

# PROFUNDIDAD Y HUMEDAD COMO FACTORES EN EL PROCESO DE DESCOMPOSICIÓN

RODRIGO MANRIQUEZ

CRISTOBAL PUÑOÑANCO

## Resumen

En el siguiente artículo de indagación científica se pretende resolver y llegar a la respuesta de la pregunta, ¿Cómo cambian las características de la descomposición de las hojas en el suelo según la profundidad y sequedad que esté presente?

Para esto, se emplea una metodología de trabajo e investigación que aborde la resolución de la pregunta de un modo científico, de este modo, los resultados obtenidos tendrán una aproximación y método de comprobación verdadero. Primero se aborda la pregunta desde un marco teórico, se repasan casos de estudio anteriores y cómo estos inciden en nuestra investigación. Cabe mencionar que todo lo que se lleva a cabo en esta investigación pretende tener un acercamiento pedagógico por sobre lo científico, de modo que sea replicable con técnicas simples y aptas para la mayoría de las personas, independiente si poseen o no conocimiento acerca del área a investigar.

**Palabras claves:** Sequedad, humedad, profundidad, hojarasca, descomposición.

## 1. Marco teórico

En el medio natural existe gran cantidad de procesos simultáneamente que a menudo pasan desapercibidos. Ejemplos de ello son la fotosíntesis que transforma el dióxido de carbono en oxígeno permitiendo la vida en el planeta. Otro caso, son las corrientes marinas las cuales influyen directamente en el clima y la disponibilidad biológica de los distintos lugares por los que pasa.

Dentro de estos procesos simultáneos existe uno que, pese a que no es muy notorio, está ocurriendo en todo momento y que, por extraño que suceda, es el destino de toda la materia orgánica en el planeta: la descomposición (proveniente del latín, significa “acción y efecto por el cual algo que estaba junto se separa”) que a grandes rasgos es un proceso químico y biológico por el cual un organismo vivo se reduce a la forma más simple de la materia y es de vital importancia para cualquier ecosistema (Universidad de Palma de la Gran Canaria).

No hay que cometer el error de analizar la descomposición como un proceso aislado del ambiente en que se encuentra. Volviendo al ejemplo de la fotosíntesis, son muchos los factores que pueden afectar de manera directa la fotosíntesis, tales como: clima, densidad biológica, características del suelo etc. Las mismas características se aprecian para el proceso de descomposición, éste no es un proceso aislado y puede influir en el desarrollo biológico del organismo el cual se está descomponiendo (animal o vegetal), además, de todos los elementos externos

que afectan los procesos del bioma (temperatura, clima, altitud, sequedad, etc.)

Para delimitar el objeto de estudio de esta investigación, se seleccionará un elemento biológico: las hojas de los árboles. Se examinarán los factores que afectan el proceso teorizado de la descomposición, como la sequedad y la profundidad del suelo, planteando la siguiente pregunta de investigación: ¿Cómo cambian las características de la descomposición de las hojas en el suelo según la profundidad y sequedad que esté presente?

### 1.1 Casos de estudio

En el primer estudio analizado titulado "Importancia del medio físico en la descomposición de la hoja de especies arbóreas" (Gallardo & Pino, 1988), se presenta una clara descripción de cómo los elementos del medio afectan el proceso de descomposición. En este caso la calidad del suelo y las precipitaciones, afectando de manera directa en la pérdida de peso del material orgánico. El experimento fue analizar el proceso de descomposición en una zona donde el régimen de precipitación está por los 600 mm anuales y otra zona donde las precipitaciones anuales están por los 1600 mm (Gallardo & Pino, 1988).

Cabe destacar la composición del terreno en cuestión, pues, el terreno en sí es un factor que la pareja de investigadores consideró importante a la hora de realizar este experimento; al respecto se investigó que, la primera zona que corresponde al parque nacional Doñana (Andalucía, España):

Se caracterizaba por estar un suelo de sustrato arenoso con perfiles no diferenciado y escasa materia orgánica que se concentra en los primeros niveles del suelo y bajo contenido de

nutrientes, en el cual se establecen matorrales Cistáceas y labiadas con *Halimium halimifolium*, *Halimium commutatum*, lavanda *stoecha* y *cistus libanotis* como especies más representativas. (Gallardo & Pino, 1988)

La segunda zona analizada es el monte "La Saucedá", el cual es un poco más propicio para la vida y posee las siguientes características:

El suelo descansa sobre un material de arenisca y se desarrolla un suelo bien diferenciado, con alto contenido de material orgánico y nutrientes. Sobre el que se extiende un bosque *Quercus Subre* en las lomas más altas y *Quercus canariensis* en las zonas más deprimidas (Gallardo & Pino, 1988).

El desarrollo de la experimentación muestra como la humedad y la precipitación, conceptos directamente relacionados con los niveles hídricos, son factores que influyen de manera directa al coeficiente de descomposición como proceso y ciclo natural, ya que, la descomposición es un proceso por el cual los nutrientes regresan a la tierra. Se ha observado que zonas con menor presencia biológica tienen menor coeficiente de descomposición.

### 1.2. Desarrollo de conceptos

El elemento básico en que se sustenta el material vegetal y sus respectivas etapas, se sitúan en lo que se denomina como "suelo", conformado principalmente por cuatro subelementos, de los cuales se considera: el material mineral, material orgánico, la humedad que posee el suelo y el aire que presenta. Cabe resaltar que, en el material mineral se mezclan productos químicos y físicos de la meteorización de pueda existir en las rocas y en el material orgánico se ubican residuos en descomposición de las plantas en conjunto con restos y excreciones de animales, aunque estas últimas en menor medida

(Wooding, 1960). La investigación, sin embargo, atañe directamente a la descomposición de las hojas por características ya mencionadas.

