguiente cuadro. (ANEXO N.º 3)

MARCHA FITOQUIMICA			
METABOLITO	ENSAYO	MÉTODOS	RESULTADOS
Antocianinas	Prueba cualitativa	Cualitativo	-
Alcaloides	Reacción de Dragendorff	Cualitativo	+++
	Reacción de Mayer	Cualitativo	-
	Reacción de Wagner	Cualitativo	-
Lactonas	Reacción de Baljet	Cualitativo	+
Flavonoides	Reacción de Shinoda	Cualitativo	+++
Aminoácidos	Reacción de Ninhidrina	Cualitativo	-
Cardenólidos	Reacción de Kedde	Cualitativo	+
Esteroides	Reacción de Lieberman Burchard	Cualitativo	-
Saponinas	Reacción de espuma	Cualitativo	++
Taninos	Reacción con cloruro férrico	Cualitativo	++
Triterpenos	Reacción de Liebermnn	Cualitativo	-
Azúcares reductores	Reacción de Fehling	Cualitativo	+
Fenoles	Reacción de cloruro férrico	Cualitativo	++

2.1.1.9 Metabolitos Primarios y Secundarios

Las plantas, como organismos autótrofos, biosintetizan sus nutrientes y demás metabolitos, ellas mismas como consecuencia de la fotosíntesis. La fotosíntesis es una de las rutas metabólicas claves para la vida en nuestro planeta tierra ya que permite sintetizar metabolitos primarios y estos dan origen a los metabolitos secundarios, a través de las siguientes tres rutas metabólicas vegetales:

- Ruta del ácido shikímico
- Ruta del acetato malonato (ruta de los policétidos).
- Ruta del acetato mevalonato (ruta del ácido mevalónico o ruta de la condensación isoprénica)¹⁷.

Existe una plena interdependencia entre la biosíntesis de los metabolitos primarios y metabolitos secundarios; en resumen, los metabolitos primarios:

- Proceden directamente de la fotosíntesis.
- Son precursores para los metabolitos secundarios.
- Se encuentran en todas las plantas y desempeñan funciones vitales para sí mismas, su interés es nutricional y energético. Algunos presentan bioactividad, por ello que se les denomina también metabolitos biodinámicos o biofuncionales.

Por ejemplo: glúcidos (monosacáridos, disacáridos y polisacáridos), lípidos (fosfolípidos, omega -3, omega, etc.), proteínas (enzimas, glutenina, albumina, etc.), aminoácidos (esenciales y no esenciales), nucleótidos (monómeros de los ácidos nucleicos: ADN y ARN) y otros intermediarios¹⁷.

Por otro lado, los metabolitos secundarios:

- Proceden a partir de los metabolitos primarios siguiendo las tres rutas metabólicas antes mencionadas.

- También son conocidos como productos naturales
- Algunos metabolitos son específicos de ciertas familias o géneros vegetales, siendo este un aspecto muy importante.

Son, sin duda alguna, los compuestos de mayor actividad farmacológica con beneficios para el hombre, los animales y para las mismas plantas. Dentro de este grupo de metabolitos se encuentran los principios activos responsable del efecto terapéutico de tantas plantas medicinales.

Por ejemplo: flavonoides (antocianinas, flavonas, etc.), taninos (hidrosolubles y condensados), alcaloides (quinolina, tropano, cumarinas, etc.). En numerosos casos, estas sustancias sirven como mecanismos de defensa de las plantas contra la predación por microorganismos, insectos y herbívoros. Algunos, tales como los terpenoides, dan a las plantas sus olores; otros (quinonas y taninos), son responsables del pigmento de las plantas. Muchos componentes son, asimismo, responsables del sabor de las plantas (el terpenoide y capsaicina en caso del ají), y algunas de las hierbas y especies usados por los humanos para sazonar los alimentos producen compuestos medicinales útiles. Los minerales se encuentran combinados con las sustancias orgánicas dentro de las especies vegetales¹⁷.

A continuación, se describe la función y el efecto terapéutico de los metabolitos secundarios.

a) Taninos.

Están conformados por un amplio grupo de compuestos hidrosolubles con estructura polifenólica, los taninos pueden reaccionar con las proteínas salivares y las glucoproteínas a nivel bucal, por lo que la saliva pierde su poder lubricante y se consigue un efecto astringente; también, poseen función protectora y efecto analgésico¹⁸.

b) Fenoles.

Constituidos por compuestos orgánicos en cuyas estructuras moleculares tienen un anillo aromático unido a un grupo hidroxilo. Son poco frecuentes y están presentes en la planta. Muchos son de defensa ante herbívoros y patógenos; otros, proveen soporte mecánico a la planta.

- Proceden de la ruta del ácido shikímico: fenoles sencillos, ácidos fenólicos, fenilalanina, ácido cinámico (cumarinas y lignanos, taninos condensados, flavonoides y antocianos)¹⁸.

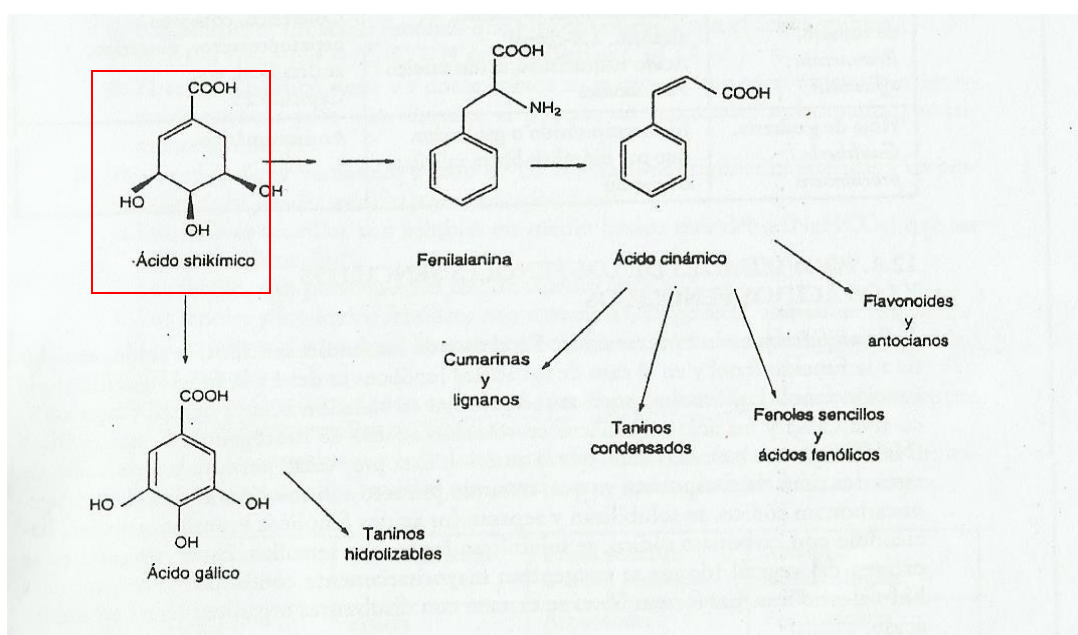


Figura 2. Clasificación de grupos fenoles

c) Alcaloides.

Los alcaloides son sustancias orgánicas nitrogenadas con carácter básico heterocíclicas, a dosis altas, casi todos los alcaloides son muy tóxicos; sin embargo, a dosis bajas tienen un alto valor terapéutico, tales como relajantes musculares, tranquilizantes, antitusivos o analgésicos¹⁸.

d) Flavonoides.

Los flavonoides son sustancias conformadas por grupos fenoles y se caracterizan por contener dos anillos aromáticos bencénicos; por otro lado, presenta actividad antibacteriana por tener en su estructura química un número variable de grupos hidroxilo fenólicos.

En la siguiente figura se describe la estructura: los flavonoides son estructuras del tipo C₆-C₃-C₆, con dos anillos aromáticos (bencénicos) unidos entre sí por una cadena de 3 carbonos ciclada a través de un oxígeno¹⁸.

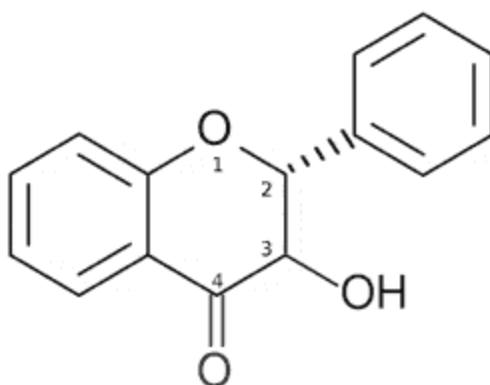


Figura 3. Estructura química de flavonoides

e) Saponinas.

Las saponinas son sustancias que se caracterizan por su capacidad de producir una consistencia de espuma; se forma espuma debido a que las saponinas son estructuras formadas por una parte glucídica (azúcar) y una parte no glucídica (aglicón) denominada sapogenina.

Acción:

- Efecto antibacteriano: la saponina tiene capacidad de formar complejos con esteroides de las membranas celulares de la bacteria, ocasionando grandes poros en las en la membrana celular y alterando la permeabilidad, es decir, la célula se lisa, ocasionando la ruptura de las membranas bacterianas³³.

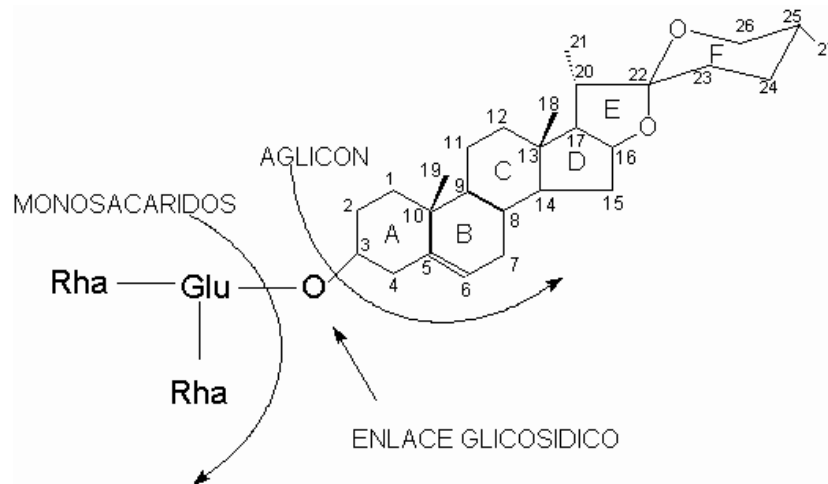


Figura 4. Estructura de la saponina

f) Azúcares reductores.

