

# DIFERENCIA DE SUPERFICIE DE LAS HOJAS RESPECTO A LA RADIACIÓN SOLAR QUE RECIBEN

CONSTANZA ESPINOZA ROSAS

MANUEL FIERRO LEIVA

IGNACIO MUNDACA VERDUGO

## Resumen.

El presente artículo fue diseñado y trabajado en base a una salida de terreno al sector de Cascadas, Región de Los Lagos, Chile, por parte de los estudiantes de la Carrera de Pedagogía en Historia y Geografía correspondientes al segundo nivel, bajo el cargo y tutoría del Doctor de Ciencias Ambientales y Profesor Gonzalo Mardones. En el siguiente artículo abordaremos el estudio sobre la influencia del sol respecto al tamaño de las hojas en diferentes locaciones de área de estudio, desde luego comenzando con la introducción al tema que contara con un apoyo bibliográfico específico, siguiendo con el análisis de imágenes y gráficos, para posteriormente continuar con la discusión e interpretación propia de nuestra hipótesis y concluyendo en forma general con la comprobación de nuestra hipótesis.

**Palabras Claves:** Hojas, Radiación Solar, Fotosíntesis.

## 1. Introducción

Las plantas fueron los primeros seres vivos complejos en poblar la tierra, su persistencia en el tiempo se debe, en parte, a sus métodos de alimentación, es decir, la fotosíntesis. En este proceso, se encuentra un órgano fundamental, la hoja, la cual puede variar en forma y tamaño dependiendo de la especie, edad y condiciones en que se ha desarrollado el vegetal, es en esto último que se centra este estudio, ¿son las condiciones ambientales, geográficas y climáticas elementos fundamentales en el tamaño de las hojas?, investigaciones previas así lo han confirmado, sin embargo, este estudio profundiza aún más en este proceso biológico; considerando que los factores ambientales son claves para el desarrollo y tamaño de la hoja se entiende que la cantidad de radiación solar es influyente, por ello, nace la duda sobre si la radiación solar influye en el tamaño de las hojas de una planta, y de ser así, ¿cuál es la diferencia entre los tamaños de las hojas que se desarrollan en distintos niveles de exposición a la radiación solar?

Es pues en base a estas cuestiones, conocimientos previos e investigaciones ya existentes que surge la siguiente hipótesis.

### 1.1. Hipótesis

*“El tamaño de las hojas de los árboles varía en razón de la cantidad de radiación solar promedio que reciben durante su desarrollo, siendo estas de menor superficie al encontrarse a exposición directa y de mayor superficie al desarrollarse en condiciones de menor exposición”.*

Es en este sentido, que esta investigación está dirigida a la corroboración de que las hojas responden a los estímulos producidos por la radiación solar modificando su superficie para la captación de la misma.

Para mayor comprensión es necesario definir algunos conceptos claves que son

parte de la investigación.

## 1.2. Conceptos Claves

1.2.1. Hoja: Las hojas son los órganos encargados del proceso de fotosíntesis dentro de las plantas, dado esto, han evolucionado de tal forma que han desarrollado estructuras planas y pigmentos, estos dos elementos son fundamentales para esta investigación.

1.2.2. Radiación Solar: La radiación solar es una de las principales fuentes de energía del planeta Tierra, como tal, esta afecta procesos de los organismos vivos de diversas formas, uno de los cuales es la fotosíntesis, la cual es de vital importancia para la vida en la tierra y para esta indagación.

1.2.3. Fotosíntesis: Procesos químico que tiene lugar en las plantas mediante la clorofila y que permite, gracias a la energía de la luz, transformar un sustrato inorgánico en materia orgánica rica en energía.

## 2. Metodología.

Este proceso investigativo se lleva a cabo en el módulo de Dinámica del Medio Natural, del cuarto semestre de la carrera de Pedagogía en Historia y Geografía, en las cabañas recreativas, del sector de Cascadas, Región de los Lagos, región que denota un claro - Clima Templado lluvioso- en todo el año.

La investigación se realizó siguiendo diversos pasos en base a una hipotética respuesta que aclarara la interrogante expuesta.

La metodología a utilizar será aplicada en tres etapas, la primera etapa de organización tomara un lapso de 30 minutos, seguido de la etapa dos correspondiente al muestreo que tomara un tiempo de 1 hora, finalizando con la etapa tres correspondiente al análisis e interpretación de la información

recolectada.