Existen errores en el uso de la frase “descomposición de las hojas” cuando nos referimos a las hojas que se encuentran en el suelo. El término correcto es “hojarasca”, que se refiere a toda la cubierta vegetal del suelo, constituida por hojas muertas y otros residuos presentes (Sarmiento, 1974). Una vez comprendida la conceptualización de hojarasca, es necesario definir de manera precisa el concepto de descomposición en el marco de la ecología. Pérez (2013) define la descomposición como un proceso ecosistémico que permite que los nutrientes de la biomasa (materia viva) se vuelvan disponibles para su absorción por microorganismos o plantas, convirtiéndose eventualmente en abono.

Como ya se comprendió mediante una inferencia mínima, lograr comprender la descomposición como un proceso constituye un gran avance; como todo proceso existente, la descomposición consta de un número de etapas para poder consolidarse como existente, es decir, para que pase a ser materia orgánica descompuesta (hojarasca) y no solo follaje sobre el suelo. Álvarez y Naranjo (2003) refieren el proceso de descomposición en cuatro etapas que son fundamentales y ayudan a comprender la cadena de sucesos que desencadenan la descomposición, se habla de trituración, lixiviación, catabolismo y humificación, todas aquellas etapas se enmarcan en factores climáticos, propiedades físicas y químicas del suelo, además de toda la intervención biota de la que pudiese conformar parte un determinado ecosistema en descomposición (Martínez de Lagrán, 2012). Si bien, pueden parecer

conceptos de botánica, geofísica y geoquímica avanzada, la verdad es que la definición no requiere de una mayor profundización teórica de las mismas.

La trituración, es el fraccionamiento de los tejidos por el consumo pisoteo de la fauna, considerando en este concepto animales obviamente y seres humanos.

Cuando se habla de lixiviación, en términos simples se refiere a la pérdida de los compuestos más solubles, que pudiesen ser influenciados por las corrientes de agua existentes en la zona (Álvarez-Sánchez & Naranjo, 2003).

El catabolismo por su parte, (incluye la mineralización en conjunto con la humificación), es la fase degenerativa en las moléculas orgánicas complejas que sufren un proceso de transformación en que se vuelven más simples (Monforte, 2003).

Por último, la humificación, es una transformación de los compuestos orgánicos hacia un estado inorgánico, humus. Conceptos más simples como humedad y sequedad, si bien requieren una definición, no representan mayor complejidad en el ámbito general, el primer concepto de humedad responde al vapor de agua presente en la atmósfera, y además la relación de la cantidad existente de este vapor de agua en el aire con respecto a rangos de temperatura específicos (Inzunza, 2006).

La sequedad por su parte, es la falta de líquido o humedad. Otro concepto al cual es necesario realizar una aproximación conceptual para no entrar en conflicto con la información futura, es el término “evapotranspiración”, lo que incluye dentro de sí, la cantidad de agua que es evaporada desde la superficie del suelo y que a la vez

es transpirada por la cubierta vegetal que pudiese existir en un determinado ecosistema (Valero, 2005)

Continuando con las definiciones conceptuales, es necesario abordar términos como altura y profundidad, ya que, si bien ambos conceptos remiten a medidas de longitud geométricos del plano y el espacio, se ha de intentar realizar una aproximación a la geología que brinde una comprensión clara y brinde una correcta correlación sintáctica entre los temas a abordar.

La altura, primordialmente, es “perpendicularmente igual a la distancia medida desde la base (...) hasta un vértice opuesto” (Soto, 2011). En otras palabras, es posible considerar la altura o altitud, como la distancia que existe desde un punto base (suelo), hasta algún punto perpendicular opuesto en cuestión, por ejemplo, la base de un cerro o el nivel del mar, hasta la cúspide del mismo cerro o punto que consideremos a medir, la distancia que exista entre ambos puntos, será la altitud. Con respecto a la profundidad, igualmente en una aproximación geofísica, es lo que referencia el punto opuesto al que representa la altura, es decir, el punto subyacente al horizonte de referencia que se utilice en la determinada medición que se desee calcular.

## 2. Metodología

Para el proceso de experimentación, los materiales utilizados fueron:

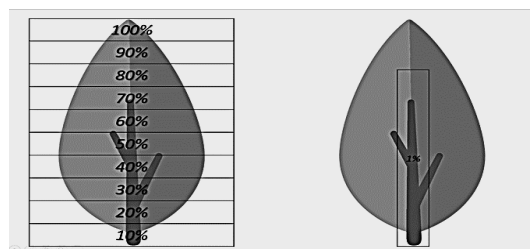
- Regla de al menos 10 cm para medir las zonas.
- Clavos o estacas para delimitar los puntos de las zonas.

- Elástico, pita o cuerda que rodee cada uno de los puntos para delimitar la zona.
- Pala o instrumento que permita realizar excavaciones uniformes en cada zona.
- Lápiz y hojas para anotar los datos obtenidos.

Para llevar a cabo este experimento, se delimitarán cuatro zonas características con la presencia de las mismas especies de flora. Dos de estas zonas serán de carácter húmedo y las otras dos de carácter seco, considerando que el bioma predominante es húmedo la mayor parte del tiempo. Dentro de estas zonas se tienen que caracterizar el objeto de estudio que son las hojas de algún elemento vegetal que esté presente en ambas zonas y dividir según su color, ya que, este indica el nivel de descomposición que se encuentra, iniciando con verde, amarillo, café y negro.