Poseen grupo carbonilo que, a través del mismo, pueden reaccionar como reductores con otras moléculas; los azucares reductores también conocido como hidratos de carbono, macronutrientes especiales que están presentes de forma natural en las plantas y frutos. Ejemplo: los monosacáridos como la glucosa, la fructuosa, y disacáridos como la lactosa, maltosa, entre otros¹⁸.

2.2.2. 1. Buenas prácticas de cosecha

La cosecha debe garantizar los metabolitos bioactivos:

- a) Efectuar la cosecha al máximo contenido de sus principios activos: se realiza en horas de la mañana, ya que a estas horas tienen mayor concentración de alcaloides, taninos, flavonoides, saponinas y, otros principios activos por la tarde. El tallo y hojas (antes de la floración), flores (en plena floración), semilla o frutos (secas o en plena madurez) y raíz (antes de la floración o después de ella)¹⁹.

- b) Posteriormente, cosechar en condiciones ambientales secas, nunca en horas de lluvias; a la vez, mantener ventiladas y limpias las instalaciones de acopio y procesamiento primario. Por último, se debe tener en cuenta la posible contaminación, por eso debe evitarse en todo momento del proceso.
- c) Las partes dañadas o enfermas deben eliminarse lo más pronto posible, porque se corre el riesgo de contaminar a las demás partes de la planta.
- d) Evitar daño o contacto con el suelo, polvo, pelo de perros, roedores y otros animales. El tiempo en el almacenamiento primario debe reducirse al mínimo.
- e) La cosecha debe protegerse de los daños biológicos (microbios), físicos (golpes, trituradas, etc.) y químicos (contaminación con humo, kerosene, etc)¹⁹.

2.2.2.2 Mecanismo de patogenicidad bacteriana

Para la bacteria, el cuerpo es un conjunto de nichos ambientales que le proporcionan el calor, la humedad y el alimento necesario para el crecimiento de las bacterias que adquieren características genéticas que les permiten entrar (invadir) en el ambiente, permanecer en un nicho (adherirse), lograr el acceso a las fuentes de nutrientes y evitar las respuestas protectoras inmunitarias y no inmunitarias del hospedador (p. ej., capsula). Las bacterias utilizan (p. ej., ácidos, enzimas, toxinas, etc.), y producen daños y problemas en el hospedador humano; muchos de estos rasgos son factores de virulencia que aumenta la capacidad de las bacterias para producir enfermedades. Se puede mencionar que la enfermedad se produce como consecuencia de la combinación de las lesiones ocasionadas por las bacterias y las secuelas de la respuesta innata e inmunitaria frente a la infección. Por otro lado, no todas las bacterias producen enfermedad, pero algunas siempre causan enfermedad una vez que ocurre la infección. Normalmente, estas bacterias de la flora normal

residen en localizaciones como el aparato digestivo, la boca, la piel y el aparato respiratorio, mediante el cual el organismo humano se encuentra colonizado por numerosos microorganismos (flora normal). Para que se produzca una infección, las bacterias deben entrar primero en el organismo humano; posteriormente, participan los mecanismos de defensa y las barreras de defensa naturales, como la piel, la mucosidad, el epitelio ciliado y las secreciones que contienen sustancias antibacterianas (p. ej., Lizosoma). Por otra parte, existen diversos nichos dentro de la cavidad oral y pueden reconocerse diferencias si se estudia la flora oral, la cual es de tipo mixto, con asociación de gérmenes aerobios y anaerobios. Por ende, las bacterias que se adhieren a la superficie dental en forma permanente y a través de diferentes macromoléculas de los dientes presentan superficies de adherencia que tienen la particularidad de no renovarse en forma periódica, por ello la especie más importante es el *Streptococcus mutans*, las cuales se hallan a nivel de la superficie dental, entre la corona y la raíz, y es una bacteria que pertenece a la flora normal; cuando el bioflim se ve alterado, esta especie empieza a desarrollarse, y es la precursora de la caries dental²⁰.

2.2.2.3 *Streptococcus* del grupo *mutans*

a) Morfología y características en cultivo

La especie más importante en el humano a nivel oral, son los *streptococcus mutans*, esto se ha caracterizado como colonizadores del bioflim (el bioflim son conjuntos de bacterias que actúan en defensa frente a bacterias patógenas, cuando el bioflim se ve alterado por la presencia de *streptococcus mutans*, es decir, el bioflim accede a la proliferación de *streptococcus mutans*, desarrollándose y adaptándose de acuerdo a las condiciones de supervivencia). El *streptococcus mutans* rodea en la superficie de los dientes y su patogenicidad se ha demostrado en relación a la producción de caries debido a la capacidad que poseen de producir ácidos a partir de carbohidratos. A continuación, se describirá la morfología y características del cultivo de *Streptococcus mutans*,

las cuales son bacterias que se presentan en forma ovoidea o de coco; además, se agrupan en cadenas de longitud variable y esta formación de cadenas se debe a que los microorganismos permanecen adheridos por una parte de la pared celular, no tienen movimiento, no tienen esporas y generalmente reaccionan positivamente a la coloración de Gram. Los medios de vida son el tracto respiratorio, gastrointestinal y bucal del hombre, crecen a una temperatura de 37°C, su diámetro oscila entre 0,6 y 1 µm, tiene un comportamiento anaerobio facultativo, son incubados en una atmósfera de 5 % con CO₂. De dicha manera se desarrolla, en presencia de dióxido de carbono, posee catalasa negativa, es productor rápido de ácido láctico con capacidad de cambiar un medio de pH 7 a pH 4.2 en, aproximadamente, 24 horas. Es un fermentador de glucosa, lactosa, manitol, inulina y salicina con la producción de ácido. Habitualmente no producen ni hemólisis ni decoloración en agar sangre, es principalmente alfa o gamma hemolítico en agar sangre de cordero. El *Streptococcus mutans* se ha subclasificado en varios tipos con base en las propiedades inmunológicas, biológicas y genéticas, por este motivo su hábitat natural de *S. mutans* es la boca humana, es decir en la cavidad oral²¹.

b) Transmisión, Colonización y Adherencia de *Streptococcus mutans* en la cavidad oral

Antes de iniciar la descripción de transmisión, colonización y adherencia de *streptococcus mutans* en la cavidad oral, se mencionará lo siguiente, se tendrá en cuenta la complejidad de la enfermedad que se conoce como caries dental, la cual se debe a los factores que están relacionados con la evolución de una población bacteriana que pasa de una biopelícula saludable a otra patológica; por ello, la flora microbiana es un complejo ecosistema. La boca es colonizada por varios microorganismos, uno de ellos es el *streptococcus mutans*, antes de la erupción de los dientes, es decir el *streptococcus mutans* toma su papel de adaptarse en el medio a desarrollar. Entonces se puede decir que la caries dental es una enfermedad transmisible en la cual los *streptococcus* del grupo *mutans* juegan un papel destacado. Como en muchas enfermedades

infecciosas, se requiere la colonización de un patógeno antes de que ocurra la infección, para comprender el papel que juega en la colonización en el individuo y la expresión de las características que puedan o no influenciar su adaptación de virulencia y su habilidad para sobrevivir bajo diferentes condiciones ambientales. La evidencia indica que una forma principal de transmisión de *S. mutans*, se inicia en los primeros años de vida en la que genera de madre a hijo por contacto directo (transmisión vertical), mientras que el contacto con otros familiares, incluidos el padre, los hermanos y demás posibles cuidadores constituye otra vía de transmisión (transmisión horizontal). El *Streptococcus mutans* se adhiere a la superficie de los dientes (corona y raíz), acumulando grandes masas microbianas, causando la fermentación de carbohidratos y produciendo ácido fórmico, ácido láctico, ácido acético, alterando la flora bucal, cambiando de pH 7 a pH 4,2 en, aproximadamente, 24 horas, que cobra importancia durante edades posteriores. En algunos individuos tienden a ser más propensos en padecer la caries dental y se ha considerado comúnmente que la colonización de la cavidad oral por *S. mutans* (es la ventana de infección) ocurre al producirse la erupción del primer diente, es decir, alrededor de los seis meses de edad²¹.

C) Generalidades de *Streptococcus mutans*

De las enfermedades infecciosas que afectan a los seres humanos, la caries dental es probablemente la más prevalente. Se describe la caries dental como un proceso dinámico de desmineralización, producto del metabolismo bacteriano sobre la superficie dentaria, que con el tiempo puede producir una pérdida neta de minerales y posiblemente, aunque no siempre, resultará en la presencia de una cavidad. Las bacterias orales pertenecen a una comunidad compleja de numerosas especies que participan en la formación de la placa bacteriana (biofilm o biopelícula) con todas sus funciones, interacciones y propiedades²¹.

Una biopelícula sana puede estar formada por más de 700 especies bacterianas, de las cuales menos del 1% son bacterias potencialmente patogénicas; una biopelícula saludable actúa como defensa de primera línea para ayudar a proteger la boca de infecciones por bacterias patogénicas u otros patógenos²¹.

El *Streptococcus mutans* es la especie más frecuente del grupo, se aísla en el 70% a 90% de la población no desdentada y resistente a la caries (portadores). En individuos con caries activa o especialmente predispuestos, su cantidad aumenta significativamente. Se considera el microorganismo cariígeno por excelencia, debido a su especial capacidad de colonizar superficies duras y se aísla en la cavidad oral, sobre todo a partir de placas supragingivales, radiculares y saliva, en cuyo caso su origen es secundario a la localización en las placas. Sus colonias en agar sangre son gamma hemolítica, y, excepcionalmente, β -hemolíticas²¹.

d) Etiología de la caries

El papel primordial de los microorganismos en el estudio de la caries fue iniciado por Miller en el año 1890. Por ello, se estableció la identificación de las bacterias más importantes como las principales: el *Lactobacillus* por Kligler, en el año 1915 y los *Streptococcus mutans* por Clarke en el año 1924. Sobre esta base se determina que la noción de esta enfermedad es asimilarse a las patologías infecciosas, es decir, las respuestas inmunes del huésped son suficientes para detener el potencial patogénico, tanto de la biopelícula normal como la de los patógenos exógenos. Podemos decir que, la caries como enfermedad infecciosa se produce cuando se rompe dicho equilibrio de la biopelícula normal. La caries dental es una enfermedad infecciosa crónica producida por la biopelícula bacteriana que se expresa en un ambiente bucal. A pesar de que las bacterias acidogénicas (microorganismos anaerobios que producen ácidos a partir de fuentes de energías, p. ej., carbohidratos) han sido aceptadas como el principal agente etiológico, la caries dental es considerada

como multifactorial, debido a que participan factores dietéticos y del huésped. Las bacterias no son invasoras o extrañas al huésped, sino que son comensales de la flora bucal normal y, por ende, no pueden ser erradicados²².

