



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA**

---

**LA CAÍDA DE HOJARASCA COMO RECURSO PEDAGÓGICO EN LA  
ENSEÑANZA DE LA ECOLOGÍA**

**MARTHA PATRICIA OCHOA REYES**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA**

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**MAESTRÍA EN ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES**

**BOGOTÁ, COLOMBIA**

**2011**

**LA CAÍDA DE HOJARASCA COMO RECURSO PEDAGÓGICO  
EN LA ENSEÑANZA DE LA ECOLOGÍA**

**THE LITTERFALL AS A PEDAGOGICAL RESOURCE IN THE TEACHING  
OF ECOLOGY**

**MARTHA PATRICIA OCHOA REYES**  
Código 186353

**Trabajo final presentado como requisito parcial para optar al título de Magister en  
Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales**

2

---

**DIRECTORA:**  
Bióloga MSc. CARMEN REYES B.

**CODIRECTOR:**  
Biólogo MSc. Doctor. MIGUEL ANTONIO MURCIA R.

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**  
**MAESTRÍA EN ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES**  
**BOGOTÁ, COLOMBIA**  
**2011**

## **Dedicatoria**

**A mis queridos hijos Miguel Ángel, Andrea Isabela y Paula Natalia quienes son un motivo más para amar la vida.**

**A mi esposo, Miguel Antonio por su apoyo e inspiración en este querer saber más de la naturaleza.**

**A mi Madre María y a mis hermanas Gladys, Yolanda y Claudia por su apoyo moral incondicional.**

## Agradecimientos

A la UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA, por sus altos estándares de calidad y por los magníficos docentes investigadores que posee quienes nos acompañaron de manera crítica y exigente en la realización de esta maestría: Ellos con su ejemplo y dedicación a la ciencia hacen una mejor Colombia.

A la UNIVERSIDAD DE PAMPLONA, centro académico que me ha brindado la oportunidad de seguirme desarrollando como bióloga.

A los estimados ESTUDIANTES DEL GRUPO DE ECOLOGÍA de la Universidad de Pamplona, y quienes están nombrados a lo largo de este documento, sin los cuales este aporte hubiese sido imposible.

A la Profesora MSc. CARMEN REYES B. por el aporte académico para la realización y culminación de este trabajo.

A mi esposo, Prof. Dr. MIGUEL ANTONIO MURCIA R. por su continuo apoyo moral y por sus grandes aportes académicos en el ámbito ecológico, en especial en la parte de la interpretación estadística.

A mi querido sobrino, IVÁN CAMILO BETACOURT por su continuo apoyo académico, moral y su gran carisma.

A mi cuñado, Prof. Magister, FERNANDO PARGA por su aporte en la traducción a lengua extranjera.

A mis amados hijos, que han sacrificado el tiempo de juego conmigo para que yo pudiese culminar esta etapa académica.

A mi mamá y a mis hermanas en especial a Claudia, que estuvieron siempre pendientes de mi bienestar durante estos dos años de estudio.

## Resumen

Esta propuesta pedagógica se fundamenta en el proceso ecológico de la caída de hojarasca como eje central para abordar los contenidos del curso de ecología en la Universidad de Pamplona. Como prueba piloto se elaboró y desarrolló, durante cuatro semanas académicas, el primer módulo didáctico denominado ¿Los factores climáticos afectan la caída de hojarasca? Los métodos de enseñanza-aprendizaje utilizados fueron la indagación y la investigación en el aula soportados en los preconceptos de los estudiantes y en el trabajo de campo realizado en una comunidad sucesional arbustiva de bosque andino y una zona perturbada por el fuego. Se hicieron análisis cualitativos y cuantitativos para evaluar los resultados con base en 3 niveles de desempeño en la comunicación escrita, siendo el nivel 1 el más bajo. En los preconceptos, la tendencia fue a disminuir el porcentaje de estudiantes a medida que el nivel de desempeño incrementa: nivel 1 (50%), nivel 2 (33.3%) y en el nivel 3 (16.7%). Las preguntas de indagación se ubicaron en mayor porcentaje en el nivel 1 (83.3 %), seguido del tercer nivel (12.5%) y los más bajos en el nivel 2 (4.2%). En contraste, los ensayos se enmarcaron en su mayoría en el nivel 3 (66.7%) y nivel 2 (33.3%) validando las hipótesis de trabajo propuestas.