Dentro de la metodología que empleamos, fue necesario el seguimiento de pasos para el trabajo de campo como para la comprobación de hipótesis los cuales se explican a continuación:

1. Identificar los datos que se pretenden obtener para lograr el desarrollo de nuestra hipótesis, así, posteriormente diseñar el experimento.
2. Organizar los recursos a utilizar, considerando los elementos propios del ambiente natural, y así, dirigirnos al sector para indagar. (Sector Cascadas-Región de los Lagos-Clima Templado Lluvioso – No es relevante para el experimento una estación del año específica, puesto que el clima no varía radicalmente durante las cuatro estaciones del año.)
3. Dirigirse al exterior y seleccionar los lugares donde haríamos el muestreo, la selección del terreno a examinar está condicionada a ciertos aspectos básicos del terreno como que dentro de un radio de mínimo 30 metro cuadrados se den las condiciones apropiadas, estas serian que exista una zona que denote una alta recepción de luz solar diaria, otra zona que denote una moderada recepción de luz diaria y finalmente una zona que denote una baja recepción de luz solar diaria.

**2.1. Materiales:** Huincha, bolsas de plástico, regla, lápices, papel cuadriculado y Calculadora.

## 2.2 Descripción del Experimento

### 2.2.1 Características Generales

Una vez seleccionado el lugar de muestreo, se deben elegir tres especies (la elección de las especies a utilizar se basó en la gran

cantidad de árboles de la misma especie en el sector de Cascadas, no influye la especie, siempre y cuando entre estas especies existan árboles de un tamaño similar) de árboles los cuales en este experimento fueron **Arrayan** (Imagen 1), **Radal** (Imagen 2) y **Ulmo** (Imagen 3), de los cuales se extrajo una muestra equivalente a 5 hojas de cada especie de árbol (un total de 15 hojas), hojas que se encontraban ubicadas a 2 metros y 30 centímetros de altura (es sumamente relevante el que la altura de los árboles que sirvan de muestreo sean similares, ya que, esto nos puede significar una condición similar entre árboles de diferente especies y así poder apreciar de forma equitativa la competencia que los arboles tiene por obtener la luz solar.).

Imagen 1: Fotografía correspondiente al árbol Arrayan.



Fuente: Elaboración propia.

Imagen 2: Fotografía correspondiente al árbol Radal.



Fuente: Elaboración propia.

Imagen 3: Fotografía correspondiente al árbol Ulmo.



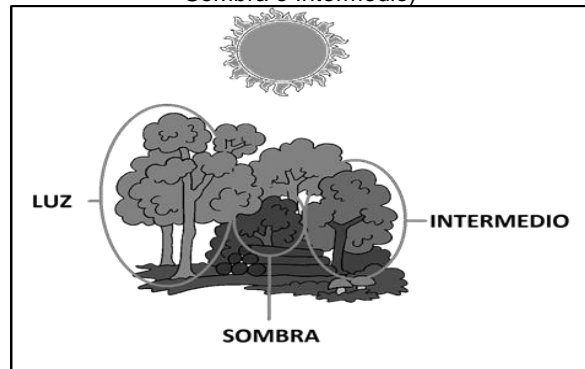
Fuente: Elaboración propia.

Para que los resultados del experimento fuesen más verídicos, este experimento se replicó 3 veces repitiendo los pasos anteriores ya mencionados, lo cual nos daría un total de 45 hojas a analizar.

## 2.2.2 Procedimiento del Experimento

1. Las hojas son guardadas en bolsas de plástico y clasificadas según su correspondiente especie (Arrayan, Radal o Ulmo) y según los diferentes tipos de exposición solar, las cuales se denominaron con los siguientes conceptos **Luz**, **Intermedio** y **Sombra** (Figura 1).

Figura 1: Representación de exposición solar (Luz, Sombra e Intermedio)



Fuente: Elaboración propia.

Luz: Asignamos este término a todo árbol que se encuentre en una posición exacta

donde en la mayoría del día se esté expuesto a la luz solar (independiente del tamaño del árbol)

**Sombra:** Asignamos este término a todo árbol que se encuentre en una posición exacta donde en la mayoría del día esté expuesto a escasa luz solar (independiente del tamaño del árbol)

Arrayan	Luz	Intermedio	Sombra	
Hoja 1	3.4cm <sup>2</sup>	4.4cm <sup>2</sup>	4.9cm <sup>2</sup>	
Hoja 2	2.9cm <sup>2</sup>	6.3cm <sup>2</sup>	4.4cm <sup>2</sup>	
Hoja 3	3.9cm <sup>2</sup>	4.9cm <sup>2</sup>	4.9cm <sup>2</sup>	
Hoja 4	3.4cm <sup>2</sup>	4.4cm <sup>2</sup>	5.8cm <sup>2</sup>	
Hoja 5	3.4cm <sup>2</sup>	4.4cm <sup>2</sup>	5,3cm <sup>2</sup>	

