

## V.- DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.

Como se ha indicado en la tabla N°2, la literatura reporta que en Perú las especies: *Peperomia galioides* H.B.K., *Peperomia nivalis* Mig., *Peperomia flavamenta* Trel., *Peperomia sp.*, *Peperomia inaequalifolia*, *Peperomia rubioides*, *Peperomia verticilata* Dietr., *Peperomia microphylla* H.B.K., *Peperomia rotundata* H.B.K., y *Peperomia scutellaefolia R. et P.*; son comúnmente utilizadas como medicamentos en la sierra y selva (1), (3), (4), (7), (22-32). La presencia de flavonoides, alcaloides, quinonas, entre otros metabolitos secundarios contenidos en el género *Peperomia*, explicarían el porqué de sus actividades terapéuticas. (3-6), (16).

En el ámbito mundial numerosas plantas del género *Peperomia* son cultivadas, comercializadas y exportadas como plantas ornamentales, en países como: Cuba, Jamaica, Filipinas, España, Colombia, etc. Las especies del género *Peperomia*, como: *Peperomia variegata*, *Peperomia obtusifolia*, *Peperomia argyreia*, *Peperomia caperata*, entre otras, actualmente se encuentran en venta *on-line*. De la misma forma, debido al uso ornamental de estas especies se encuentra información acerca de: problemas fisiológicos, enfermedades comunes, problemas fungales, problemas virales, problemas con insectos y similares; además de información referente a su cuidado tales como luz y posición, temperatura, riego, abonado, cuidado estacional, tierra, entre otros; para las *Peperomias* más comunes. (9), (10), (12), (55).

En lugares como Puerto Rico, donde existen muchas especies tropicales entre ellas algunas *Peperomias*, se ha observado que debido a las actividades forestales y agrícolas, estas plantas se encuentran en peligro de desaparecer; tal es el caso de *Peperomia wheelerie*, que se encuentra sólo en Isla Culebra, donde la deforestación ha ido eliminando la vegetación, esto ha resultado en un medio ambiente más xérico, y erosión en algunas áreas, las cuales aun están forestadas. Además la presencia de aves domésticas genera un gran impacto en todas las áreas donde se encuentran las especies. Estas aves causan la destrucción del sustrato de humus; esencial para la reproducción y crecimiento de las *Peperomias*. Para solucionar este problema ha sido establecido un programa de propagación artificial (56). En Cajamarca, se ha observado la reducción de áreas con vegetación, por actividades como la minería y la ganadería. Sin embargo, en Perú no hay estudios que evidencien si alguna especie del género *Peperomia* se encuentra en peligro de desaparecer.

La literatura reporta el crecimiento de *Peperomia scutellaefolia R. et P.*, en Cajamarca (32), Arequipa (8), y además en Ecuador (57). Se verifico que crece en las provincias de Cajamarca y Celendín; de manera silvestre, y que su población aparentemente disminuye por efecto de la agricultura, turismo y minería.

A pesar del gran potencial terapéutico y ornamental de las *Peperomias* en el Perú estas sólo crecen de forma silvestre, no hay reportes sobre estudios de propagación, potencial organogénico o similares en el género *Peperomia*, en cambio en países como Colombia; observando el potencial terapéutico, alimenticio y ornamental del genero se realizan estudios de propagación en *Peperomia sp.* evaluando el desarrollo de las estacas en diferentes sustratos líquidos o sólidos, y con o sin hormonas vegetales. (MAB young scientists awards 1999. UNESCO), (58).

La especie *Peperomia scutellaefolia R. et P.* es conocida mayormente por el nombre de *Munyu-Munyu*, aparentemente el nombre *Munyu-Munyu* proviene del vocablo quechua *Muyu* que significa redondo y por repetición *Muyu-Muyu* significaría “bien redondo” en alusión a la forma esférica de los tallos subterráneos. Sin embargo otros pobladores quechua hablantes manifestaron, que *Munyu* significa ombligo, de acuerdo a estas afirmaciones el nombre *Munyu*, podría deberse al parecido del tallo subterráneo con el ombligo, ó tal vez porque la especie es usada para curar las heridas del cordón umbilical en recién nacidos, y también las heridas producidas por el parto en las mujeres.

La descripción macroscópica de la planta corresponde a la literatura disponible (8) y (12). Como características propias de la especie que permiten diferenciarlas de otras *Peperomias* similares como *Peperomia peruviana*, puede mencionarse: el pecíolo pigmentado, las hojas peltadas que tienden a adoptar forma de conos, brillantes en el envés. En el cormo (tallo subterráneo) se observa que las raíces se desarrollan a partir de la mitad inferior del tallo. Al ser cortado fresco el cormo despiden un olor característico que hace recordar al del kiñón, y las superficies son pegajosas al tacto.