**Palabras clave:** Preconceptos, Indagación, Investigación en el aula, caída de hojarasca.

## Abstract

5

---

This pedagogical proposal is based upon the ecological process of the litterfall as the focal point to deal with the contents of the ecology course at the University of Pamplona. The first didactic module called “¿Do the climate factors affect the fall of fallen leaves?” was designed and developed, as a pilot test, during four academic weeks. The teaching-learning methods used were classroom inquiring and research, supported by the students’ preconceptions and the field work carried out in a successional shrub community of Andean forest, and a zone disturbed by fire. Qualitative and quantitative analysis were done to evaluate the results using three levels of performance in the written communication as a basis, being 1 the lowest level. With regard to the students’ preconceptions, there was a trend showing that the percentage of students decreased as their performance level increased: level 1 (50%), level 2 (33.3%), and level 3 (16.7%). The inquiring questions had a greater percentage in level 1 (83.3%), followed by level 3 (12.5%), and with the lowest percentages in level 2 (4.2%). By contrast, most of the essays reached level 3 (66.7%) and level 2 (33.3%), validating the proposed hypothesis.

**Key words:** preconceptions, inquiry, classroom research, litterfall.

## Contenido

|  | Pág.      |
|--|-----------|
| <b>Resumen</b> .....   | <b>5</b>  |
| <b>Abstract</b> .....  | <b>5</b>  |
| <b>1. Introducción</b> .....   | <b>8</b>  |
| <b>2. Planteamiento del problema</b> .....   | <b>9</b>  |
| <b>3. Hipótesis de trabajo</b> .....   | <b>10</b> |
| <b>4. Objetivos</b> .....  | <b>10</b> |
| <b>5. Marco teórico</b> .....  | <b>11</b> |
| 5.1 Caída de hojarasca.....  | 11        |
| 5.2 Elementos del clima.....   | 12        |
| 5.2 Proceso de enseñanza aprendizaje por el método de indagación.....                | 13        |
| 5.3 Preconcepciones.....   | 15        |
| 5.4 Importancia del trabajo de campo para los estudiantes del programa.....          | 15        |
| <b>6. Planteamiento general para el desarrollo de la propuesta</b> .....             | <b>16</b> |
| <b>7. Prueba piloto</b> .....  | <b>17</b> |
| 7.1 Introducción.....  | 17        |
| 7.2 Propuesta pedagógica dirigida a.....   | 17        |
| 7.3 Área natural para apoyar la propuesta.....                                       | 17        |
| 7.4 Propósito y objetivos de aprendizaje.....  | 19        |
| 7.5 Metodología.....   | 19        |
| 7.6 Resultados y análisis.....   | 26        |
| <b>8. Conclusiones</b> .....   | <b>44</b> |
| <b>9. Alcances de esta prueba piloto</b> .....                                       | <b>48</b> |
| <b>10. Recomendaciones</b> .....   | <b>49</b> |
| <b>11. Anexos</b> .....  | <b>50</b> |
| Anexo 1 Relación de ensayos.....   | 48        |
| Anexo 2 Relación de informes.....  | 60        |
| Anexo 3 Relación de gráficas que identifican el manejo estadístico de los datos..... | 81        |
| <b>12. Bibliografía</b> .....  | <b>84</b> |

## ÍNDICE DE TABLAS

|   | <b>Pág.</b> |
|---|-------------|
| Tabla 1. Descriptores para cada nivel en la comunicación escrita.....   | <b>25</b>   |
| Tabla 2. Respuestas a la primera pregunta de preconceptos.....  | <b>26</b>   |
| Tabla 3. Respuestas a la segunda pregunta de preconceptos.....  | <b>29</b>   |
| Tabla 4. Respuestas a la tercera pregunta de preconceptos.....  | <b>31</b>   |
| Tabla 5. Respuestas a la cuarta pregunta de preconceptos.....   | <b>33</b>   |
| Tabla 6. Respuestas a la primera pregunta de indagación.....  | <b>34</b>   |
| Tabla 7. Respuestas a la segunda pregunta de indagación.....  | <b>35</b>   |
| Tabla 8. Respuestas a la tercera pregunta de indagación.....  | <b>36</b>   |
| Tabla 9. Respuestas a la cuarta pregunta de indagación.....   | <b>37</b>   |
| Tabla 10. Respuestas a las preguntas de indagación grupal.....  | <b>38</b>   |
| Tabla 11. Análisis de los ensayos presentados por estudiantes.....  | <b>39</b>   |
| Tabla 12. Análisis de los informes presentados en forma grupal.....   | <b>41</b>   |
| Tabla 13. Relación de preguntas ecológicas formuladas por los estudiantes del curso de ecología al finalizar el módulo didáctico..... | <b>45</b>   |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|  | <b>Pág.</b> |
|--|-------------|
| Figura 1. Caída de hojarasca representada por hojas, fragmentos de tallos, ramas, flores, frutos, semillas y materia particulado de difícil determinación..... | <b>12</b>   |
| Figura 2. Esquema general de las relaciones entre caída de hojarasca y los contenidos básicos del curso de ecología.....                                       | <b>16</b>   |
| Figura 3. Panorámica de la zona de estudio en el filo de Borrero.....  | <b>18</b>   |
| Figura 4. Registro de las variables meteorológicas en el filo de Borrero.....  | <b>23</b>   |
| Figura 5. Análisis comparativo porcentual del nivel de desempeño en la Comunicación escrita de los preconceptos y preguntas de indagación.....                 | <b>42</b>   |
| Figura 6. Evolución porcentual del nivel de desempeño en la comunicación escrita en los estudiantes de ecología.....   | <b>43</b>   |
| Figura 7. Nivel de desempeño grupal de los estudiantes en las preguntas de indagación.....   | <b>44</b>   |