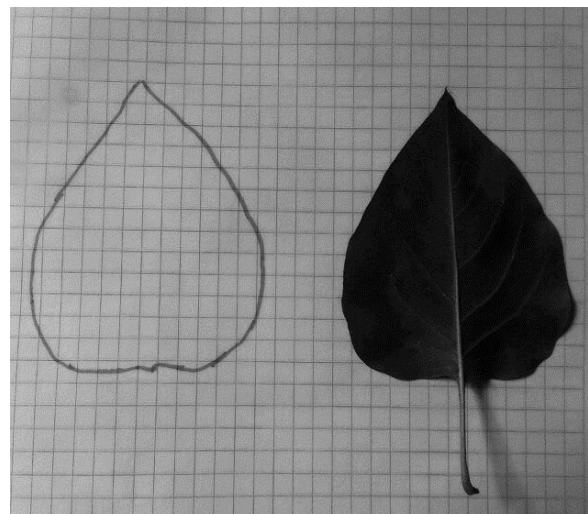
**Intermedio:** Asignamos este término a todo árbol que se encuentre en una posición exacta donde en la proporción de luz diaria éste reciba una cantidad moderada de luz solar (menos que Luz y más que Sombra). Es de suma importancia aclarar que las asignaciones (Luz, Sombra e Intermedio) que nosotros le dimos a los arboles está totalmente relacionado a su posición en su entorno específico, por ende, hay que comprender factores como si existen árboles o edificios más grandes que los árboles que vamos a examinar, puesto que estos 2 factores ya mencionados pueden generar sombra o privarlos de luz durante el transcurso del día, generando una situación especial que no quita validez al experimento, puesto que, independiente que la sombra la genere un cerro o un edificio lo que importa aquí es la relación que el árbol a examinar tenga con la luz solar.

1. Posteriormente nos dirigimos a nuestra zona de estudio (Sala de Conferencias, Recinto recreacional Universidad de Los Lagos, Cascada) para proceder a analizar directamente estas hojas, las cuales fueron parcialmente medidas en largo y ancho para luego obtener su superficie, no obstante, se contó con el apoyo de papel

2. cuadriculado, puesto que, para obtener la superficie de formas irregulares como las que tienen las hojas es sumamente complejo. Los pasos fueron los siguientes:

- Marcar la forma de la hoja (planta) sobre el papel cuadriculado. Considerar que cada cuadro mide 0,7x0,7 milímetros que se traducen en 1,4cm de superficie y con ello contar cuantos cuadros abarca la figura de la hoja (planta) que se dibujó sobre el papel cuadriculado (Figura 2).

Figura 2: Ejemplo de marcar una hoja.



Fuente: Elaboración propia.

Para continuar se hace un cálculo muy simple que es 1,4 (superficie de un cuadrado del papel cuadriculado) por la cantidad de cuadros contados dentro del radio de la hoja que se dibujó en el papel.

Con este ejercicio obtenemos el dato preciso de la superficie de la hoja, dato el cual nos servirá como principal base de sustento cuantitativo.

Toda cifra correspondiente a la superficie debe ser ingresada en una tabla que está diseñada en base a los parámetros de clasificación de las muestras.

Se debe repetir este ejercicio las veces correspondientes a la cantidad de hojas/muestras que se tengan, en nuestro caso fueron 45 hojas/muestras.

- El último paso consta de almacenar nuestras muestras (45 hojas) y clasificarlas primeramente en especies (15 hojas por especie), luego dentro de cada especie sub-dividimos las muestras correspondientes según el tamaño de su superficie que curiosamente termina coincidiendo o teniendo relación con la asignación Luz, Sombra e Intermedio.

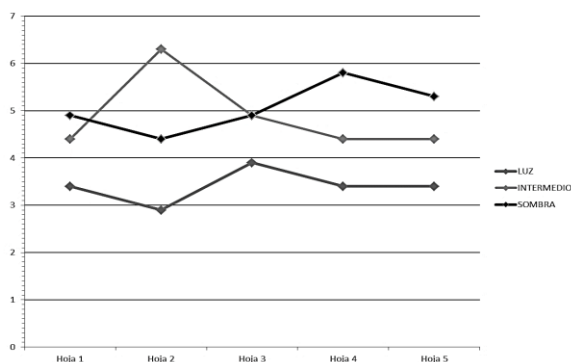
#### 4. Resultados.