2.2.2.4 DIFERENTES TIPOS DE EXTRACTOS

Según la concentración de principio activo respecto a la droga original y según su consistencia²³.

- **Extractos fluidos:**

El disolvente se ha evaporado en el rotavapor hasta conseguir una concentración de principio activo similar a la concentración del principio activo en la droga original. Tienen consistencia líquida y se obtienen generalmente por maceración o percolación. El disolvente suele ser agua o mezclas hidroalcohólicas. También. Los extractos fluidos se alteran fácilmente en contacto con la luz y el aire. Son muy usados para obtener formas líquidas (jarabes, pociones, gotas, etc.) ya que se manipulan y dosifican con facilidad.

- **Extractos blandos:**

Poseen una concentración de principio activo superior a la de la droga original y tienen consistencia semisólida. El disolvente suele ser agua o mezclas hidroalcohólicas. Los extractos blandos son poco estables y resultan difíciles de manipular, por lo que prácticamente no se utilizan.

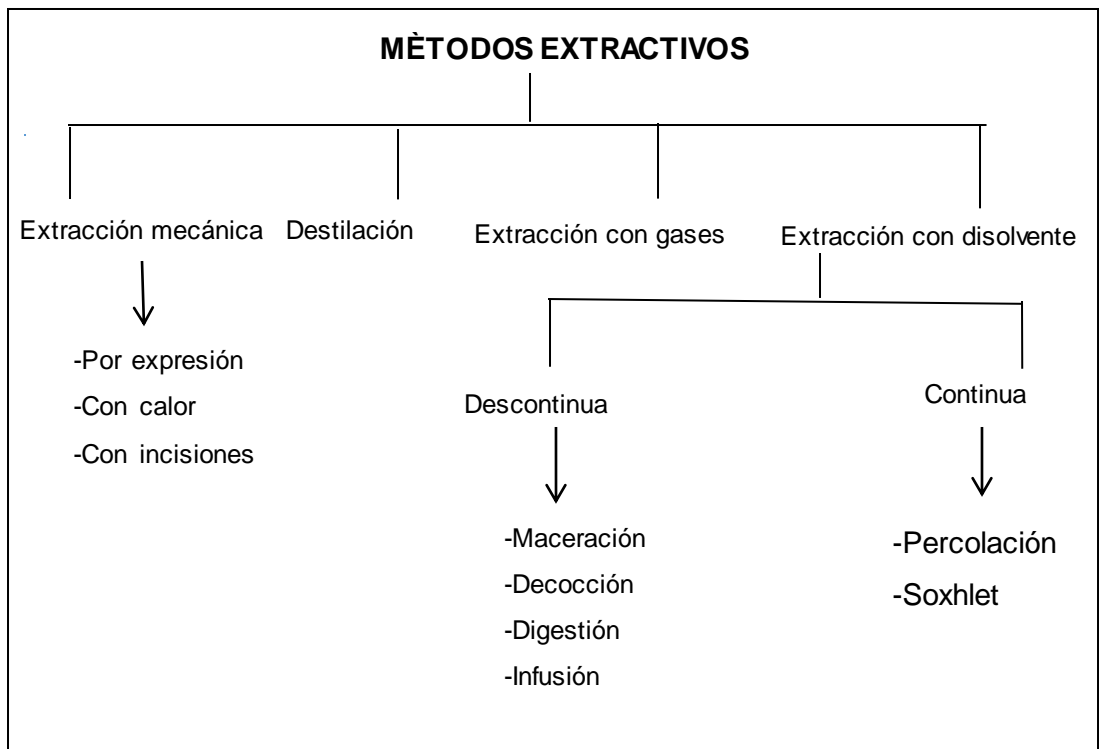
- **Extractos secos:**

Se obtienen por evaporación del disolvente y tienen una consistencia de polvo. Presentan una concentración muy superior de principio activo que la de la droga original. Son preparados bastante estables (aunque en

muchas ocasiones resultan higroscópicos) y de fácil manipulación que se pueden utilizar para preparar tinturas, extractos fluidos, et

a) MÉTODOS EXTRACTIVOS A PARTIR DE LA DROGA

Se parte de la droga y se realiza un proceso extractivo para aislar los principios activos directamente a partir de la misma. Hay varios métodos extractivos²³.



Cuadro 1. Métodos extractivos²³

b) Extracción mecánica:

Es una técnica que permite obtener los principios activos disueltos en los fluidos propios de la planta. los cuales, una vez extraído, se denominan jugo.

La extracción mecánica se puede realizar:

- Por expresión: consiste en ejercer una presión sobre la droga.

- Con calor.
- Mediante incisiones por las que fluyen los fluidos de la planta.

c) Destilación:

Se basa en la diferente volatilidad de los componentes de la droga, lo cual permite la separación de componentes volátiles de otros que son menos o nada volátiles. Se suelen hacer destilaciones por arrastre de vapor o hidrodestilaciones que facilitan la extracción de principios activos volátiles.

d) Extracción con gases en condiciones supercríticas:

Se trabaja con dispositivos especiales donde es posible controlar la presión y las temperaturas críticas. Los gases más utilizados son el dióxido de carbono y el butano. La extracción con gases suele ser muy selectiva y, posteriormente, es relativamente sencillo eliminar el gas extractor; sin embargo, resulta muy caro y es difícil encontrar las condiciones óptimas de presión y temperatura.

e) Extracción con disolventes:

Consiste en poner en contacto la droga con un disolvente capaz de solubilizar los principios activos. Los principios activos deben pasar de la droga al disolvente de manera que se obtenga un extracto líquido. Posteriormente, dicho extracto se puede concentrar eliminando mayor o menor cantidad de disolvente. La extracción con disolventes es uno de los métodos que se emplea con más frecuencia para la obtención de principios activos.

f) EXTRACCIÓN DISCONTINUA

Se sumerge la droga en el disolvente, por lo que la totalidad de la droga contacta con el disolvente utilizado para la extracción y la difusión de los principios activos. Se producirá en todas direcciones hasta alcanzar el equilibrio. La extracción discontinua incluye varios procedimientos de extracción.

- **Maceración:**

Consiste en poner en contacto la droga con el disolvente utilizado para la extracción a temperatura ambiente, manteniéndolo todo en agitación durante un tiempo (normalmente días). Se utiliza, generalmente, agua, glicerina o mezclas hidroalcohólicas. La maceración se utiliza cuando los principios activos son muy solubles y la estructura de la droga es muy permeable al disolvente (hojas, flores poco compactas). Es útil, principalmente, para la extracción de principios activos termolábiles, ya que se trabaja a temperatura ambiente.

- **Digestión:**

Es un método extractivo similar a la maceración, pero en el que se trabaja a temperaturas más elevadas.

- **Infusión:**

Se trabaja con un disolvente (agua) a temperatura próxima a la ebullición, en el que se introduce la droga que se quiere extraer y a continuación se deja enfriar el conjunto hasta la temperatura ambiente.

- **Decocción:**

Se pone en contacto la droga con el disolvente (agua) y el conjunto se lleva hasta la temperatura de ebullición, manteniendo dicha ebullición durante 15 a 30 minutos. Una vez enfriado, se filtra y se exprime el residuo. El tiempo

de decocción depende de las características de la droga, es menor para drogas vegetales blandas (hojas, flores, etc.) y mayor para drogas vegetales duras (corteza, semillas, etc.).

g) EXTRACCIÓN CONTINUA:

Son métodos que consisten en poner en contacto la droga con el disolvente adecuado y mantener en todo momento el desequilibrio entre la concentración de principio activo en la droga y en el disolvente para que se produzca la difusión celular. Mediante estos procedimientos se puede llegar a la extracción, prácticamente completa, de los principios activos de las drogas. Se utilizan varios métodos de extracción continua²³.

- **Percolación:**

Es un procedimiento que se realiza a temperatura ambiente. La droga se coloca en una columna y está en contacto permanente con el disolvente que gotea por la parte superior de la columna, atraviesa toda la zona donde se encuentra la droga con los principios activos, los va extrayendo y, por la parte inferior, se recogen los líquidos extractivos que contienen los principios activos.

h) CONCENTRACIÓN DE LÍQUIDOS EXTRACTIVOS

Los líquidos extractivos que se obtienen en la mayoría de los casos se concentran eliminando parcial o totalmente el disolvente mediante los dos métodos siguientes²³.

- **Al vacío:**

Utilizando un rotavapor. Se trabaja a temperaturas inferiores a 40 °C y en ausencia de oxígeno ya se practica el vacío. Se aplica para concentrar

líquidos extractivos obtenidos con disolventes orgánicos y mezclas hidroalcohólicas.

- **Rotavapor:**

Es un aparato de destilación rotatorio asociado a un Baño María que es usado principalmente en laboratorios de síntesis químicas, investigaciones en Bioquímica y análisis químico cualitativo y cuantitativo de extractos de naturaleza orgánica e inorgánica. Se utiliza principalmente para separar por medio de evaporación a presión reducida y suave, el disolvente que acompaña al soluto de interés; o bien, para realizar destilaciones fraccionadas.

- **Liofilización:**

Consiste en eliminar el disolvente mediante una congelación a temperatura muy baja, seguido de una sublimación del disolvente que pasa directamente del estado sólido a vapor. Este método principalmente se da en el caso de líquidos extractivos acuosos.

2.2.2. 5 MÉTODOS PARA DETERMINAR EL EFECTO ANTIBACTERIANO

Actualmente, las especies de plantas son fuentes de información para el descubrimiento de posibles sustancias con importante actividad farmacológica. Las sustancias derivadas de las plantas han alcanzado una gran proyección, propia de sus aplicaciones. La emergencia de la resistencia bacteriana ha generado nuevos intereses en la búsqueda de medicamentos con poder antibacteriano; prueba de ello, es el aumento en los últimos años del número de publicaciones, relacionando productos naturales y actividad antibacteriana, centrándose las investigaciones en los productos naturales²⁴.