# LA CAÍDA DE HOJARASCA COMO RECURSO PEDAGÓGICO EN LA ENSEÑANZA DE LA ECOLOGÍA

## 1. Introducción

Colombia sobresale en el ámbito mundial por su megabiodiversidad, condición favorecida por pertenecer a la región biogeográfica neotropical que incluye los bosques tropicales (la selva húmeda tropical y subtropical) más grandes que cualquier otra ecozona, extendiéndose desde el sur de México, a través de Centroamérica y norte de Suramérica al sur de Brasil, abarcando la inmensa selva del Amazonas. Estas ecorregiones de la Selva húmeda son unas de las reservas más importantes de biodiversidad en la Tierra. En lo referente a lo regional, en la provincia de Pamplona (Norte de Santander) se encuentran comunidades vegetales de bosque altoandino y páramo, clasificadas como **ecosistemas estratégicos**, es decir, sistemas biológicos productores y reguladores del ciclo hidrológico siendo la fuente principal de agua para la cuenca binacional Colombo Venezolana. Este panorama nacional parecería excelente para realizar investigaciones biológicas de grandes proporciones por parte de biólogos, estudiantes en formación y personas interesadas en la conservación de los recursos naturales; sin embargo, la realidad en nuestro país es otra: la política estatal actual reduce la posibilidad de realizar estudios para el mejor entendimiento de nuestros ecosistemas aportando a las universidades de provincia un presupuesto mínimo para la investigación, esto se refleja en que el programa de Biología de la Universidad de Pamplona no cuente con una financiación para realizar salidas de campo extensas como es el caso de la Universidad Nacional en los llamados campos continental y marino, que le aportan al estudiante un espacio ideal para desarrollar su conocimiento en Ecología. Otro obstáculo importante es la situación de orden público la cual pone en peligro a aquellas personas que quieren acceder a estas regiones naturales, y entre otros problemas aún mayores, está la transformación de los pocos relictos de selvas vírgenes que aún persisten, en zonas de producción agrícola, ganadera, maderera o de monocultivos para el aprovechamiento intensivo de la biomasa vegetal con el fin de producir biodiesel. Los profesores de Ecología de la Universidad de Pamplona hemos tratado de solventar estas barreras y en lo posible hemos llevado por nuestra cuenta a los estudiantes a diferentes zonas de estudio o se realizan pequeñas prácticas dentro del campus universitario, pero definitivamente se ha visto que es insuficiente para crear un espacio académico propicio para la enseñanza de los principios de la Ecología y es más preocupante ya que nuestro programa de Biología se fundamenta en la biodiversidad.

Por lo anterior, es conveniente desde la asignatura plantear otras estrategias pedagógicas para que los estudiantes desarrollen su capacidad científica, perciban nuestra riqueza natural como un recurso que está en peligro y desde su vida académica actúen como agentes de cambio. Esto conlleva a que los docentes replanteemos las metodologías de enseñanza tradicional o conductista por un sistema de aprendizaje activo que permita que los estudiantes construyan la conceptualización propia del ámbito ecológico a través de la capacidad de observación, experimentación y predicción directamente en campo estudiando algunos atributos de un bosque andino.

Desde el año 2004, el grupo de recursos naturales de La universidad de Pamplona, del cual soy integrante, inició una serie de investigaciones con apoyo de Colciencias en la “Reserva Natural El Volcán” con el propósito de estudiar los principales procesos ecológicos de esta región. Esta experiencia investigativa me permitió reconocer la importancia de la caída de hojarasca como uno de los procesos ecológicos más relevantes en la dinámica y funcionamiento de los ecosistemas boscosos de alta montaña y considero que es pertinente que este conocimiento alcanzado en estos proyectos sea punto de apoyo para iniciar propuestas de aula que estén en contexto con los ecosistemas de nuestra región.