El mayor factor clasificador del muestreo realizado fue la especie del árbol, esto sumado a las condiciones de exposición a la radiación solar, es en este sentido que se presentan los siguientes resultados:

##### 4.1. Arrayan.

A partir de los datos recopilados de las muestras de Arrayan, representados en la tabla superior, se desprende un análisis que a priori muestra una tendencia clara al crecimiento de las hojas inversamente proporcional a la cantidad de luz solar que reciben para llevar a cabo su función fotosintética.

Gráfico 1: Gráfico de superficies, Arrayan.

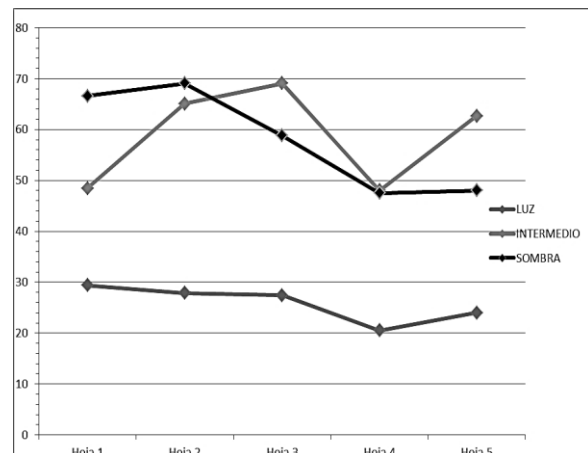


Fuente: Elaboración Propia.

Tal como lo demuestra la representación gráfica de los datos, se puede observar una notable alza en la superficie de las hojas de arrayanes que comparten un espacio relativamente reducido, pero que a su vez se ven expuestas a distintos niveles de radiación solar, siendo las totalmente expuestas notablemente menores a las que no comparten estas condiciones.

Al igual que en el caso del Arrayan, las hojas del Radal muestran una gama de tamaños particularmente grandes en situaciones de sombra y niveles intermedios en comparación a las hojas de árboles de similares edades y características, tal como el siguiente gráfico lo demuestra.

Gráfico 2. Gráfico de superficies, Radal.



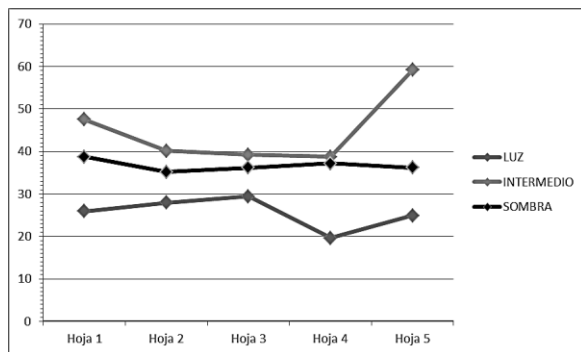
Fuente: Elaboración Propia.

En este caso las hojas que se encuentran en un nivel de exposición intermedio muestran un crecimiento mayor que el de sus pares desarrollados a la sombra, y muy superior a las desarrolladas a plena luz. Sin embargo, y como se mostrará más adelante, la competencia entre las hojas de sombra e intermedias del Radal es mínima en comparación al Ulmo.

### 4.3 Ulmo

La situación del Ulmo es particular puesto que en este caso se identifica una clara supremacía, en cuanto a superficie, de las hojas de exposición intermedia por sobre las expuestas y sorprendentemente sobre las que no reciben radiación directa, el ejemplo claro es que la superficie de la hoja intermedia más pequeña es la misma que la superficie de la hoja de sombra más amplia. Esta diferencia es más patente a la hora de analizar el siguiente gráfico.

Gráfico 3. Gráfico de superficies, Ulmo.



Fuente: Elaboración Propia.

En el gráfico presentado, como se mencionó anteriormente, se denotan las diferencias de tamaño entre las hojas expuestas a las condiciones ya mencionadas, cabe mencionar que es el Ulmo, el que demuestra desarrollar hojas más grandes en su nivel intermedio de captación solar, superando a las de sombra, caso que no se da en los árboles estudiados anteriormente, lo cual puede deberse a que el Ulmo crece hasta alturas de aproximadamente 40 metros.