Los métodos son los siguientes: han sido ampliamente usados para determinar extractos de plantas con efecto antibacteriano, los medios de cultivo más utilizados en dichas técnicas son el agar Mueller Hinton y agar tripticasa soya, ya que sus componentes facilitan el crecimiento de diferentes cepas bacterianas y mayor difusión de las muestras. A continuación, se describirá los siguientes métodos²⁴.

- **Método de Kirby Bauer**

El método se basa en la relación entre la concentración de la sustancia necesaria para inhibir una cepa bacteriana y el halo de inhibición de crecimiento en la superficie de una placa de agar con un medio de cultivo adecuado, sobre la cual se ha depositado un disco de papel filtro de 6 mm de diámetro. Se aplica sobre la superficie de una placa de agar Müller Hinton (medio de cultivo diseñado especialmente para hacer ensayos de sensibilidad) se inocula una cantidad estandarizada de bacterias, sembrándolas de forma uniforme para obtener después de la inoculación bacteriana. A continuación, se colocan discos de papel de filtro impregnados con concentraciones conocidas de las diferentes sustancias. La sustancia se difundirá desde el papel filtro al agar de forma radial. Se incuba la placa durante a las 24 horas a 37 °C y luego, se miden los halos de inhibición, la técnica es cualitativa y sus resultados se pueden interpretar únicamente como sensible, intermedio o resistente.

En el caso de que no se presente un halo, no se debe reportar 0 mm, se debe reportar 6 mm, ya que ese es el diámetro del disco. Los diámetros alrededor de cada disco son medidos al igual que su interpretación. Cada sustancia a estudiar tiene su halo de inhibición específico y este depende del tamaño de la molécula y la polaridad de la sustancia; de esta manera, una sustancia con un peso molecular bajo, tendrá mucha capacidad para migrar; por lo tanto, su halo de inhibición será muy amplia. En el caso de una sustancia, que tiene una molécula muy grande y muy hidrofóbica, su halo de inhibición será muy pequeño²⁴.

- **Métodos de dilución:**

Al igual que la técnica de kirby bauer, en la de dilución, se controla el medio de cultivo, el inóculo bacteriano y la sustancia a estudiar.

De este tipo de técnicas podemos mencionar tres: la dilución en agar, la dilución en tubo y la microtitulación.

a) La dilución en tubo:

Sigue siendo el estándar dorado de las pruebas de sensibilidad, es decir, es la técnica de referencia, aun cuando, ante todo presenta el problema de la contaminación y la dificultad para detectarla.

En la técnica de la dilución en agar, se prepara en tubos con la concentración definida de una sustancia y se le agrega a cada tubo una cantidad conocida del agar Müeller Hinton; este tubo se homogeniza y se vierte en una placa de Petri vacía con lo que se logra una placa de agar Müeller Hinton con la sustancia diluida a una concentración determinada. Se inocula 20 ul de la cepa estandarizada y se coloca sobre la superficie del agar con la sustancia a estudiar, la placa se incuba a 35 °C por 18 a 24 horas y se revisa el crecimiento.

Si la cepa logra crecer en la superficie del medio de cultivo, se reporta como resistente. Si, por el contrario, no crece, se reporta como sensible a esa concentración. Con esta técnica, se puede obtener la Concentración Mínima Inhibitoria (CMI), la que se define como la mínima concentración de la sustancia que inhibe el crecimiento de una cepa bacteriana determinada²⁴.

b) Macrotitulación en tubo

Esta técnica se deriva de la anterior, pero no se utiliza por la cantidad de material que emplea, y porque presenta el grave problema de la dificultad para detectar contaminaciones del medio de cultivo, lo que podría producir una falsa resistencia. Sin embargo, la técnica que se usa es la misma de la microdilución.

a) Microtitulación

Se emplean unas placas plásticas, estériles, con tapa, de 96 pozos. Cada placa permite realizar una CMI de una sustancia a ocho cepas diferentes, o una CMI de una cepa contra ocho diferentes sustancias. La cepa se prepara en las mismas condiciones de turbidez, pureza y crecimiento de todas las pruebas de sensibilidad. Para preparar las diferentes diluciones de la sustancia se parte de una solución madre que se debe diluir en las condiciones adecuadas para cada sustancia. Con esa técnica, se pueden determinar dos diferentes valores: la CMI y la CMB. Luego de este periodo de incubación, se cuentan las ufc, se multiplican por la dilución y se obtiene la concentración (ufc/ml) del inóculo empleado. Por ello, este estudio se efectúa con la técnica de Kirby Bauer, porque no requiere de cantidades de materiales y es confiable.

2.2.2.6 Escala de Duraffourd:

Escala utilizada para determinar el efecto inhibitorio in vitro, según diámetro de inhibición.

- Sensibilidad límite entre 9 a 11 mm (sensible)
- Sensibilidad media 11 a 20 mm (muy sensible)
- Sumamente sensible de 20 mm a más¹¹

2.5 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

a) Antibacteriano. Se refiere a un conjunto de compuestos que tienen la capacidad de eliminar o reducir la proliferación de microorganismos²⁵.

b) Bacteria. Microorganismo microscópico de organización procariota, perteneciente a la división de los esquizomicetes, pueden presentar forma de bacilos, cocos, espirilos y espiroquetas. Comprenden tipos fisiológicos autótrofos y heterótrofos cuya diversidad de metabolismo; además, pueden ser tanto aerobios como anaerobios²⁶.

- c) **Cepa.** Conjunto de especies que presentan unas determinadas características genóticas y fenotípicas²⁷.
- d) **Cultivo:** Son preparados que intentan reproducir artificialmente las condiciones del hábitat natural de los agentes bacterianos. Sus componentes deben cubrir todas las necesidades nutricionales de las bacterias y deben incorporarse en una mezcla justa y equilibrada; esto permitirá su crecimiento y multiplicación²⁷.
- e) **Inóculo microbiano.** Número indeterminado de microorganismos introducido en medio cultivo²⁷.
- f) **Cultivo puro.** Obtención de una población de microorganismos procedentes de una sola célula viable²⁷.
- g) **Siembra.** Procedimiento que consiste en acondicionar el microorganismo a un medio de cultivo fértil, de acuerdo a sus exigencias vitales²⁷.
- h) **Halo de inhibición.** Alrededor de cada disco de una sustancia, las bacterias sensibles a esa sustancia no habrán podido reproducirse y, por lo tanto, no forman colonias, dejando un hueco alrededor del disco²⁷.
- i) **Savia.** Líquido encargado de la nutrición en las plantas, una mezcla de sustancias orgánicas e inorgánicas, integrada en un 98% por agua, (cuyo porcentaje varía atendiendo a las diferentes especies de plantas) y, en el resto, por sales, azúcares y aminoácidos²⁸.
- j) **Pseudotallo.** Es muy carnoso y está formado principalmente por agua, es bastante fuerte y puede soportar un racimo de 50 kg o más. Es un falso tallo denominado pseudotallo, y está formado por un conjunto apretado de vainas foliares superpuestas²⁸.

K) Maceración. Es un proceso de extracción sólido o líquido, que se realiza en periodo de días. La extracción posee una serie de compuestos solubles en el líquido extractante que son los que se pretende extraer²³.

l) Extractos. Es una sustancia obtenida por extracción de una parte de una materia prima, a menudo, usando un solvente como etanol o agua. El procedimiento de extracción de los componentes de la planta obedece al interés por un determinado compuesto de grupos identificados previamente o a la necesidad de efectuar un estudio integral de la planta. En cualquiera de los casos, el principio en que se funda la extracción es su solubilidad en un determinado solvente²³.

m) Metabolito secundario. Son compuestos químicos sintetizados por las plantas que cumplen funciones de actividad farmacológica con beneficios para el hombre. Dentro de este grupo de metabolitos se encuentran los principios activos responsable del efecto terapéutico de tantas plantas medicinales¹⁷.

CAPÍTULO III

RESULTADOS

Los resultados se interpretaron mediante la prueba estadística de ANOVA de un factor, la Prueba de Homogeneidad y la Escala de Duraffourd, de acuerdo a lo reportado en este estudio de investigación.

Se aplicó el extracto fluido del pseudotallo de *Musa x paradisiaca* L. "Plátano" frente a *Streptococcus mutans* ATCC® 25175^{MT}; a nivel estadístico todas presentan efecto antibacteriano, obteniéndose las concentraciones de 25% con un halo de inhibición de 14 mm, al 50% con un halo de inhibición 13 mm, al 75% con un halo de inhibición de 14.7 mm y al 100% con un halo de inhibición de 13.5 mm. Por lo tanto, según la Escala de Duraffourd, el mayor halo de inhibición del extracto fluido de pseudotallo, es de 14.7 mm del 75%, presentando efecto antibacteriano.

Tabla N°1. Los halos de inhibición del extracto fluido del pseudotallo frente a *Streptococcus mutans* ATCC 25175. Se midió los halos de inhibición de acuerdo a la Escala de Duraffourd, utilizada para determinar el efecto antibacteriano in vitro.

Halo de inhibición a las 24 horas de incubación					
Muestras	Extracto fluido del pseudotallo al 25%	Extracto de fluido del pseudotallo al 50%	Extracto fluido del pseudotallo al 75%	Extracto fluido del pseudotallo al 100%	Agua estéril (control negativo)
Cultivo N.º 1	13 mm	12 mm	13 mm	13.5 mm	00 mm
Cultivo N.º 2	9 mm	9 mm	10 mm	13 mm	00 mm
Cultivo N.º 3	9 mm	11 mm	14.7 mm	12 mm	00 mm
Cultivo N.º 4	8 mm	12 mm	12 mm	11 mm	00 mm
Cultivo N.º 5	14 mm	13 mm	13 mm	12 mm	00 mm

Tabla N.º 2. Estadística descriptiva del extracto fluido del pseudotallo

	N	Media	Desviación estándar	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
1,00	5	10,6000	2,70185	1,20830	7,2452	13,9548	8,00	14,00
2,00	5	11,4000	1,51658	1,67823	9,5169	13,2831	9,00	13,00
3,00	5	12,8000	1,30384	1,58310	10,1811	13,4189	10,00	14,700
4,00	5	11,8000	1,64317	1,73485	10,7597	14,8403	11,00	13,500
5,00	5	0,0000	0,00000	1,00000	0,0000	0,0000	0,00	0,00
Total	25	9,3200	5,04744	1,00949	7,2365	11,4035	0,00	14,70

En el cuadro estadístico descriptivo se observan las diferentes concentraciones del extracto fluido del pseudotallo de 10,6000 (25%), 11,4000 (50%), 12,8000 (75%), 11,8000(100%) y 0.000 (control negativo), las cuales están dentro del límite establecido del intervalo de 95% de confianza para la media; es decir, cada concentraciones del extracto fluido del pseudotallo están dentro de límite inferior y límite superior, teniendo un error relativo mínimo de 5% error estándar a las concentraciones mencionadas en el cuadro estadístico. En el caso las inhibiciones de los halos, se describe un ejemplo: muestra N.º 1, tiene un halo de inhibición 14,7 mm, sucesivamente para cada muestra que se observa en el cuadro estadístico, obteniendo un total de 25 tratamientos del extracto fluido, por ello ningún dato se excluye y por ende se aplicó la estadística inferencial para determinar si existen diferencias significativas de las medias de cada extracto fluido del pseudotallo.