Esta propuesta pedagógica pretende:

- Hacer que el aprendizaje de la Ecología se realice de manera activa. Es decir, trabajar las preguntas biológicas directamente en la zona de estudio (para esta propuesta lo he denominado *laboratorio natural*).
- Utilizar un tópico central o “*eje problémico*” que para el caso es *la caída de hojarasca* alrededor del cual se muevan otros ejes conceptuales en la enseñanza de la Ecología.
- Transformar las preconcepciones de los estudiantes en los conceptos básicos de la Ecología utilizando el método de la indagación y la investigación en el aula alrededor de la caída de hojarasca.
- Desarrollar la capacidad científica de los estudiantes del curso de Ecología a través de la observación, comparación y contrastación de algunos procesos ecológicos.

## 2. Planteamiento del problema

### Desde la asignatura

- No existen metodologías adaptadas a la enseñanza de la Ecología que aproximen a los estudiantes al conocimiento *in situ*, es decir, que los estudiantes tengan la posibilidad de realizar la observación y estudio de un determinado ecosistema, en la asignatura se están desarrollando modelos de prácticas tradicionales en laboratorio, y hay pocas oportunidades de realizar trabajo de campo.
- La asignatura de Ecología trata de manejar los conceptos generales, pero muchas veces se trabaja con propuestas de contenidos muy largas que solo conducen a una acumulación difusa de información que generalmente limita la posibilidad para que el estudiante pueda hacer una introspección clara de estos contenidos; generalmente estos contenidos están completamente descontextualizados con respecto a las condiciones propias de los ecosistemas de la región.

### Desde el estudiante

- El estudiante de Biología viene abordando el estudio de las ciencias naturales desde una perspectiva reduccionista y se le dificulta la interrelación de los conocimientos para entender los fenómenos ecológicos de manera integral o compleja.

- Alto grado de desmotivación por el conocimiento de la Ecología debido a los insuficientes conocimientos en asignaturas previas: fisiología, sistemática, estadística.
- Las ideas previas que traen no tienen una adecuada fundamentación teórica y muchas veces están alejadas de la realidad científica.

#### Desde el docente

- El docente maneja estrategias tradicionales de tipo expositiva poco innovadoras y creativas que limitan la interacción con sus educandos y la discusión de los tópicos de manera profunda.
- Los métodos pedagógicos que se utilizan no han tenido muy en cuenta las ideas previas de los estudiantes y se da poco espacio para la discusión con el afán de abordar muchos temas.

### 3. Hipótesis de trabajo

- La caída de hojarasca, como eje central, me permitirá abordar la enseñanza de los diferentes tópicos de la asignatura de Ecología terrestre con los estudiantes de la carrera de Biología de la universidad de Pamplona.
- El trabajo pedagógico planteado permitirá que los estudiantes tengan mayor capacidad de argumentación en lo referente a los procesos biológicos relacionados con la caída de hojarasca
- La estrategia pedagógica propuesta permitirá que los estudiantes desarrollen mejores habilidades en los procesos de pensamiento en relación, análisis, inferencia y síntesis.

### 4. Objetivos

#### Objetivo general

Desarrollar los principios fundamentales de la Ecología a través del estudio de la caída de hojarasca como recurso pedagógico en cursos de pregrado de Biología de la Universidad de Pamplona

#### Objetivo específico

- Diseñar una estrategia pedagógica fundamentada en **la investigación en el aula y el aprendizaje por indagación** con base en la caída de hojarasca en un bosque andino en la cuenca del río Pamplonita (Norte de Santander-Colombia) para mejorar las habilidades cognitivas de relación, análisis, inferencia y síntesis.
- Utilizar las preconcepciones o ideas previas de los estudiantes para desarrollar y planificar las actividades de enseñanza.

## 5. Marco teórico

### 5.1 Caída de hojarasca

Esta propuesta pedagógica se centró en la caída de hojarasca, por lo cual es pertinente aclarar su definición. Para un observador natural de los bosques andinos en Colombia, le será normal la caída de hojas, frutos, semillas y otros componentes de la planta; percibirá que se establece un sustrato sobre el suelo húmedo que alcanza algunos centímetros de espesor, por el cual es muy agradable caminar, si es mucho más curioso podrá notar que bajo ese manto de hojas se están desarrollando procesos de descomposición vegetal que favorecen los ciclos alimenticios de muchos insectos y otros invertebrados. Gray y Schlesinger (1981), Spain (1984) enuncian que la caída de hojarasca, en los bosques, se asocia con la transferencia de energía y de nutrientes a partir de sus componentes biológicos hacia la superficie del suelo, y es el punto de inicio para el ciclado de nutrientes. La acumulación de materia orgánica, producida por la caída de hojarasca y su descomposición, es un factor importante tanto en la formación del suelo como en los procesos de ciclado de nutrientes (Van Wesemael 1993). Así, la producción de hojarasca afecta la nutrición de la comunidad vegetal, los patrones de crecimiento y la producción del bosque (Newbould 1967). Además, el estudio del contenido de nutrientes en la caída de hojarasca brinda pautas para determinar el estado funcional de la comunidad vegetal y puede ser usado para desarrollar mecanismos de manejo y conservación de la producción del bosque (Johansson 1995, Robert et al. 1996). La caída de hojarasca se relaciona con la productividad del bosque, su fenología y sus tasas de renovación de biomasa y de nutrientes (Williams & Tolome 1996). La producción de hojarasca puede estar determinada por la latitud, la altitud, la precipitación, la longitud de la estación de crecimiento, la densidad de la vegetación, el área basal y la composición de especies (Bray & Gorham 1964, Meentemeyer et al. 1982, Facelli & Pickett 1991, Veneklaas 1991, Kumar & Deepu 1992), ver figura 1.