Los caracteres microscópicos observados corresponden a los reportados para otras especies del género *Peperomia* (56). Las características reportadas de la hoja se observaron en 2 cortes histológicos: del pecíolo y de la lámina foliar. En la lamina foliar se observan características propias de la especie, como la epidermis pluriestratificada. Se observan también idioblastos (con contenido amarillo e hidrosoluble), además de algunos cristales de oxalato de calcio, la epidermis inferior presenta células que contienen pigmentos violetas. La lamina foliar es glabra en el haz y el envés. El corte histológico del pecíolo fue tomado de la parte media, donde se observaron células pigmentadas de violeta en la parte externa.

En caso de que la especie fuera comercializada fragmentada, se podría identificar por la peridermis, los abundantes cristales y las células con contenido amarillo hidrosoluble (probablemente flavonoides), características observables en el tallo subterráneo.

Con respecto al estudio fitoquímico de los extractos: la marcha de solubilidad, muestra que se obtendría una mayor cantidad de extracto vegetal utilizando una mezcla de solventes polares como MeOH + H<sub>2</sub>O.

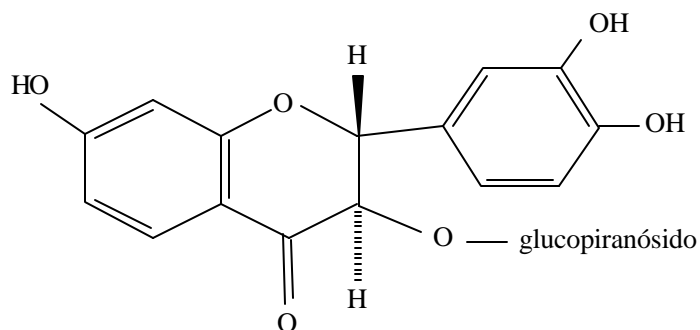
La marcha fitoquímica permite establecer que *Peperomia scutellaefolia R. et P.* contiene principalmente compuestos fenólicos (flavonoides, taninos, etc.). Esto concuerda con los datos reportados para otras especies del género *Peperomia* también presentes en el Perú. (6).

Los cromatogramas en capa fina de los extractos vegetales han mostrado que las fracciones metanólica y acuosa, poseen mayor interés por contener alcaloides y gran cantidad de compuestos fenólicos de tipo flavonoides.

De la evaluación espectrofotométrica de las fracciones aisladas se encontró que estas contenían flavonoides derivados del núcleo de la isoflavona (fracción metanólica V-2, fracción n-hexánica I, fracción n-hexánica II, y la fracción n-hexánica IV) y un derivado del núcleo del dihidroflavonol (fracción metanólica I.-1.1); estos compuestos se generan por la ruta biogenética del shikimato y del acetato-malonato. Además de los flavonoides hallados como tales, se encontraron sus precursores: los fenilpropanoides (fracción metanólica III-5, fracción metanólica V-1 y fracción n-hexánica III), que provienen de la ruta del shikimato. Figura N°10

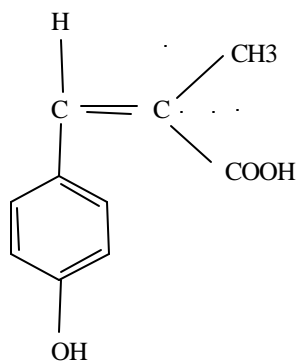
Se han propuesto 8 estructuras para los compuestos fenólicos hallados:

La fracción metanólica I-1.1 correspondería al dihidroflavonol glucosilado (+) Fustin 3-O-glucopiranosido, porque comparando el espectro UV- visible del dihidroflavonol (+) Fustin 3-O-glucopiranosido (disponible en la literatura, (18)); cuyas lecturas en el espectro UV-visible son: máx.  $I^{MeOH}$ : 234(h), 280, 311(h) nm; y la fracción metanólica I.1.1; cuyas lecturas en el espectro UV-visible son: máx.  $I^{MeOH}$ : 236(h), 282, 314(h) nm, se observa similitud en los puntos de máxima absorción y en la forma de los espectros. (Anexo N°7, Grafico N°1).