- 1 = Extracto fluido del pseudotallo al 25%
- 2 = Extracto fluido del pseudotallo al 50%
- 3 = Extracto fluido del pseudotallo al 75%
- 4 = Extracto fluido del pseudotallo al 100%
- 5 = Agua estéril

Tabla N.º3 . Prueba de homogeneidad del Extracto fluido

Estadístico de Levene	df1	df2	Sig.
3,404	3	16	0,043

DONDE:

H₀ = Los extractos fluidos aplicados son homogéneos ($P < 0.05$)

H₁ = Los extractos fluidos aplicados no son homogéneos ($0,043 > 0.05$); es decir, proviene de la misma población.

Consiste en comparar si varias muestras del extracto fluido del pseudotallo proceden de la misma población (la plantanera de *Musa x paradisiaca* L.); es decir, determina si varias muestras que estudian el mismo carácter han sido tomadas o no de la misma población, respecto de dicha característica.

Observamos que $P > 0.05$, es decir $0.043 > 0.05$; por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula, se concluye que los extractos fluidos del pseudotallo de 25%, 50%, 75% y 100% aplicados no son homogéneos. Es importante el resultado ya que esto nos permite elegir la prueba estadística inferencial correspondiente que en este caso será la prueba ANOVA ONE WAY o de un factor, esta prueba se aplica a partir de tres o más muestras y permite comparar las muestras a nivel estadístico.

Tabla N.º 4. Prueba de ANOVA de un factor, extracto fluido del pseudotallo.

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	12,550	3	4,183	1,195	0,343
Dentro de grupos	56,000	16	3,500		
Total	68,550	19			

DONDE:

H₀ = No existe diferencias significativas entre los extractos fluidos aplicados

($P > 0.05$)

H₁ = Existe diferencias significativas entre los extractos fluidos aplicados ($P < 0.05$)

La prueba ANOVA One Way o de un factor, nos permite descifrar si existen diferencias significativas entre los extractos fluidos del pseudotallo al 25%, 50%, 75% y 100% comparando la media de cada uno de ellos. Al observar el resultado ($P > 0.05$), es decir $0.343 > 0.05$ se acepta la hipótesis nula, no existe diferencias significativas entre los extractos fluidos, por ende, no se requiere pruebas post hoc (compara qué medias difieren). Podemos interpretar que las concentraciones de 25%, 50%, 75% y 100%, todas presentan efecto antibacteriano a nivel estadístico.

3.2 Interpretación, análisis y discusión de resultados

En la actualidad, se ha comenzado estudios sobre las especies de *Musa x paradisiaca* L, “plátano”, por sus posibles propiedades, por ello se trata de impulsar a seguir estudiando las plantas medicinales a base de preparaciones de extractos y, a la vez, continuar a nuevas investigaciones de plantas poca estudiadas, como en el caso de *Musa x paradisiaca* L, “plátano”.

Los *Streptococcus mutans*, es la especie más importante en el humano a nivel oral y la más frecuente del grupo, se aísla en el 70 a 90% de la población, en individuos con caries activa o predispuestos a esta²¹.

Se investigó el efecto antibacteriano del extracto fluido del pseudotallo “plátano”, frente al *Streptococcus mutans* ATCC® 25175, porque se tomó como referencia de un estudio, con el tema de látex de la hoja de plátano para uso de aftas y candidiasis de la cavidad oral⁵.

La extracción, viene a ser frecuentemente utilizada para el aislamiento de diversos compuestos que se encuentran en las plantas, observando que el rendimiento en la extracción es dependiente del tipo de disolvente empleado. Castañeda Ovando, Cuba; 2009 *et al*²⁹.

Los solventes polares como el agua y alcohol, dependen de factores, como la presión y la alta temperatura, las cuales disuelven compuestos orgánicos a través del proceso en que la materia cambia del estado líquido al estado gaseoso, posteriormente evaporándose el solvente; con ello, se facilita la separación de componentes de interés. Caso contrario es el del solvente apolar, el cual solo disuelve a sustancias apolares, p. ej., el acetato, benceno y tolueno. Por lo tanto, las mejores extracciones se realizan con solventes polares, tales como el agua, alcohol, ácido acético. Según Chirinos;2007 *et al*³⁰.

El extracto fluido, consiste en poner en contacto la droga con el disolvente, el cual suele ser agua o mezcla hidroalcohólica. El disolvente se evapora en baño maría hasta conseguir una concentración del principio activo similar a la concentración del principio activo en la droga original, obteniendo una consistencia líquida, que se obtiene por técnica de maceración. Según Claudia Kuklinski²³.

El método de Kirby Bauer es usado para determinar el efecto antibacteriano de cualquier compuesto químico o planta³¹. Se realizó el estudio, por ser un método fácil de efectuar, de bajo precio, y es muy manejable a la hora de escoger una sustancia a probar, no requiere equipo especial; además, sus resultados son fácilmente interpretados. Según Marco Luis Herrera²⁴.

En el estudio describen a las saponinas presentes en plantas que se inhiben en el desarrollo de bacterias. Preparaciones enriquecidas en estos metabolitos demostraron que la actividad se incrementa según la concentración. Según Fabio *et al*³².

En el estudio, se otorga el efecto antibacteriano a la saponina, tiene capacidad de formar complejos con esteroides de la membrana celular de la bacteria, ocasionando grandes poros en la membrana celular y alterando la permeabilidad, produciendo la ruptura de la membrana; es decir, la célula se lisa. Según Diana C. Corzo³³.

En el estudio fitoquímico que realizaron en la UNMSM - Lima, del extracto fluido del pseudotallo de *Musa x paradisiaca* L. "Plátano" se analizó la presencia de alcaloides, cardenólidos, saponinas, taninos, fenoles, y flavonoides, entre otros, (Q.F. Gustavo). De todos los metabolitos secundarios, según la referencia anterior de todos los metabolitos mencionados, se le puede adjuntar el efecto antibacteriano a la saponina.

A continuación, se describirá la comparación con otras referencias:

En el estudio (2015), evaluaron el efecto antiséptico del enjuague bucal a partir de *Minthostachys molis* “Muña” frente al *Streptococcus mutans*, empleando un control negativo, por ser un estudio preliminar. Yuriko Reyes³⁵

En el estudio (2017), emplearon 10 ml de esta savia en 10 ml de etanol al 96°, se determinó que no hay eficacia bactericida de “savia de *Musa acuminata*”, sobre cepas de *Mycobacterium tuberculosis* a distintas concentraciones. Según Alcalde Torres⁸.

En otro estudio (2017), emplearon el método de Kirby Bauer y la técnica de maceración, usaron la cáscara de plátano pulverizado en 500 ml de etanol al 70%, mostraron que el extracto de la *Musa paradisiaca* al 100% tuvo efecto inhibitorio. Según Mayorga⁹

En el siguiente estudio (2017), empleo el método de Kirby Bauer y la técnica de percolación, usaron los frutos secos de mortiño, utilizando como solvente alcohol de 70% y 30ml de agua destilada, obtuvieron que el extracto alcohólico de mortiño al 25% genera inhibición del *S. mutans*, con un halo de inhibición promedio de 13, 11 mm. Según Lalaleo Mayra¹¹.

En el estudio (2018), emplearon la savia de *Musa acuminata* llevando a baño maría para la evaporación del agua; luego, lo maceró con etanol de 70°; previamente, lo llevó a estufa y a rotavapor, obteniendo un extracto seco de *musa acuminata*; finalmente, diluyó a dos concentraciones 50% y 100%, se encontró semejanza entre el extracto etanólico al 100%. Por otro lado, el extracto etanólico al 50% tuvo menos efecto. Concluyendo que la *M. acuminata* presenta efecto antibacteriano frente al *E. Facalis ATCC 29212*, *in vitro*. Según Ortiz Hernández³⁴.

En otro estudio, evaluaron el extracto de la *Musa paradisiaca* a sus diferentes concentraciones siendo estadísticamente la del 100% la que presentó efecto inhibitorio. Según Mayorga⁹, se confirma su efecto antibacteriano al 75 % al igual que en el estudio, pero aplicando el extracto fluido del pseudotallo de *Musa paradisiaca* L. "Plátano de isla" frente a *Streptococcus mutans* ATCC[®] 25175 ^{MT}.

Para el caso de los resultados estadísticos se describen:

Los resultados se interpretaron mediante pruebas estadísticas descriptivas, ANOVA de un factor y la prueba de homogeneidad, se aplica a partir de tres concentraciones a más, permite la diferencia significativa entre las concentraciones de 25%, 50%, 75% y 100% del extracto fluido del pseudotallo de *Musa x paradisiaca* L, "Plátano de isla". Es decir, todos presentan efecto antibacteriano a la concentración de 25%, 50%, 75% y 100%.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES

- El extracto fluido del pseudotallo de *Musa x paradisiaca* L. “plátano ” al 25 %, presentó efecto antibacteriano frente a *streptococcus mutans* ATCC 17525, con un halo de inhibición de 14 mm.
- El extracto fluido del pseudotallo de *Musa x paradisiaca* L, “plátano ” al 50 %, presentó efecto antibacteriano frente a *streptococcus mutans* ATCC 17525, con un halo de inhibición de 13 mm.
- El extracto fluido del pseudotallo de *Musa x paradisiaca* L, “plátano” al 75 %, presentó efecto antibacteriano frente a *streptococcus mutans* ATCC 17525, con un halo de inhibición de 14.7 mm.
- El extracto fluido del pseudotallo de *Musa x paradisiaca* L, “plátano” al 100 %, presentó efecto antibacteriano frente a *streptococcus mutans* ATCC 17525, con un halo de inhibición de 13.5 mm.