Una vez seleccionadas las zonas, se debe delimitar un área rectangular de 10 cm x 10 cm para iniciar las observaciones y la recolección de hojas. Tras recolectar una cantidad suficiente para comparar los tipos de hojas en la zona inicial, se procederá a cavar un agujero de 2 cm en la zona objetivo y repetir el proceso de recolección. Luego, el agujero se ampliará a 7 cm y, finalmente, a aproximadamente 9-10 cm.

Imagen 1. Ilustración de acuerdo al porcentaje de integridad de las hojas.



Fuente: Elaboración propia.

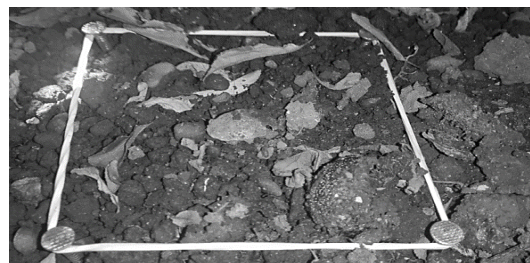
En las tablas a realizar se pondrá el porcentaje de integridad de la hoja basándose en la figura anterior, por ejemplo, si el promedio de las hojas está en su mayoría completa pero no todas, se utilizará un 80%-90%, todo esto en valores aproximados, sin embargo, cuando solo se puedan encontrar el tallo, o restos del tallo de la hoja se expresará dicho elemento con un porcentaje de integridad de 1%.

## 2.1. Validación del experimento y recopilación de la información

Se llevó a cabo la caracterización detallada de las dos zonas estudiadas, la zona húmeda y la zona seca, para entender sus diferencias ecológicas. Se realizó una cuidadosa clasificación de las hojas encontradas en cada zona, según su nivel de descomposición: las hojas verdes, que eran recién caídas y aún frescas; las hojas amarillas, que mostraban signos iniciales de descomposición y estaban empezando a secarse; las hojas cafés, que se encontraban en un estado avanzado de descomposición y presentaban una textura más quebradiza; y las hojas negras o pequeños trozos de tallo, que evidenciaban una descomposición casi total y estaban en un estado de desintegración más avanzado.

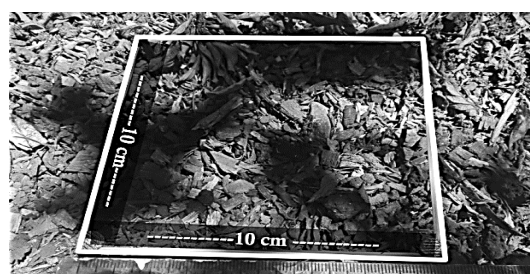
Una vez seleccionadas las hojas, delimitadas las zonas y aclarado el objeto de estudio, se procedió a la aproximación directa a cada área establecida. Se analizó el follaje de las zonas correspondientes, como se muestra en las imágenes, y se comenzó a tomar muestras de hojas pertenecientes a las especies presentes en cada zona. En este caso, las especies incluidas fueron *Rosa eglantheria* (mosqueta) y *Prunus persica* (duraznero), así como diversas malezas y espigas encontradas en la zona de estudio.

Imagen 2. Ilustración de zona seca.



Fuente: Elaboración propia.

Imagen 3. Ilustración de zona húmeda



Fuente: Elaboración propia

Imagen 4. Ilustración zona seca.



Fuente: Elaboración propia.

Imagen 5. Ilustración de zona húmeda.



Fuente: Elaboración propia.

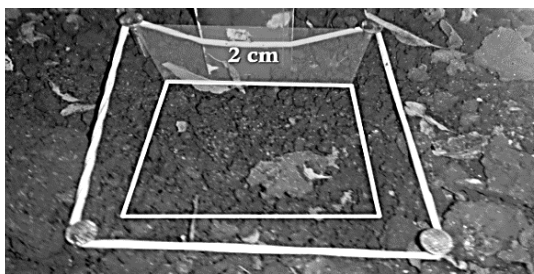
Después se realizó un agujero de 2 cm de profundidad en cada una de las zonas para comprobar si los patrones de descomposición se mantenían o variaban a distintos niveles de profundidad. Esta técnica permitió observar cómo se comportaban las hojas en diferentes estratos del suelo. Las imágenes ilustran claramente las características de las zonas estudiadas y los efectos observados en cada nivel de profundidad.

Imagen 6. Muestra de 2 cm en zona seca.



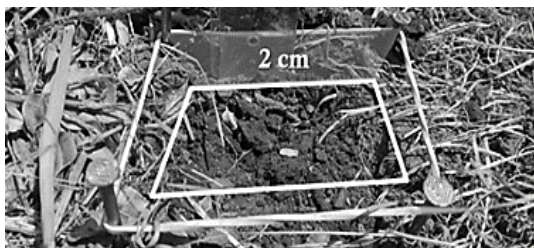
Fuente: Elaboración propia.

Imagen 7. Muestra de 2 cm en zona seca.



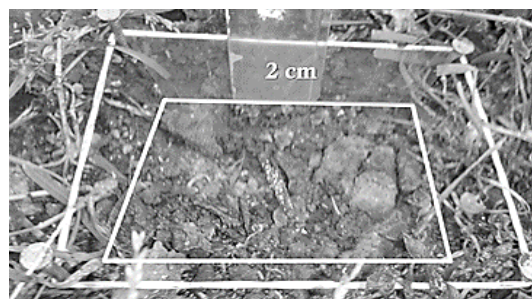
Fuente: Elaboración propia.

Imagen 8. Muestra de 2 cm en zona seca.



Fuente: Elaboración propia.

Imagen 9. Muestra de 2 cm en zona húmeda.



Fuente: Elaboración propia.