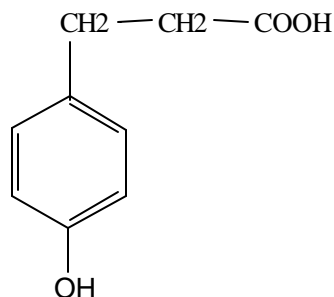
### (+) Fustin-3-O-glucopiranosido

La fracción metanólica III – 5 correspondería a un compuesto fenólico monocíclico simple de tipo fenilpropanoide. (ácido-2-en-2-metil-3-p-hidroxifenilpropanoico), de acuerdo con los datos de los espectros UV-visible e IR (Anexo N°6, Espectros N°2 y N°3)



### Ácido-2-en-2-metil-3-p-hidroxifenilpropanoico

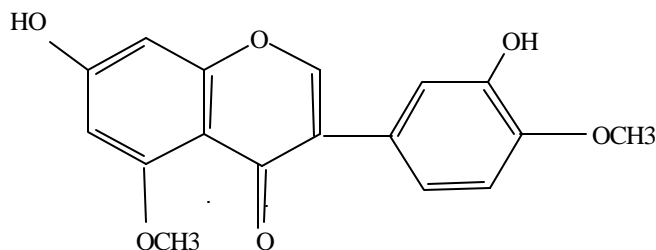
La fracción metanólica V-1 correspondería a un fenilpropanoide (ácido 3-fenilpropanoico), de acuerdo con los datos de los espectros UV e IR. (Anexo N°6, Espectros N°4 y N°5).



**Ácido 3-fenilpropanoico**

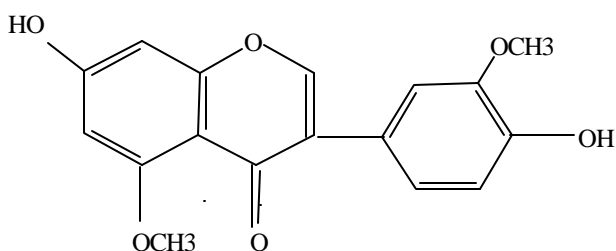
La fracción metanólica V-2, cuyas lecturas en el espectro UV-visible son: máx.  $I^{MeOH}$ : 254, 297(h), 330(h) nm, correspondería a una isoflavona (por la forma del espectro UV-visible) con estructura similar al pratensein (5,7,3'-trihidroxi-4'-metoxiisoflavona) cuyas lecturas en el espectro UV-visible son: máx.  $I^{MeOH}$ : 262, 292(h), 330(h) nm.

La fracción metanólica V-2, correspondería a la isoflavona 7,3'-dihidroxi-5,4'-di-metoxi-isoflavona; la presencia del grupo -OCH<sub>3</sub> en el anillo A (C5) provoca un desplazamiento hipsocrómico en la banda II. (Ver Anexo N°7, Grafico N°2)



**7,3'-dihidroxi-5,4'-di-metoxi-isoflavona**

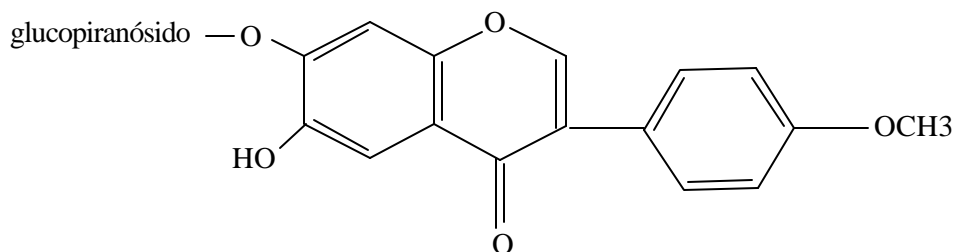
Fracción n-hexánica I; cuyas lecturas en el espectro UV-visible son: máx.  $I^{MeOH}$ : 256, 283(h), 330(h) nm, fue comparada con el genistein-5-metil eter (espectro disponible en la literatura (18)), cuyas lecturas en el espectro UV-visible son: máx.  $I^{MeOH}$ : 256, 283(h), 317(h) nm (Anexo N°7, Grafico N°3). Probablemente la estructura de la fracción n-hexánica-I, presenta un sustituyente -metoxi en 3'; el grupo -O-Me es donador de electrones lo que contribuye a la resonancia relativa de la molécula generando mayor estabilidad, menor energía libre y un incremento en la  $\lambda$  (desplazamiento batocrómico) correspondiente a la banda I (anillo B), resultando el 7,4'-dihidroxi-5,3'-di-o-metoxi-isoflavona