- Las pruebas estadísticas, mostraron que las cuatro concentraciones de 25%, 50%, 75% y 100%, no existe diferencias significativas entre los extractos fluidos del pseudotallo, es decir todas las concentraciones presentan efecto antibacteriano frente a *streptococcus mutans* ATCC 17525.

4.2 Recomendaciones

- Evaluar el efecto *in vivo* del extracto fluido del pseudotallo de *Musa x paradisiaca* L. “Plátano”, con la posibilidad de prevenir la caries dental.
- Determinar la actividad antifúngica del extracto fluido del pseudotallo de *Musa x paradisiaca* L. “Plátano”, frente a *candida albicans*, *in vitro*.
- Actividad antiinflamatoria del extracto fluido del pseudotallo de *Musa x paradisiaca* L, a nivel tópico.
- Realizar preparación de forma farmacéutica, enjuague bucal, a partir del extracto fluido del pseudotallo de *Musa x paradisiaca* L, “plátano”.

FUENTES DE INFORMACIÓN

1. Tedros Adhanom Ghebreyesus. Organización Mundial de la Salud Bucodental [Artículo en línea]. Septiembre,2012. [Citado el 31 de marzo del2018].Disponibleen:<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs318/es/>
2. Mario Osava. Inter Press Service Salud. América Latina presenta elevado nivel de caries dentales, Editora Perú. Marzo, 2018 [Publicación periódica en línea]. [Citado el 31 de marzo del 2018]. Disponible en: <http://www.ipsnoticias.net/1999/03/salud-america-latina-presenta-elevado-nivel-de-caries-dentales/>
3. Carlos Becerra Gutiérrez. Caries dental afecta al 95% de peruanos, advierte Ministerio de Salud [artículo en línea]. Lima, marzo del 2014. [Citado el 31 de marzo del 2018]. Disponible en: <http://www.andina.com.pe/agencia/noticia-caries-dental-afecta-al-95-peruanos-advierte-ministerio-salud-165574.aspx>
4. Rainer W. Bussman , Douglas Sharon (ed), Plantas medicinales de los Andes y la Amazonia, Perú. Centro William L.Brown – Jardín Botánico de Missouri;2015. Pág. 22,24,26.
5. Paula Morán Pérez, et al. Uso terapéutico del látex de la hoja de plátano (*Musa x paradisiaca* L.) para las aftas y fuegos bucales. [artículo en línea] México. 2011, octubre [citado el 03 de marzo del 2018]. Disponible en: http://www.tlahui.com/medic/medic32/platano_latex.htm
6. Nesquen Tasayco Yataco, Seguridad y actividad antiulcerosa de la savia liofilizada de la *Musa acuminata colla* (plátano de seda) en ratas inducidas a úlceras gástricas e in vitro [Tesis para optar el grado académico de Doctor en salud]. Perú: Universidad Norbert Wiener; 2017.

7. Jesús Bonilla Gonzales y Edwin Gonzáles Chávez, Efecto inhibitorio in vitro del extracto líquido *Musa acuminata* (Plátano Seda) frente a *Staphylococcus aureus* resistente a meticilina (SARM) y evaluación de la toxicidad en Artemia
8. Alcalde Torres Mayli Lilia, Eficacia bactericida de savia de *Musa acuminata* “plátano” sobre cepas de *Mycobacterium tuberculosis*, estudio in vitro [Tesis para optar el título de Médico Cirujano]. Perú: Universidad César Vallejo; 2017.
9. Mayorga Pico Juan Francisco, Efecto inhibitorio del extracto de la *Musa paradisiaca* en diferentes concentraciones y tiempos diferentes frente a la *Porphyromona gingivalis*, realizando un estudio in vitro, [Tesis obtención del Título de Odontóloga]. Ecuador, Universidad central de Ecuador;2017.
10. Ximena Subieta Imaña, Evaluación preclínica de la toxicidad de savia de *Musa paradisiaca* en modelos animales [Para optar el título de Magíster]. Bolivia, Universidad Mayor de San Andrés;2005.
11. Lalaleo Mayra. et al, Efecto inhibitorio del extracto alcohólico de Mortiño (*vaccinium floribundum kunth*) sobre el *Streptococcus mutans* [Tesis obtención del Título de Odontóloga]. Quito: Universidad Central del Ecuador; 2016.
12. Hugo Arévalo .G. Investigación del plátano, cultivo alimenticio principal de los amazónicos de Perú y Latinoamérica [Blog en línea]. 2010, enero [citado el 03 de marzo del 2018]. Disponible en: <http://noticiasdesanmartin.blogspot.pe/2010/01/platano-de-la-amazonia-peruana-en.html>
13. Max Huaman. Tema Fantástico, S.A. Con la tecnología de Blogger. [artículo en línea]. 2012, octubre, [citado el 03 de abril]. Disponible: <http://saviadeplatanoesvida.blogspot.com/>

14. Gabriela. B y Francisco. G, Propiedades funcionales del plátano (*Musa sp*). [artículo en línea]. 2014,Septiembre[citado el 03 de abril].Disponible:https://www.uv.mx/rm/num_anteriores/revmedica_vol14_num_2/articulos/propiedades.pdf
15. Segundo Helmer Ortiz Marín. “Efecto clínico y micobactericida de la *savia de Musa acuminata* (plátano) en pacientes con tuberculosis MDR con tratamiento convencional”, Oficina de Proyección Social de la Gerencia de Investigación de la Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo;2013.
16. Adriana S. y Amaia G. Biotecnología [Blog en línea]. 2010, noviembre [citado el 03 de marzo del 2018]. Disponible en: <https://biotecnologia.fundaciontelefonica.com/2010/06/21/el-descubrimiento-de-los-antibioticos-historia-y-evolucion-2/>
17. Mario Carhuapoma Yance (ed). Plantas aromáticas nativas del Perú, metabolitos secundarios. Editorial CONCYTEC, Lima – Perú, 2011.pág48 – 50.
18. Claudia Kuklinski, Métodos generales de Obtención de los Principios Activos. Metabolitos secundarios. Barcelona: 2003. Capítulo.12 - 15.
19. Mario Carhuapoma Yance (ed). Plantas aromáticas nativas del Perú, Buenas prácticas de cosecha.Editorial CONCYTEC, Lima – Perú;2011. pág. 103.
20. Murray, Rosenthal Pfaller.Microbiología médica, Mecanismo de patogenicidad bacteriana. Elsevier, 7.^a edición. España;2013. Pág. 138.
21. José Liébana Ureña. Microbiología Oral. En: Pilar. B, Adela. B y Juan .H (eds.) Microbiología de la Caries. Madrid 2^a ed. Madrid; 2002.pp. 334 -335,567-568.
22. Diana Berenice C. et al. El manejo contemporáneo de la caries dental y Los fundamentos para el diagnóstico de caries, Universidad Nacional Autónoma de México, México; 2010.

23. Claudia Kuklinski, Métodos generales de Obtención de los Principios Activos. Estudios de las drogas y sustancias medicamentosas de origen natural. Barcelona: 2003. pg.33-38.
24. Marco Luis Herrera. Pruebas de sensibilidad antibacteriana, Metodología de laboratorio, Rev. méd. Hosp. Nac. Niños (Costa Rica) vol.34;1999.
25. Definición de Antibacteriano [línea].2015. [citado el 05 de abril 2018]. Disponible en: <http://conceptodefinicion.de/antibacteriano/>
26. Diccionario Enciclopédico Color. España: Océano; 2006. Bacteria; p. 177.
27. Ana Melva Contreras Contreras, Preparación de Medios de Cultivo, Manual de Práctica de Microbiología General, Blgo. Ms. C, Universidad Alas Peruanas; 2015. Pág. 61,53,94.
28. EcuRed: [base de datos].2018 [citado el 05 de abril del 2018]. Disponible en: <https://www.ecured.cu/Savia>
29. Castañeda Ovando, A. et al. Extracción de compuestos fenólicos con actividad antioxidante a partir de champa (*Campomanesia lineatifolia*), Revista CENIC. Ciencias Químicas ISSN, Cuba; 2009 pág.42.
30. Chirinos, R. et al. Optimización de las condiciones de extracción de compuestos fenólicos antioxidantes de tubérculos de mashua (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz y Pavón) tubers. Tecnología de separación y purificación ,2007; pág. 55.
31. Pabón. L, et al. Actividad antioxidante y antibacteriana de extractos de hojas de cuatro especies agroforestales de la Orinoquía colombiana. Rev cubana Medica [Internet].2013, Marzo [citado 2018 agosto] Disponible en:

[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1028-47962013000100008&lng=es.](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1028-47962013000100008&lng=es)

32. Fabio A, et al. Detección de los efectos antibacterianos de una variedad de aceites esenciales en microorganismos responsables de infecciones respiratorias. Rev. 2007; pág. 374 - 377.
33. Diana C. Corzo, Evaluación de la actividad antimicrobiana del extracto etanolito, Rev. México de ciencias farm. vol. 43 ; 2012.
34. Ortiz Hernández, Fany. Efecto antibacteriano de la *Musa acuminata* (plátano) frente al *enterococcus faecalis* ATCC 29212, in vitro. Para obtener el título de Ciriujano dentista, Trujillo – Perú; 2018.
35. Yuriko Reyes Rojas, Evaluación in vitro del efecto antiséptico del enjuague bucal elaborado a base del aceite esencial obtenido de las hojas frescas de *Mintostachys mollis* “Muña” frente al *Streptococcus mutans*, Para obtener el título de Químico farmacéutico, Huacho; 2015.

ANEXOS

ANEXO Nº 01: MATRIZ DE CONSISTENCIA

Título: DETERMINACIÓN DEL EFECTO ANTIBACTERIANO DEL EXTRACTO FLUIDO DEL PSEUDOTALLO DE *Musa x paradisiaca* L. "plátano", frente a *Streptococcus mutans* ATCC® 25175™, *in vitro*.