Figura 1. Caída de hojarasca representada por hojas, fragmentos de tallos, ramas, flores, frutos, semillas y material particulado de difícil determinación (detritus).

## 5.2) Elemento del clima

El clima se puede definir como las condiciones predominantes en el espacio atmósfera superficie, las cuales están controladas por los factores radiativos (radiación solar y efecto invernadero), por la interacción de los componentes del sistema Tierra (atmósfera, litosfera, hidrosfera, biosfera y antroposfera) y por características ficogeográficas (latitud, altitud sobre el nivel del mar, orografía, continentalidad, exposición a corrientes marinas y los elementos de la circulación general de la atmósfera) del lugar o región específica. Estas condiciones predominantes se representan comúnmente con los valores medios de las variables meteorológicas, que al promediar se constituyen en variables climatológicas. Tanto las especies vegetales y animales, como el ser humano y la sociedad, se han adaptado a las condiciones climáticas predominantes en las diferentes regiones del planeta y sus fases de desarrollo están sincronizadas con la estacionalidad climatológica. Las labores agrícolas (prácticas culturales) se ajustan igualmente a las particularidades espacio-temporales del clima. Debido a ello, se han conformado patrones de distribución de la vegetación, de los cultivos y de las actividades agropecuarias. Pero el clima no es constante, presenta fluctuaciones de diversa escala conocidas como variabilidad climática (Pabón 2004).

En lo referente a la relación de la caída de hojarasca con las variables meteorológicas, el estudio realizado por Murcia (2010) en la misma región que se efectuó este trabajo, concluyó que en la medida en que avanza la sucesión vegetal, la dinámica de la caída de hojarasca tiende a ser menos dependiente de las fluctuaciones de las variables meteorológicas en especial con el recorrido del viento, la temperatura y la humedad relativa.

Mora (2004) menciona que en los trópicos, en general, pero particularmente en los páramos, los factores climáticos presentan comportamientos muy característicos. En primer lugar, se destaca la fuerte e intempestiva oscilación térmica diaria llamada también ciclo circadiano de variación térmica, en contraste con los cambios moderados de este factor a lo largo de los periodos anuales de lluvias (invierno) y sequías (verano). Por ello en los trópicos, la variación anual-estacional del clima esta marcada por la mayor o menor precipitación, mientras que el ciclo circadiano se caracteriza por la variación de la temperatura. A medida que aumenta la altitud, la variación circadiana de la temperatura es mayor.

12

---

## 5.3 Proceso de enseñanza-aprendizaje por el método de la indagación

Torres (2010) menciona que la indagación requiere de una metodología que parte del mundo material que nos rodea, mediante preguntas que hay que saber formular y resolver; para ello hay que entrar en la indagación científica, que nos lleva a la identificación de suposiciones, al empleo del razonamiento crítico y lógico y a la consideración de explicaciones alternativas. El objetivo prioritario de la enseñanza y del aprendizaje de las ciencias debe ser promover una actitud positiva en los estudiantes hacia la ciencia escolar, que mantenga la curiosidad y mejore la motivación con el fin de generar apego y vinculación hacia la educación científica, no sólo durante la época escolar, sino, también, a lo largo de toda la vida. Para ello es necesario llevar al estudiante a la indagación de los fenómenos, de los hechos y de las teorías, entre otros; que le permita realizar observaciones, hacer preguntas, revisar diferentes fuentes de información, contrastar con lo que ya sabe, analizar e interpretar datos, formular respuestas, dar explicaciones y llegar a conclusiones (Torres 2010) .

Jiménez (1998), enuncia que la *indagación* se define como actividades que implican a los estudiantes en:

- realizar observaciones
- plantear preguntas
- examinar libros y otras fuentes
- planificar investigaciones
- revisar lo que se sabe a la luz de la evidencia experimental
- recoger, analizar e interpretar datos
- proponer preguntas, explicaciones y predicciones
- comunicar resultados

Las actividades de indagación requieren, entre otras destrezas: identificar suposiciones, utilizar el pensamiento lógico y crítico y considerar explicaciones alternativas. La perspectiva de indagación no es nueva, sino que parte de propuestas realizadas por educadores como Dewey en los años treinta, y como Schwab en los sesenta, para la enseñanza de las ciencias (concretamente la Biología).