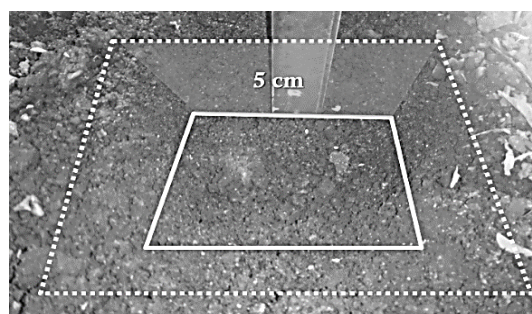
Después de la toma de muestras inicial, el proceso se repitió ampliando el agujero a aproximadamente 5 cm en cada una de las áreas seleccionadas. A esa profundidad, se tomaron nuevas muestras para analizar cómo los patrones de descomposición variaban en relación con la profundidad del suelo.

Imagen 10. Muestra de 5 cm en zona húmeda.



Fuente: Elaboración propia.

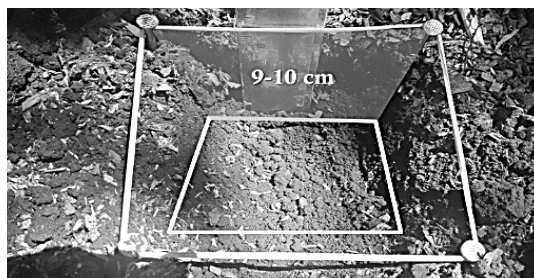
Imagen 11. Muestra de 5 cm en zona seca.



Fuente: Elaboración propia.

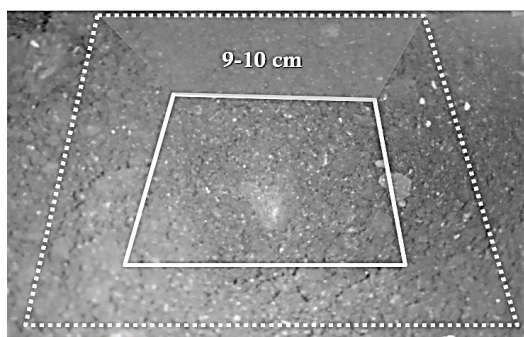
Por último, el mismo procedimiento se aplicó en cada una de las cuatro zonas, realizando un agujero con una profundidad promedio de entre 9 y 10 cm.

Imagen 12: Muestra de 9-10 cm. en zona húmeda



Fuente: Elaboración propia.

Imagen 13. Muestra de 9-10 cm en Zona Seca.



Fuente: Elaboración propia.

### 3. Resultados

A continuación, se realizará una síntesis de los resultados obtenidos por la realización del estudio mediante la metodología anteriormente explicada.

La tabla 1 corresponde a las hojas obtenidas en una zona seca y corresponden a las especies de *Rosa eglanteria* (mosqueta) y un *Prunus pérsica* (duraznero).

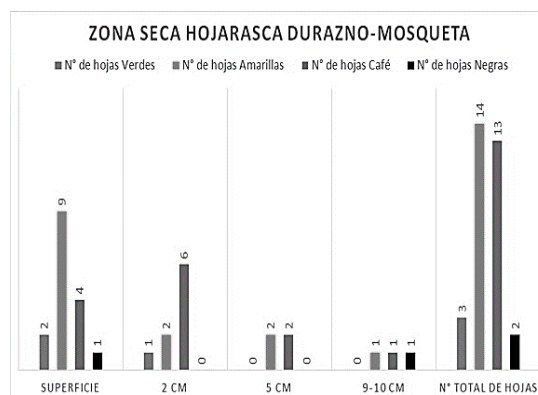
Tabla 1. Ilustración de color de hojas en zona seca de las especies *Rosa Eglanteria* y *Prunus Pérsica*.

Zona Seca Durazno-Mosqueta	Color de Hojas							
	Verde		Amarillo		Café		Negro	
Nivel de Profundidad	N° de hojas	% Integridad promedio	N° de hojas	% Integridad promedio	N° de hojas	Integridad promedio	N° de hojas	% Integridad promedio
Superficie	2	20%	9	70%	4	40%	1	20%
2 centímetros	1	1%	2	30%	6	10%	0	--
5 centímetros	0	--	2	1%	2	1%	0	--
9-10 centímetros	0	--	1	1%	1	1%	1	1%

Fuente: Elaboración propia.

En la siguiente tabla se puede apreciar el nivel de la superficie, donde las hojas de color amarillo proliferan en mayor cantidad y, en promedio, poseen una mayor integridad. A continuación, se encuentran las hojas café, seguidas por las verdes, y finalmente, las de mayor descomposición, que son de color negro. Esta tendencia se mantiene en todos los niveles de profundidad, con ligeras variaciones. A 2 cm de profundidad, las hojas verdes desaparecen, mientras que las hojas café aumentan su presencia. A mayor profundidad, solo se encuentran hojas amarillas, café y, en el último nivel, hojas negras.

Gráfico 1. Hojas de duraznero y mosqueta presentes en zona seca.



Fuente: Elaboración propia.

Se llevó a cabo el mismo procedimiento en una zona de carácter húmedo, y los resultados obtenidos se presentan en la siguiente tabla.