## 5. Discusión

### 5.1 Resultados finales y observaciones.

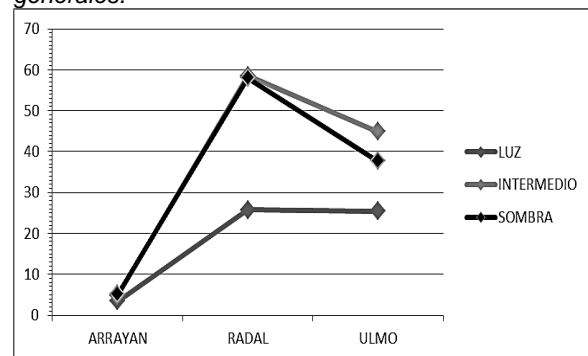
Los resultados obtenidos, tal como se demuestra en el posterior gráfico (tabla 4 y gráfico 4), dan una clara muestra de cómo en el promedio de cada caso las hojas

expuestas a la luz solar directamente tienden a tener una superficie mucho más reducida en comparación de las demás que no la reciben directamente; sin duda con este experimento ha salido a relucir la importancia de la luz solar para el tamaño de las hojas, ahora la tarea está en vislumbrar cuál es su incidencia real y a que se debe concretamente este comportamiento de las hojas.

Tabla 4. Tabla de medidas: Promedio de superficies.

Fuente: Elaboración Propia.

Gráfico 4. Gráfico de superficies, Promedios generales.



Fuente: Elaboración Propia.

La razón de este resultado, que comprueba que hay diferencias de tamaño entre las hojas relacionadas con su exposición a la radiación solar, se explica principalmente debido a que las hojas que se desarrollan bajo una mayor exposición solar, son más pequeñas con el fin de captar de mejor manera los rayos del sol y siendo esto además es una forma de evitar la pérdida rápida de energía y vitaminas recibidas, al contrario de las hojas que no están expuestas directamente a luz solar, las cuales necesitan una superficie mayor para captar la cantidad necesaria de luz que necesitan en su proceso de fotosíntesis, el cual, como ha sido mencionado, es el proceso de elaboración de glucosa por parte de las plantas, los árboles y las plantas para alimentarse, crecer y desarrollarse, como se menciona en el libro "Biología":

*Las hojas grandes, con superficies amplias, se encuentran a menudo en plantas que crecen en el estrato de una selva lluviosa tropical, donde el agua es abundante pero la competencia por la luz es intensa ... Las hojas con superficies pequeñas suelen estar asociadas a climas secos,. Por ejemplo, en las coníferas. (Curtis et al. 2008 P. 865).*

En otro aspecto, la pigmentación de las hojas y su textura (tablas 5,6 y 7) nos puede entregar información útil sobre su desarrollo también, esto se explica debido a que para realizar la fotosíntesis, las plantas necesitan la clorofila, que es el pigmento que da el color verde a las hojas, es la encargada de absorber la luz adecuada para realizar este proceso, como lo menciona Curtis, “*Las moléculas de clorofila y las otras sustancias involucradas en la captura de energía luminosa proveniente del Sol están situadas en las membranas tilacoides dentro de los cloroplastos*” (Curtis et al. 2008 P.97).

Finalmente, los resultados de este experimento arrojaron la siguiente diferencia porcentual entre sus tamaños promedio máximos.

Entre hojas de árboles de la misma especie y similar edad hay una diferencia de 75% entre las que están expuestas y las que están a la sombra, y un 125% entre las que están expuestas y las que pasan por periodos de exposición y sombra que varían constantemente.

## 6. Conclusiones.

Tras dar por finalizado este experimento focalizado y localizado en un espacio reducido como es el Recinto de Recreación de La Universidad de Los Lagos, Cascada, permite responder una problemática aun mayor y presente de manera global, “¿Por qué las hojas de distintas especies tienen una determinada forma y tamaño? y ¿por

qué a pesar de vivir en condiciones similares y tener una edad similar, la misma planta o árbol presentan hojas de distintos tamaños?” Esto se debe, como fue comprobado, a la exposición por radiación solar la cual regula, de manera primaria, las condiciones del clima en que se desarrollan junto con influir directamente en el proceso de fotosíntesis de las plantas, estimulando así la evolución y desarrollo de sus mayores órganos fotosintéticos, un ejemplo claro de esto es la estructura de las hojas de las plantas de climas más secos como los cactus, que desarrollan hojas duras pequeñas y secas sin una función fotosintética mayor, a diferencia de las hojas de plantas de climas tropicales y lluviosos, donde la competencia por la luz es mayor y por lo tanto la superficie de estas hojas compensa el déficit de luz solar.

## 7. Bibliografía

- Curtis, Barnes, Schnek, Massarani A. 2008. “Biología”. Editorial Panamericana  
RODRIGUEZ MATTHEI A. 1983. “Flora Arbolea de Chile”. Editorial de la Universidad de Concepción.