La indagación se concibe en tres niveles, o con tres significados haciendo relevante la lógica de las ciencias es decir, la forma de razonar (Connelly 1972, Connelly et al. 1977):

- 1) Indagación como los procesos lógicos que se usan en el desarrollo y verificación del conocimiento.
- 2) Indagación como una forma (o modo) de aprendizaje.
- 3) Indagación como una metodología de instrucción.

Los dos últimos significados son los de mayor relevancia para el trabajo en el aula. La indagación como modo de aprendizaje parte de una idea del estudiante como alguien que resuelve problemas, es decir, que formula hipótesis, construye aparatos o recoge datos, pero pretenden ir más allá, planteando la cuestión de cómo los estudiantes indagan, exploran las pautas de razonamiento científico (Jiménez 1998).

Connelly (1972), indica que el énfasis en estas pautas permite desarrollar la autonomía (el autor utiliza la palabra *libertad*) de los estudiantes respecto al conocimiento científico, en cuanto desarrolla la capacidad intelectual de informarse por sí mismos. En términos más empleados en los años noventa, podríamos hablar del pensamiento crítico, de la capacidad de emitir opiniones informadas sobre cuestiones científicas y tecnológicas. La indagación como método de instrucción, se puede desarrollar a partir de preguntas (problemas) planteados por el docente y una vez que los estudiantes responden, proponen una solución, elaboran un producto, son desafiados para que defiendan sus posturas; en otras palabras, tienen que discutir a partir de los datos. El papel del docente no es calificar las soluciones como «buenas» o «malas», sino solicitar aclaraciones, pedir rigor en la argumentación, promover la distinción entre lo que son meras opiniones y lo que son conclusiones a partir de datos, pruebas (o a partir de textos con autoridad científica, de datos de fuentes secundarias). Según los autores, en esta perspectiva de enseñanza, la profesora o profesor tiene menos autoridad sobre el *qué* y más sobre los criterios de argumentación y discusión empleados (Jiménez 1998).

Soriano et al, (2006) mencionan que en el *método de indagación guiada*, basado en principios constructivistas, el profesor transfiere la mayor parte de la responsabilidad de aprender, desde sí mismo hacia el estudiante, al quitar el énfasis de los cursos expositivos. Una estrategia tal aparece

como más efectiva que el estilo expositivo, ya que el estudiante toma el dominio de su proceso de aprendizaje y desarrolla habilidades que habrá de practicar de por vida. En el método de indagación guiada se trabaja en grupos, en clase. El trabajo grupal sistemático resulta esencial por los siguientes motivos:

- a) La necesidad de explicar conceptos a otros compañeros del grupo, no sólo ayuda a que ellos comprendan sino que amplía también la comprensión de quien explica. Ocurre a menudo que quien acaba de aprender un concepto resulta un comunicador mejor que alguien muy familiarizado con ese concepto.
- b) Aprender a formular una pregunta de manera clara y concisa es una habilidad importante en la vida y esto se mejora con la práctica. Si no se recibe la respuesta clarificadora esperada, quizás la pregunta fuera mal planteada. La práctica grupal mejora la habilidad de comunicar la comprensión.
- c) Los equipos de trabajo se han vuelto esenciales para identificar, definir y resolver problemas en la sociedad actual. Aquí se aprende a ser miembros activos y productivos en un grupo. Las actividades que se desarrollan en este método, antes que enfatizar la memorización de conclusiones importantes, hacen hincapié en el análisis en común de los problemas y en el razonamiento científico. Esto permite a los alumnos aprender a inferir conclusiones propias y válidas para cuando se enfrenten con situaciones novedosas. En cualquier campo, el pensamiento lógico y la comunicación efectiva son tan importantes como el conocimiento de contenidos.

Las actividades se caracterizan por presentar primero al estudiante cierta información en forma de ecuaciones, tablas, figuras o texto, seguida de una serie de preguntas de pensamiento crítico (PPC). Éstas conducen al estudiante al desarrollo de un concepto o idea particular. Siempre que sea posible, se presentan datos antes que la explicación teórica y las PPC guían al estudiante a través de un proceso de reflexión que resulta en la construcción de un modelo teórico particular. Como ya se adelantó, se trata de imitar el proceso científico. Se les pide a los estudiantes efectuar predicciones con base en el modelo desarrollado hasta ese momento y entonces se les ofrecen datos o información adicionales a fines de contrastar con sus predicciones. De esta manera, los modelos pueden ser confirmados, refinados o refutados usando el paradigma del método científico. También puede exponerse una situación conflictiva a los alumnos, que despierte en ellos el interés por develar la situación presentada. Vemos entonces que, la estrategia de promover un aprendizaje interactivo y en colaboración, permite desarrollar en el estudiante una mejor capacidad de comunicación, un pensamiento crítico y más creativo, valores y habilidades sociales y personales, y un aprendizaje más independiente (Soriano et al. 2006).