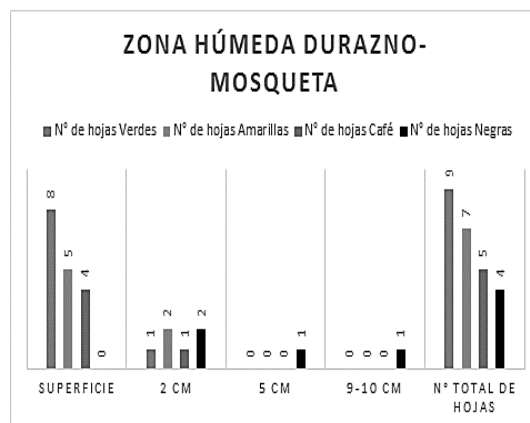
Tabla 2. Ilustración de color de hojas en zona húmeda de las especies *Rosa Eglanteria* y *Prunus Pérsica*.

Zona Húmeda Durazno-Mosqueta	Color de Hojas							
	Verde		Amarillo		Café		Negro	
Nivel de Profundidad	N° de hojas	% Integridad promedio	N° de hojas	% Integridad promedio	N° de hojas	% Integridad promedio	N° de hojas	% Integridad promedio
Superficie	8	90%	5	30%	4	1%	0	—
2 centímetros	1	40%	2	1%	1	1%	2	1%
5 centímetros	0	—	0	—	0	—	1	1%
9-10 centímetros	0	—	0	—	0	—	1	1%

Fuente: Elaboración propia.

La situación reflejada en esta tabla es completamente diferente a la observada en la zona seca. En esta distribución, las hojas de tonalidad verde fueron las más recolectadas y presentaron el mayor índice de integridad, seguidas de cerca por las hojas de color amarillo y las de color café. Es notable que las hojas de color negro no aparecieron en este nivel de profundidad. En el siguiente estrato, la tendencia se mantuvo, aunque en menor medida, ya que las hojas verdes conservaron el mayor porcentaje de integridad, pero se encontró una hoja de color negro, mientras que las hojas amarillas fueron las más numerosas en este nivel. En los niveles más profundos, se repitieron estas condiciones, donde solo se hallaron hojas de color negro, indicando un claro patrón en la descomposición de la materia orgánica en esta zona húmeda.

Gráfico 2. Condición de hojas de especies duraznero y mosqueta presentes en zona húmeda.



Fuente: Elaboración propia.

Continuando con el siguiente caso de estudio, corresponde a la situación de las distintas malezas y espigas encontradas en la zona de estudio.

Tabla 3. Condición de las hojas en maleza ubicadas en zona seca.

Zona Seca Maleza General-Espigas	Color de Hojas							
	Verde		Amarillo		Café		Negro	
Nivel de Profundidad	N° de hojas	Integridad promedio	N° de hojas	Integridad promedio	N° de hojas	Integridad promedio	N° de hojas	Integridad promedio
Superficie	1	90%	10	80%	2	40%	1	10%
2 centímetros	0	—	5	20%	2	10%	0	—
5 centímetros	0	—	4	10%	0	—	0	—
9-10 centímetros	0	—	3	1%	0	—	1	1%

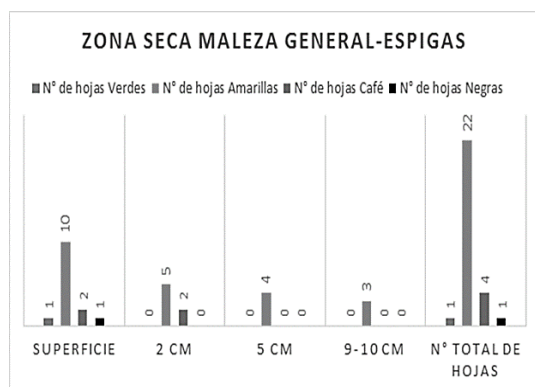
Fuente: Elaboración propia.

La tabla presenta un escenario donde las hojas de tonalidad amarillas fueron las que están mayormente presentes en las muestras, seguidas en cantidad por las chafes y en último lugar las hojas verdes, las cuales expresan un mayor nivel de integridad.



En los niveles de profundidad siguientes las hojas verdes desaparecen por completo y las hojas amarillas mantienen un registro constante en presencia y un nivel decreciente en niveles de integridad, al igual que las hojas verdes, las hojas cafés desaparecen y las negras aparecen en el último nivel de profundidad.

Gráfico 3. Condición de hojas de especies duraznero y mosqueta presentes en zona seca.



Fuente: Elaboración propia.

## 4. Discusión

### 4.1. Resultados Hojarasca Durazno-Mosqueta

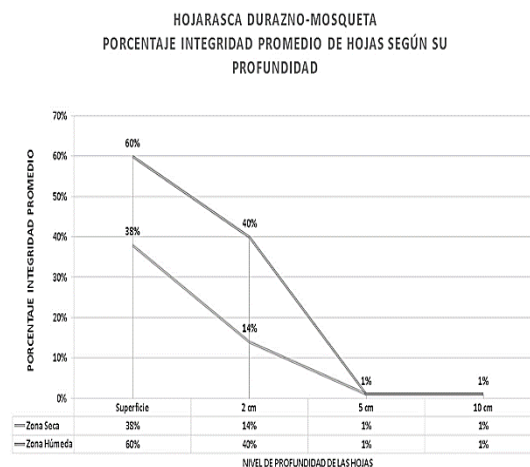
Como se puede apreciar en los siguientes gráficos de barras la cantidad de hojas presenta una clara diferencia según los factores anteriormente explicados (profundidad y humedad del suelo).

En el caso de las zonas húmedas hay una mayor presencia de hojas de color verde, la que según los anteriormente explicado son las que presentan un mayor nivel de descomposición, mientras que, en las zonas seca de este ejemplo las hojas que más aparecieron fueron las hojas de tonalidad café y las hojas de tonalidad

amarilla, además que las hojas de color verdes estaban en menor cantidad en comparación a las hojas en humedad. La diferencia de la distribución de las hojas a los distintos niveles de profundidad es notoria, ya que, mientras más profundidad de la capa del suelo menor es la cantidad y la variación de las hojas, además son las hojas de tonalidad negra las que tienen más presencia en la zona húmeda. Se puede apreciar un patrón de descomposición más ordenado en la zona húmeda donde a menor profundidad la cantidad de hojas y su variación cambia a diferencia de la zona seca donde no existe un orden como tal que se pueda observar.