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	Operacionalización		Método
			Variable	Indicadores	
<p>PROBLEMA PRINCIPAL</p> <p>¿Presentará efecto antibacteriano el extracto fluido del pseudotallo de <i>Musa x paradisiaca</i> L. "Plátano", frente a <i>Streptococcus mutans</i> ATCC® 25175™, <i>in vitro</i>?</p> <p>Problemas Secundario</p> <p>¿Presentará efecto antibacteriano el extracto fluido del pseudotallo de <i>Musa x paradisiaca</i> L. "plátano", al 25%, frente a <i>Streptococcus mutans</i> ATCC® 25175™, <i>in vitro</i>?</p> <p>¿Presentará efecto antibacteriano el extracto fluido del pseudotallo de <i>Musa x paradisiaca</i> L. "Plátano", al 50%, frente a <i>Streptococcus mutans</i> ATCC® 25175™, <i>in vitro</i>?</p> <p>¿Presentará efecto antibacteriano el extracto fluido del pseudotallo de <i>Musa x paradisiaca</i> L. "Plátano", al 75%, frente a <i>Streptococcus mutans</i> ATCC® 25175™, <i>in vitro</i>?</p> <p>¿Presentará efecto antibacteriano el extracto fluido del pseudotallo de <i>Musa x paradisiaca</i> L. "Plátano", al 100%, frente a <i>Streptococcus mutans</i> ATCC® 25175™, <i>in vitro</i>?</p>	<p>OBJETIVO GENERAL</p> <p>Determinar el efecto antibacteriano del extracto fluido del pseudotallo de <i>Musa x paradisiaca</i> L. "Plátano", frente a <i>Streptococcus mutans</i> ATCC® 25175™, <i>in vitro</i>.</p> <p>Objetivos Específicos</p> <p>Determinar el efecto antibacteriano del extracto fluido del pseudotallo de <i>Musa x paradisiaca</i> L. "Plátano" al 50%, frente a <i>Streptococcus mutans</i> ATCC® 25175™, <i>in vitro</i>.</p> <p>Determinar el efecto antibacteriano del extracto fluido del pseudotallo de <i>Musa x paradisiaca</i> L. "Plátano" al 50%, frente a <i>Streptococcus mutans</i> ATCC® 25175™, <i>in vitro</i>.</p> <p>Determinar el efecto antibacteriano del extracto fluido del pseudotallo de <i>Musa x paradisiaca</i> L. "Plátano" al 75%, frente a <i>Streptococcus mutans</i> ATCC® 25175™, <i>in vitro</i>.</p> <p>Determinar el efecto antibacteriano del extracto fluido de pseudotallo al 100% de <i>Musa x paradisiaca</i> L. "Plátano" al 100%, frente a <i>Streptococcus mutans</i> ATCC® 25175™, <i>in vitro</i>.</p>	<p>HIPÓTESIS GENERAL</p> <p>El extracto fluido del pseudotallo de <i>Musa x paradisiaca</i> L. "Plátano" presenta efecto antibacteriano frente a <i>Streptococcus mutans</i> ATCC® 25175™, <i>in vitro</i>.</p> <p>Hipótesis Secundario</p> <p>El extracto fluido del pseudotallo de <i>Musa x paradisiaca</i> L. "Plátano", al 25%, presenta efecto antibacteriano frente a <i>Streptococcus mutans</i> ATCC® 25175™, <i>in vitro</i>.</p> <p>El extracto fluido del pseudotallo de <i>Musa x paradisiaca</i> L. "Plátano", al 50% presenta efecto antibacteriano frente a <i>Streptococcus mutans</i> ATCC® 25175™, <i>in vitro</i>.</p> <p>El extracto fluido del pseudotallo de <i>Musa x paradisiaca</i> L. "Plátano", al 75% presenta efecto antibacteriano frente a <i>Streptococcus mutans</i> ATCC® 25175™, <i>in vitro</i>.</p> <p>El extracto fluido del pseudotallo de <i>Musa x paradisiaca</i> L. "Plátano", al 100% presenta efecto antibacteriano frente a <i>Streptococcus mutans</i> ATCC® 25175™, <i>in vitro</i>.</p>	<p>Variable independiente:</p> <p>Extracto fluido del pseudotallo de <i>Musa x paradisiaca</i> L. "plátano".</p> <p>Variable dependiente:</p> <p>Efecto antibacteriano <i>in vitro</i> frente a <i>Streptococcus mutans</i> ATCC® 25175™</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Concentración de dilución del extracto fluido del pseudotallo • Medición del halo de inhibición formado alrededor del disco 	<p>Tipo de investigación:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Explorativo • Prospectivo • Analítico <p>Diseño de investigación:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Experimental <p>Nivel de investigación:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aplicativo <p>Población:</p> <p>La planta de <i>Musa x paradisiaca</i> L. "Plátano", recolectada en el Centro de Poblado San Felipe, distrito de Vegueta, del departamento de Lima.</p> <p>Muestra:</p> <p>Conformada por 24kg del pseudotallo de <i>Musa x paradisiaca</i> L. "Plátano"</p>

ANEXO N.º 2



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO
MUSEO DE HISTORIA NATURAL



"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

CONSTANCIA N° 226-USM-2017

EL JEFE DEL HERBARIO SAN MARCOS (USM) DEL MUSEO DE HISTORIA NATURAL, DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS, DEJA CONSTANCIA QUE:

La muestra vegetal (flor y frutos), recibida de Rossmery Melissa BRICEÑO BALMACEDA, estudiante de la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad ALAS PERUANAS; ha sido estudiada y clasificada como: ***Musa x paradisiaca*** L. y tiene la siguiente posición taxonómica, según el Sistema de Clasificación de Cronquist (1988):

DIVISION: MAGNOLIOPHYTA

CLASE: LILIOPSIDA

ORDEN: ZINGIBERALES

FAMILIA: MUSACEAE

GENERO: *MUSA*

ESECIE: *Musa x paradisiaca* L.

Nombre vulgar: "plátano de isla"
Determinada por: Blgo. Ricardo Fernández

Se extiende la presente constancia a solicitud de la parte interesada, para fines que estime convenientes.

Lima, 16 de octubre de 2017


Mag. ASUNCIÓN A. CANO ECHEVARRIA
JEFE DEL HERBARIO SAN MARCOS (USM)



ANEXO N.º 3



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
(Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA)
FACULTAD DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA
CENPROFARMA
CENTRO DE CONTROL ANALÍTICO - CCA



PROTOCOLO DE ANÁLISIS N.º00317-CPF-2018

ORDEN DE ANÁLISIS	: 04975/2018
SOLICITADO POR	: ROSSMERY MELISSA BRICEÑO BALMACEDA
MUESTRA	: EXTRACTO FLUIDO DE LA SAVIA, PLÁTANO DE ISLA "MUSA PARADISIACA L."
NÚMERO DE LOTE	: ----
CANTIDAD	: 01 frasco x 50 mL
FECHA DE RECEPCIÓN	: 11 de Julio del 2018
FECHA DE FABRICACIÓN	: -----
FECHA DE VENCIMIENTO	: -----

MARCHA FITOQUÍMICA			
METABOLITO	ENSAYO	MÉTODOS	RESULTADOS
ANTOCIANINAS	Prueba Cualitativa	Cualitativo	-
ALCALOIDES	Reacción de Dragendorff	Cualitativo	+++
	Reacción de Mayer	Cualitativo	-
	Reacción de Wagner	Cualitativo	-
LACTONAS	Reacción de Baljet	Cualitativo	+
FLAVONOIDES	Reacción de Shinoda	Cualitativo	+++
AMINOÁCIDOS	Reacción de Ninhidrina	Cualitativo	-
CARDENÓLIDOS	Reacción de Kedde	Cualitativo	+
ESTEROIDES	Reacción de Liebermann – Burchard	Cualitativo	-
SAPONINAS	Reacción de espuma	Cualitativo	++
TANINOS	Reacción con cloruro férrico	Cualitativo	++
TRITERPENOS	Reacción de Liebermann – Burchard	Cualitativo	-
AZÚCARES REDUCTORES	Reacción de Fehling	Cualitativo	+
FENOLES	Reacción de cloruro férrico	Cualitativo	++





UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
(Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA)

FACULTAD DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA
CENPROFARMA

CENTRO DE CONTROL ANALÍTICO - CCA




Leyenda:

- +++ : Reacción muy evidente.
- ++ : Reacción evidente
- + : Reacción poco evidente
- : No hubo reacción

Lima, 16 de Julio del 2018





Q.F. Gustavo Guerra Brizuela
Director del Centro de Control Analítico

ANEXO. N° 4



UNIVERSIDAD PERUANA
CAYETANO HEREDIA

Spiritus ubi vult spirat

CONSTANCIA

Quien suscribe hace constar que:

Se han cumplido con todos los protocolos para la reactivación (24/48 horas) del microorganismo *Streptococcus mutans* ATCC® 25175™ la cual será utilizada para cumplir fines de investigación científica.

Se expende la presente constancia para los fines convenientes.

S.M.P. Lima, junio
del 2018



MSe. Maurtua Torres Dora
Docente Microbiología – FCF - UPCH
C.B.P. 0776

*Av. Honorio Delgado 430, Urb. Ingeniería, S.M.P. Lima –Perú. Teléfono:
(51-1) 310-0000 // email: portalweb@upch.pe*

ANEXO N.º 6.



SOLICITO: Materiales y el uso del laboratorio

Jefa de Laboratorio. Ing. Milagros Quezada

Ante Ud. Con el debido respeto me presento y expongo:

El principal motivo de solicitarle el ambiente de laboratorio y a la vez materiales necesarios para la prueba piloto, bajo la supervisión del asesor, Q.F. José Guillermo, Gallardo Vázquez

Dicho pedido se basa en un proyecto de investigación para realizar mi tesis y obtener mi título profesional.

Sin otro particular y contando con su aprobación y buena voluntad la saludo muy cordialmente.

Atentamente.

.....
Bach. Rossmery Melissa, Briceño Balmaceda

Huacho, 05 de junio 2018.