#### **5.4 Preconcepciones o preconceptos**

Las preconcepciones se refieren al conjunto de ideas que poseen los seres humanos para la interpretación de los fenómenos naturales, y que las mismas están en contradicción con lo establecido en las teorías, principios y leyes del conocimiento científico o paradigmas predominantes en el medio académico (Velasco & Garritz 2003 citado por Mahmud & Gutiérrez 2008). Son el fruto de la percepción y estructuración cognitiva basadas en experiencias cotidianas tanto físicas como sociales que dan como resultado un conocimiento empírico de la ciencia (Moreira & Greca, 2003 citado por Mahmud & Gutiérrez 2008). Estas concepciones alternas juegan un papel muy importante en el aprendizaje porque los estudiantes conscientes o

inconscientemente construyen sus propias ideas para entender los fenómenos naturales que ocurren en el mundo cotidiano. Ellos creen que muchas de sus explicaciones son correctas porque éstas tienen sentido en términos de su entendimiento del comportamiento del mundo físico que lo rodea. Por lo tanto, ante una nueva información que contradice sus propias concepciones, puede ser que la acepte, ignore, rechace o reinterprete, todo en función de sus creencias actuales (Mahmud & Gutiérrez 2008).

### **5.5 Importancia del trabajo de campo para estudiantes del programa de Biología**

Con respecto a las prácticas de campo Del Carmen (2000 citado por Amórtegui et al, 2009) plantea, que éstas al igual que los laboratorios se enmarcan en la categoría de trabajos prácticos, que son actividades de enseñanza de las ciencias en las que los alumnos han de utilizar determinados procedimientos para resolverlas. De esta manera implican el desarrollo de habilidades en el uso de procedimientos científicos, motivan al estudiante, ayudan a la comprensión de los planteamientos teóricos y promueven actitudes relacionadas con el Conocimiento Científico. De acuerdo a Brusi (1992 citado por Amórtegui et al, 2009), el papel didáctico del trabajo en campo es que favorece la inmersión en el entorno, el conocimiento del medio local, proporciona vivencias que sirven como referente para captar los cambios temporales y los ritmos en la sucesión de los fenómenos, potencia una actitud de curiosidad y ayuda a concienciar la problemática natural y social del entorno, en donde se pueden aprender ciertos procedimientos y actitudes.

Por otra parte Alarcón y Piñeros (1989 citado por Amórtegui et al, 2009), plantean que las salidas de campo son un recurso pedagógico que proporciona una interacción con la naturaleza en forma directa, fundamenta los conocimientos, ayuda al desarrollo del individuo como persona y le permite la apropiación de los temas, enriqueciendo e interpretando las asignaturas. En cuanto a la producción del conocimiento biológico, Abrams y Wandersee proponen una secuencia del cambio en las ideas de la forma como se produce el conocimiento biológico: inicialmente con la observación directa del mundo viviente, luego a través de cómo el sujeto percibe e interactúa con el mundo viviente, luego la interacción del sujeto con el mundo viviente influenciado por las cultura, el aprendizaje y la sociedad como fuentes de información (Valbuena 2007 citado por Amórtegui et al, 2009). De esta manera se puede evidenciar que las prácticas de campo de acuerdo a sus fines y objetivos pueden propender por la producción del conocimiento biológico. Finalmente en la enseñanza por investigación, el trabajo práctico deberá desencadenar la vivencia de la verdadera racionalidad que opera entre la instancia lógica y la instancia empírica; partiendo de la vida cotidiana del alumnado. Es por eso que el objetivo aquí es construir conceptos, competencias y valores, en donde el docente asume el papel de problematizador de saberes y organizador de procesos de aprendizaje, cuyo papel de alumnado es activo en la investigación crítica que finalmente es evaluado integralmente en conceptos, capacidades y actitudes (Baldaia, 2006 citado por Amórtegui et al, 2009).

## 6. Planteamiento general para el desarrollo de la propuesta pedagógica

Se pretende que esta propuesta pedagógica sea un modelo para el desarrollo de los contenidos fundamentales del curso de Ecología a través del estudio de la caída de hojarasca como *eje problémico* (ver figura 2). Para lo cual se hizo imprescindible plantear una prueba piloto que permitiera determinar los alcances, beneficios y debilidades del modelo. Por tal razón, se diseñó y ejecutó un primer módulo didáctico denominado ¿Las variables meteorológicas afectan la caída de hojarasca? para tratar los contenidos referentes al clima, que es el primer contenido del curso.