En relación al porcentaje de integridad de las hojas los siguientes gráficos expresan la relación.

Gráfico 4. Porcentaje integridad promedio de hojas durazno-mosqueta según su profundidad.



Fuente: Elaboración propia.

Los gráficos muestran que la integridad de las hojas en la zona húmeda disminuye de mayor manera que la integridad de las hojas en la zona seca a mayor sea la profundidad, en comparación las hojas en la zona seca presentan un menor porcentaje de integridad el cual disminuye de menor

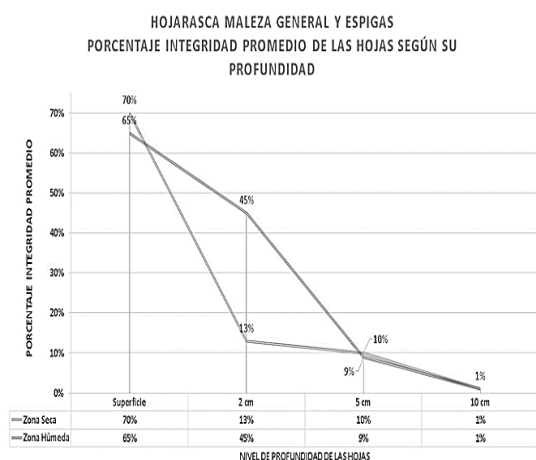
manera en comparación al porcentaje visto en la muestra de la zona húmeda

#### 4.2. Resultados maleza general y espigas

El mismo proceso se llevó a cabo para las hojas encontradas de maleza y espigas en ambas zonas que conforman la muestra.

La situación se repitió a mayor escala con esta muestra en comparación con la anterior, y la presencia de hojas de color verde es muy marcada en la zona húmeda. En contraste, en la zona seca, estas hojas están completamente eclipsadas por la cantidad de hojas de tonalidad amarilla. Además, el proceso de descomposición es más evidente en la zona húmeda del experimento, ya que se observa una transición en la cantidad de hojas y una aparición constante de hojas de otras tonalidades. Esto contrasta notablemente con la zona seca, que no presenta dicha variedad en las cantidades de hojas encontradas en la muestra.

Gráfico 5. Porcentaje integridad promedio de hojas maleza según su profundidad.



Fuente: Elaboración propia.

La situación es opuesta a la muestra anterior en el primer nivel, donde el promedio de integridad de las hojas disminuye considerablemente en la zona seca. Sin embargo, en los niveles siguientes, los resultados se normalizan. Además, las hojas de maleza y espigas mostraron una ligera presencia de integridad en la zona seca. En comparación con la muestra anterior, los porcentajes de integridad son muy similares, ya que también disminuyen de manera más notable en la zona húmeda.

En los resultados de ambos experimentos se puede observar un patrón claro. A excepción de la pequeña variación mencionada, este patrón indica que en las zonas húmedas la descomposición de las hojas es más intensa que en las zonas secas. Esto se evidencia en la fluctuación de la cantidad de hojas, que es más pronunciada en las áreas húmedas. Además, el porcentaje de integridad, que sirve como indicador del proceso de descomposición, muestra una mayor pérdida en estas zonas. Esto sugiere que es en las áreas húmedas donde la descomposición ocurre de manera más natural y significativa.

A nivel de la escala del experimento, se puede teorizar que el mismo es la prueba científica que forma parte del ciclo de la descomposición, ya que, como se aclaró anteriormente, éste es el proceso por el cual la materia orgánica devuelve nutrientes a la tierra. Como este proceso está siendo afectado por los factores estudiados (nivel de humedad y profundidad) está claro que las zonas con mayor humedad van a expresar un mayor nivel de descomposición, ya que, al haber más nutrientes las plantas del lugar pueden generar más hojas, por lo que, la circulación de nutrientes en las cadenas tróficas ocurre

en mayor medida que en las zonas secas donde al haber menos nutrientes hay menor hojas y estas se descomponen de manera más lenta para poder racionar la cantidad de nutrientes del suelo afectadas claramente por la humedad y la profundidad del terreno.

#### **4.3. Discusión de los resultados**

Cabe destacar que el aporte de la indagación científica entregó una clara perspectiva que la descomposición como proceso, no es algo aislado que solo ocurre, sino que este proceso está influenciado por una gran cantidad de factores como el clima, la altura, las distintas especies bióticas que habitan la zona, los que son estudiados en este artículo de indagación científica: la humedad del terreno y la profundidad en la cual este proceso está teniendo lugar, para poder analizar y observar la descomposición se utilizaron hojas de árboles en dos zonas que presenten humedad y sequedad.

El experimento explicado y realizado anteriormente permite la comprensión de este fenómeno de manera natural, sin ser necesaria la creación de un ambiente especial en el cual se pueda dejar fuera elementos importantes que están influyendo al proceso de descomposición en todo momento, por que como se explicó anteriormente este proceso está influenciado de manera natural por todos los elementos que lo rodean, por lo que, crear un ambiente artificial podría no entregar los resultados de manera correcta o como son expresados en la naturaleza.