ANEXO N.º 6. FOTOS

MORFOLOGÍA DEL PSEUDOTALLO DE *Musa paradisiaca* L. “Plátano”

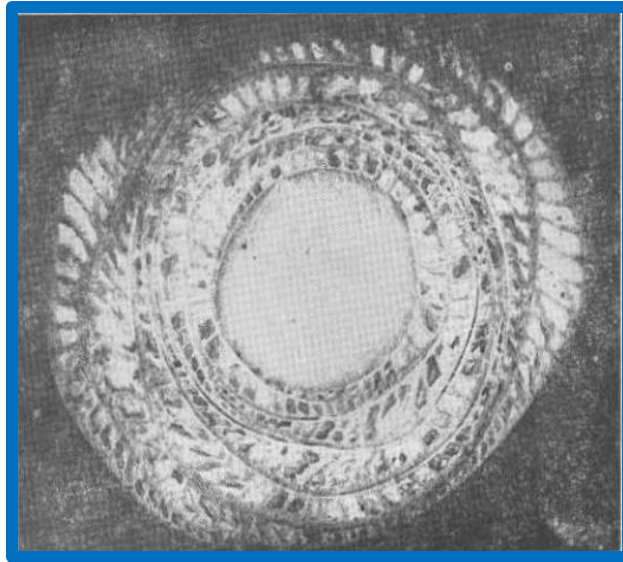


Figura n.º 1. Corte transversal del pseudotallo de plátano en la parte media¹⁶.

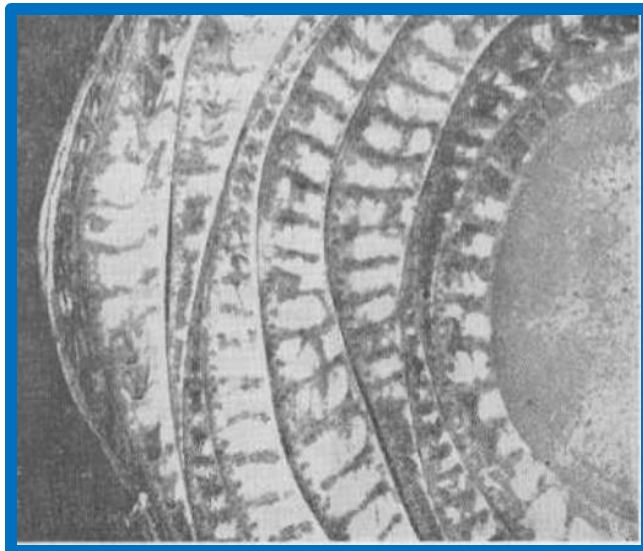


Figura n.º 2. Corte transversal del pseudotallo de plátano en la parte media¹⁶.

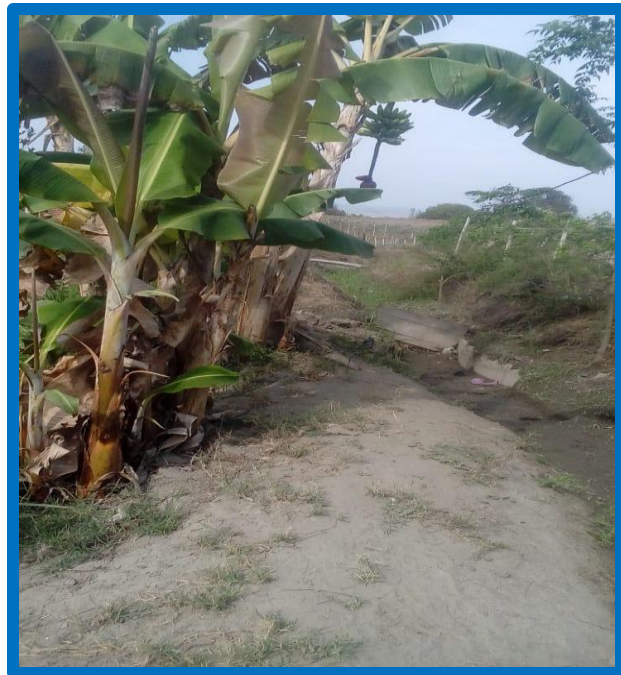
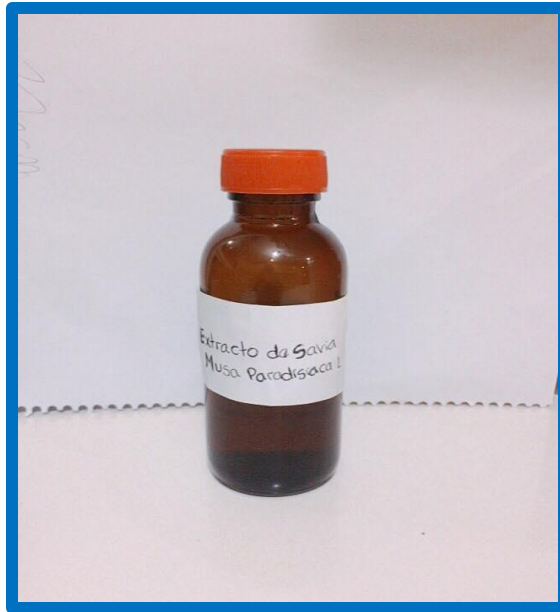


Figura n.º 3. Reconocimiento del pseudotallo de *Musa x paradisiaca*, en el Centro Poblado de San Felipe del distrito de Vegueta.



Figura n.º 4. Selección del pseudotallo de *Musa x paradisiaca* L.” Plátano”



Estudio fitoquímico del extracto fluido del pseudotallo en la Universidad Mayor de San Marcos – Lima.



Figura n.º 5. Obtención del extracto fluido del pseudotallo

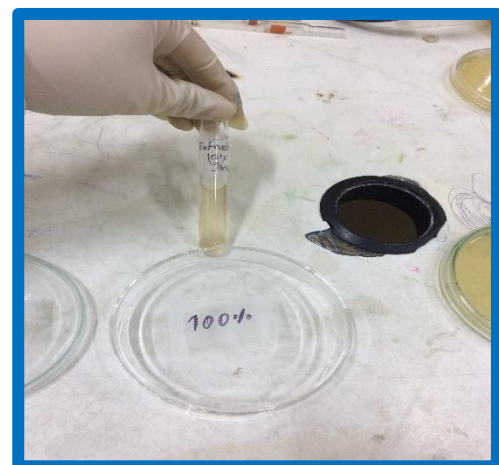
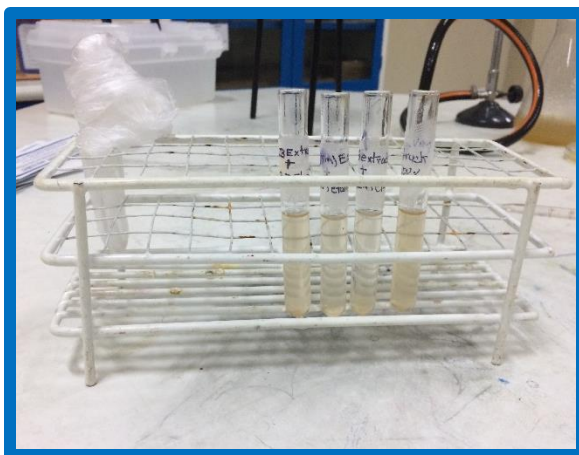
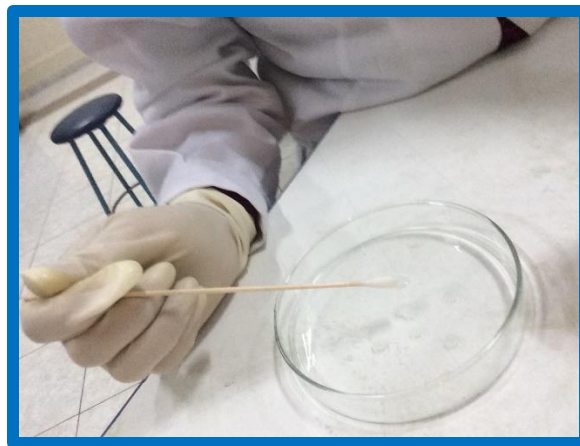


Figura n° 6. Diluciones del extracto fluido del pseudotallo

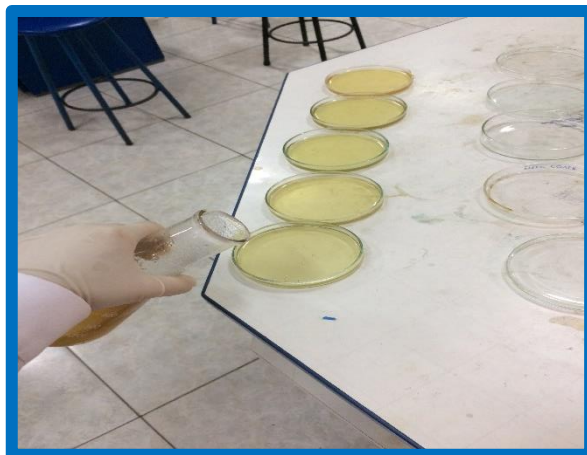


Figura n.º 7. Incubación en anaerobiosis al *Streptococcus mutans* ATCC 17525

Lecturas de placas a las 24 horas

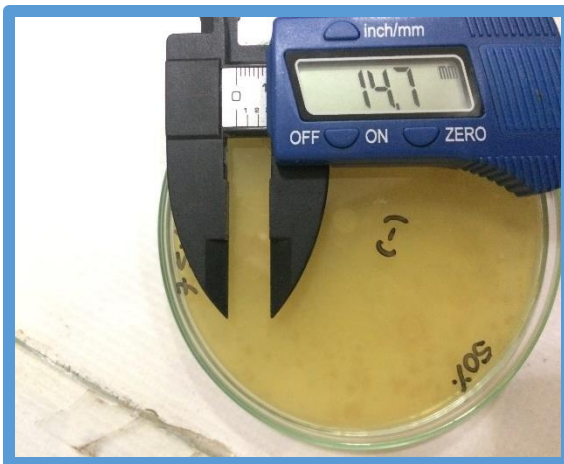
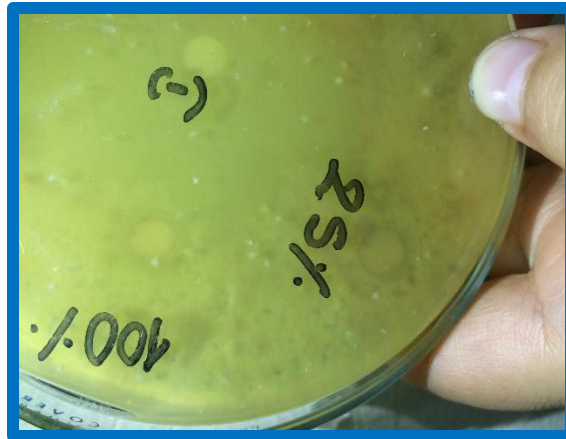


Figura n° 8. Halos de inhibición del *Streptococcus mutans* ATCC 17525.