**7,4'-dihidroxi-5,3'-di-metoxi-isoflavona**

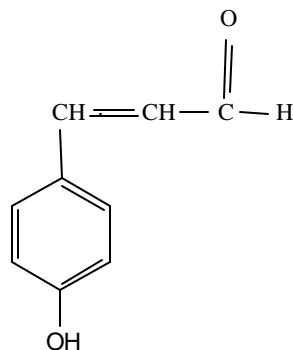
La fracción n-hexánica-II cuyas lecturas en el espectro UV-visible son: máx.  $I^{MeOH}$ : 259, 327 nm, fue comparada con la isoflavona texasin 7-O-glucopiranosido (espectros disponibles en la literatura (18)) cuyas lecturas en el espectro UV-visible son: máx.  $I^{MeOH}$ : 259, 326 nm. Se observa que son correspondientes. (Anexo N°7, Grafico N°4)

La fracción n-hexánica-II correspondería a la isoflavona texasin 7-O-glucopiranosido (6-hidroxi-7-O-glucopiranosil-4'-metoxiisoflavona)



**Texasin 7-O-glucopiranosido**

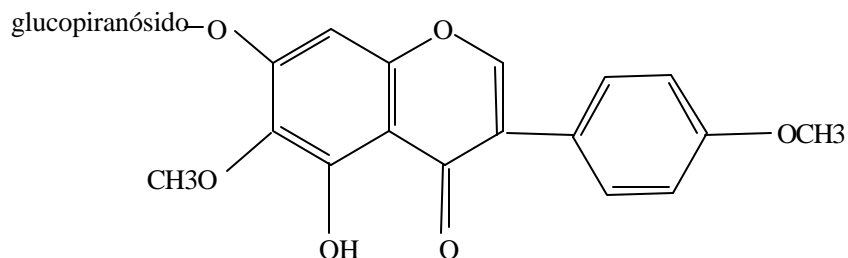
La Fracción n-hexánica III correspondería a un fenilpropanoide (2-en-3-fenil-propionaldehído), debido a los datos observados en los espectros UV e IR (Anexo N°6, Espectro N°12)



**2-en-3-fenil-propionaldehído**

La fracción n-hexánica-IV, cuyas lecturas en el espectro UV-visible son: máx.  $I^{MeOH}$ : 267, 326 nm, fue comparada con el tectoridin (espectro disponible en la literatura (18)) cuyas lecturas en el espectro UV-visible son: máx.  $I^{MeOH}$ : 266, 331 nm (Anexo N°7, Grafico N°5). La fracción n-hexánica IV tendría una estructura de isoflavona muy similar al tectoridin, pero podría tener un grupo -metoxi (-OCH<sub>3</sub>) en 4', lo que generaría un desplazamiento hipsocrómico en el espectro.

La fracción n-hexánica-IV, correspondería al 5-hidroxi-7-O-glucopiranosido-6,4'-di-metoxiisoflavona.



**5-hidroxi-7-O-glucopiranosido-6,4'-di-metoxiisoflavona.**

De los ensayos para evaluar actividad cicatrizante se observó que todos los geles formulados a base del extracto de *Peperomia scutellaefolia R. et P.*; presentan actividad terapéutica como cicatrizantes externos, esto se refleja en una mayor velocidad de reparación en los primeros días de curación de la herida, posteriormente las heridas continúan con sus etapas normales de acumulación y remodelación del colágeno, para finalmente alcanzar una resistencia de aproximadamente el 80% de la de la piel intacta.. En orden de mayor a menor actividad se encuentran: gel 5%, gel 30%, gel 20%, y por ultimo el gel 10%.

Este efecto podría deberse a la presencia de flavonoides contenidos en las plantas de la familia Piperaceae, como reporta Villegas et al. (2), que investigó la actividad cicatrizante de *Peperomia galioides H.B.K* y Arroyo et al (41), que investigó la actividad cicatrizante de *Piper angustifolium*. Han sido demostrados los efectos: antiinflamatorio, antimicrobiano y cicatrizante, en otras especies del genero *Peperomia*, pero aun no existen estudios concluyentes que atribuyan estas actividades terapéuticas a algún compuesto químico específico.

El estudio histológico corrobora el estudio macroscópico; en todas las heridas se presenta una reacción natural cicatrizal; observándose una mayor cantidad de fibroblastos y neoformación vascular en las heridas tratadas con el gel al 5%; seguido por el de 30%, el de 20%, y el medicamento comercial, en orden de mayor a menor actividad cicatrizante; que se refleja en una mayor velocidad de cicatrización, frente a los otros tratamientos evaluados.