Lo ventajoso de este experimento es que sirve a distintos niveles de elementos, ya que, la metodología es lo suficientemente

simple como para poder realizar el mismo proceso apuntando a distintos aspectos del modo natural. Por ejemplo, en lugar de centrarse únicamente en la humedad y la profundidad, se podría reformular la hipótesis y dirigir la investigación hacia aspectos como la altitud o la antigüedad del terreno. Esto permitiría explorar cómo la descomposición de las hojas se ve afectada por los organismos que forman parte de la capa biótica del suelo y cómo estas interacciones cambian constantemente. Alternativamente, se podría realizar una investigación que aborde todas estas relaciones para lograr un panorama completo de cómo funciona la descomposición vegetal a nivel global.

#### **4.4. Discusión de la metodología**

Una gran parte de los elementos que se han de considerar de vital importancia para su mejora, remiten o están vinculados en su mayoría directamente al instrumental utilizado para cada una de las mediciones.

Es necesario profundizar en este apartado de la metodología referente al instrumental, así como ejemplificar y analizar ciertos errores o correcciones que pueden ser necesarias. Por ejemplo, aunque una regla métrica de aproximadamente 20 centímetros puede servir para medir las profundidades alcanzadas en cada caso, incluyendo las mediciones de 2, 5, 9 y 10 centímetros, es fundamental utilizar instrumentos más precisos para mediciones geográficas. Se recomienda el uso de medidores de profundidad profesionales, ya que esto garantizará que las profundidades registradas y los resultados obtenidos sean mucho más exactos y confiables al momento de contrastar datos.

Un aspecto adicional es la utilización de clavos, que se emplearon para delimitar cada uno de los cuatro puntos o vértices que conformarán los cuadros de 10 cm x 10 cm de los cuales se extraerán los datos. Si bien estos instrumentos cumplen su función, el uso de estacas topográficas, ya sean de madera o de plástico, ofrecería una alternativa mucho más efectiva que los clavos. Al igual que el uso de reglas adecuadas para investigaciones geográficas, esto permitiría una delimitación más precisa y una metodología mejor implementada, resultando en datos más claros y confiables.

La utilización de un elástico también es un aspecto que debería ser cambiado o mejorado. En este sentido, emplear una cuerda o una cinta métrica que indique centímetros o milímetros sería fundamental para delinear cada una de las zonas seleccionadas. En lo que respecta a la delimitación de zonas, es fundamental considerar otro elemento de vital importancia para que el desarrollo del experimento sea eficiente y útil desde el punto de vista científico: el uso de instrumentos adecuados para determinar correctamente qué zona es húmeda y cuál es seca. En este sentido, utilizar medidores de humedad del suelo, incluso modelos simples como el TDR-150, puede aportar una relevancia significativa al experimento. Además, estos instrumentos permiten integrar otros elementos de análisis que son igualmente importantes, como la determinación de la disponibilidad de agua en la zona seleccionada. Asimismo, los dispositivos profesionales pueden indicar la ubicación exacta de la zona mediante GPS (Sistema de Posicionamiento Global) y ofrecer la opción de compartir los datos de forma inmediata a través de una conexión Bluetooth disponible y cercana, lo que

enriquecería aún más la metodología del estudio.

Otro elemento que considerar es la pala, ya que, la metodología indica que puede ser una pala u otro elemento que permita realizar excavaciones uniformes en cada zona, sin embargo, utilizar palas con punta redonda, facilitará mucho más la penetración de ésta en la tierra, a diferencia de la pala cuadrada.

En relación con la información a recabar, es fundamental identificar qué datos podrían resultar faltantes o sobrantes. Por un lado, sería útil recopilar información sobre la composición del suelo, su pH, los nutrientes disponibles y los datos climáticos, como la temperatura y las precipitaciones. Estos elementos ayudarían a contextualizar los resultados obtenidos. Por otro lado, es posible que se recabe información innecesaria si se incluyen datos que no tienen una relevancia directa para el objetivo principal del estudio, lo que podría complicar el análisis final. Además, considerar el actuar de los elementos bióticos en la zona sería un aspecto importante, especialmente en áreas húmedas, donde la fauna tiende a ser más diversa y abundante.

## 5. Conclusiones

Si bien la investigación buscaba resolver cómo la profundidad y los niveles de sequedad y humedad afectan los grados de descomposición de las hojas, hubo elementos que no fueron considerados al inicio del estudio.

Uno de los aspectos más desconocidos en relación con la investigación era la terminología utilizada en los campos de la geografía. Términos como trituración,

lixiviación, catabolismo y humificación resultaban completamente ajenos al equipo investigador. A medida que avanzaba la indagación científica, estos conceptos comenzaron a integrarse en su imaginario, otorgando a la investigación un carácter más científico y académico.

Asimismo, se descubrió que existían investigaciones previas que, aunque se enmarcaban en campos como la geografía, la cartografía e incluso la botánica, aportaron un valioso contexto para comprender la descomposición de las hojas en diferentes niveles de humedad, sequedad y profundidad. Durante el proceso de investigación, se observó que los elementos mencionados no eran los únicos que influían en los niveles de descomposición de las hojas. También existían factores abióticos y bióticos, incluyendo organismos y microorganismos descomponedores, como hongos y bacterias, que impactaban el proceso de descomposición de las hojas y hojarascas. Además, la fauna y elementos naturales, como la luz solar y la lluvia, desempeñaban un papel significativo en este proceso.

Otro aspecto que generó una perspectiva de conocimiento aún mayor fue el darse cuenta de que la metodología que en un comienzo parecía la mejor forma de llevar a cabo el experimento, en realidad no lo era, y que con relación a esto era necesario crear un cambio en la misma, para que los datos y resultados obtenidos en el desarrollo del experimento fuesen los correctos y no sólo estimaciones que rodearan lo vago. Este mismo aspecto de cambio debió ser incorporado a los resultados en relación a la sistematización de la información y la elaboración de tablas y figuras que debieron ser realizadas, ya que, éstas en un comienzo no reflejaban de modo correcto toda la información relevante en la

investigación científica y dejaba fuera de las mismas, elementos que pudieron ser totalmente relevantes al intentar explicar los por qué de cada uno de los resultados, por ende, volver a realizar las tablas, gráficos y estimaciones porcentuales fue un aspecto que con el pasar de la investigación fue tomando una relevancia que tenía niveles insospechados.

Lo anterior también implica un cambio actitudinal hacia la investigación científica. En el equipo de trabajo, se discutió que algunos elementos relevantes, al momento de implementar la metodología, quedaban fuera del alcance al plasmar la información. Por lo tanto, era necesario mejorar o cambiar la mayoría de estos elementos.

Otro aspecto que se pudo identificar durante el desarrollo de estas investigaciones a nivel de curso fue la interconexión entre la información de diferentes estudios, donde ciertos datos resultaron ser relevantes para otros proyectos. Esto fue posible gracias al consejo y la guía del profesor, quien, de manera categórica, organizó y reordenó las investigaciones, sugiriendo cambios y aprobando lo que ya se había investigado. Esta orientación fue fundamental para enriquecer el proceso de aprendizaje y asegurar que la investigación se desarrollara de manera coherente y efectiva.

A través de esta investigación, comprendimos que la descomposición es un proceso continuo que ocurre constantemente y que está influenciado por diversos elementos del ambiente, como la temperatura, el clima, la altitud y las especies bióticas presentes en una zona. Este artículo de indagación científica se centró en dos factores clave: la humedad del suelo y la profundidad. Quedó claro que la descomposición no es un proceso

aislado; ocurre a nivel global, sin discriminar las condiciones del lugar en que se estudia. En última instancia, la descomposición es el destino inevitable de la materia orgánica, sin importar su ubicación.

La descomposición de la materia orgánica es un proceso por el cual se reincorporan nutrientes al terreno producto de la materia en éste, dichos nutrientes son aprovechados por otros organismos para su crecimiento y posterior muerte por el cual el ciclo de la descomposición continúa. Está claro que el experimento realizado nos indica que en una zona con una mayor concentración de nutrientes tendrá una mayor incorporación de nutrientes, por lo que, la cadena de la descomposición tendrá una mayor presencia, ya que, todo es parte de este ciclo. Estas zonas pueden ser interpretadas desde los distintos elementos los cuales conviven y se manifiestan, haciendo que la diferencia en la cadena de descomposición sea notoria. A nivel global ésta es una constante, ya que, en un mundo con climas y territorios tan variados como el nuestro es obvio que las fuerzas que están en relación hacen que todos los procesos no sean iguales en todas los lugares, por lo que, un ciclo como el de la descomposición se va expresar de maneras distintas según el lugar por el que nos encontremos.

La única certeza que se puede extraer de esta investigación es que las zonas secas presentan un menor índice de descomposición en comparación con aquellas que tienen un alto nivel de humedad. Sin embargo, este estudio no abordó otros factores igualmente importantes, como la temperatura, salinidad o altitud. La única conclusión clara es que la descomposición es un proceso constante, intrínsecamente ligado a su entorno natural y a las fuerzas que actúan

en él. Estas fuerzas alteran el ciclo de descomposición a nivel global, lo que refleja la diversidad biótica de nuestro planeta y los elementos que la conforman.

## 6. Bibliografía

- Álvarez-Sánchez, J., & Naranjo, G. E. (2003). *Ecología del Suelo en la Selva Trópicamente Húmeda de México*. Xalapa, Veracruz: Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Biología, Facultad de Ciencias.
- Inzunza, J. (2006). *Meteorología descriptiva. Capítulo 5. Humedad en la Atmósfera*. Concepción: Universidad de Concepción. Revista Geográfica del Sur.
- Martínez de Lagrán, I. A. (2012). *Descomposición de la capa de hojarasca de diferentes especies perennifolias y caducifolias*. León, España: Facultad de C. C. Biológicas y Ambientales. Universidad de León. Alumnos de 5º curso de Biotecnología (curso 2011-2012).
- Monforte. (2003). *El Catabolismo*. Barcelona, España.
- Poca, M., Pérez-Harguindeguy, N., Vaieretti, M. V., & Cingolani, A. M. (2014). Descomposición y calidad físico-química foliar de 24 especies dominantes de los pastizales de altura de las sierras de Córdoba, Argentina. *Ecología austral*, 24(2), 249-257.
- Sarmiento, F. O. (1974). *Paisajes, Conservación, y Desarrollo sustentable para Latinoamérica. Diccionario de Ecología*. Quito.
- Soto, E. A. (2011). *Diccionario Ilustrado de Conceptos Matemáticos*. México.
- Valero, J. (2005). *Climatología aplicada a la ingeniería y medioambiente. Evapotranspiración real*.
- Wooding, G. R. (1960). *Los suelos. Su origen, constitución y clasificación. Introducción a la edafología*. Barcelona: Ediciones Omega, S. A.
- Gallardo, A., & Pino, J. (1988). *Importancia del medio físico en la descomposición de la hoja de especies arbóreas*. Sevilla: Departamento de Biología Vegetal y Ecología de la Universidad de Sevilla. Universidad de Palma de la Gran Canaria. (s.f.). [www.ulpgc.es/](http://www.ulpgc.es/). [https://www2.ulpgc.es/descargadirecta.php?codigo\\_archivo=3984](https://www2.ulpgc.es/descargadirecta.php?codigo_archivo=3984)