La prueba piloto se fundamenta en **los preconceptos, la investigación en el aula y el aprendizaje por indagación**, la cual se aplicó durante 4 semanas en el primer semestre de 2011 en el aula y en trabajo de campo. Los resultados de esta prueba piloto permitirán desarrollar los módulos didácticos necesarios para abarcar los demás contenidos.

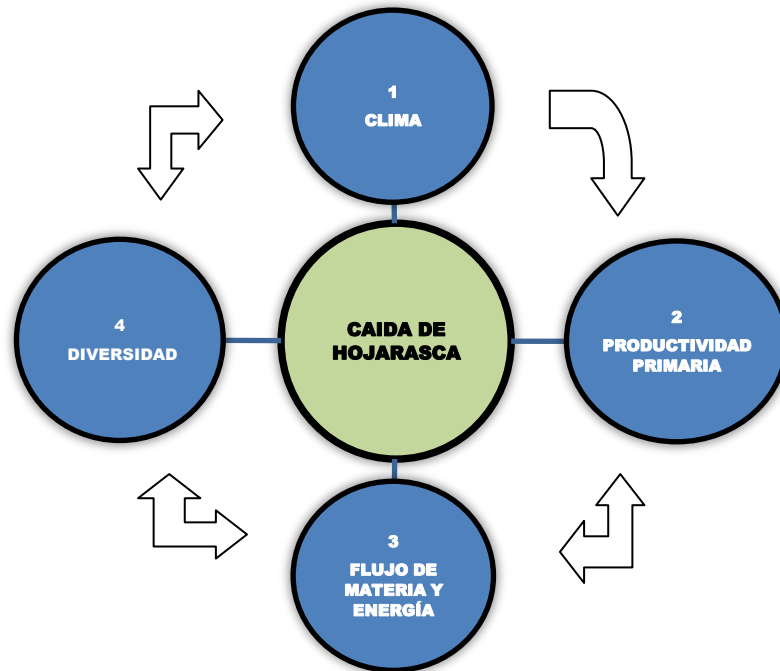


Figura 2. Esquema general de las relaciones que se pueden establecer entre el proceso ecológico de la caída de hojarasca y los contenidos básicos del curso de ecología general.

## 7. Prueba piloto: ¿Los factores climáticos afectan la caída de hojarasca?

### 7.1. Introducción

La pretensión más importante del curso de Ecología terrestre en la Universidad de Pamplona, desde la perspectiva conceptual, es establecer las relaciones entre los componentes bióticos de los ecosistemas y los factores abióticos que los pueden regular. Este propósito se puede alcanzar a través de una didáctica activa dirigida especialmente al trabajo de campo que le permita al estudiante desarrollar sus habilidades científicas por medio del análisis de uno de los procesos ecológicos más importantes que exhiben los ecosistemas de bosque andino y altoandino como es la dinámica de la caída de hojarasca y su relación con las fluctuaciones de las variables meteorológicas ( figura 2), desde el cual se puede transcender al entendimiento conceptual de clima.

La Ecología es una ciencia (Margalef 1995) y por lo tanto los temas se deben abordar en el aula desde una perspectiva científica es decir que se trascienda de las preconcepciones a la construcción o perfeccionamiento de los conceptos ecológicos que permitan la formulación de preguntas biológicas de manera holística y no reduccionista. Bermúdez & Lía (2008) citado por Sánchez & Pontes 2010, sostienen que esta ciencia debe actuar como vigilante epistemológico de la mayoría de los contenidos que se trabajan en el área ambiental para no caer en un reduccionismo conceptual y curricular basado en la mera discusión que entablan el profesor y los alumnos sólo desde sus referentes cotidianos. Es por ello, que esta propuesta didáctica proporciona a los estudiantes la posibilidad de aplicar el método científico a través de un acercamiento ecosistémico directo con su objeto de estudio: dos fases sucesionales de bosque andino en el Filo de Borrero (figura 3).

17

---

### 7.2 Propuesta pedagógica dirigida a:

Estudiantes de séptimo semestre del curso de Ecología terrestre de la carrera de Biología de la universidad de Pamplona.

### 7.3 Área natural para apoyar la propuesta

Como apoyo a esta propuesta pedagógica se escogió un área de franja andina denominada filo de Borrero localizada entre 2510 – 2600 m de altitud, con coordenadas geográficas N 7° 23' 18.45", W 72° 38' 44.51" (figura 3), con dos zonas de vegetación contrastantes, una de ellas fue quemada en agosto 22 de 2009 y para la fecha representa una comunidad herbazal de *Pteridium aquilinum* y *Pentacalia ledifolia* (figura 3b), la otra zona corresponde a una comunidad arbustiva (figura 3a). El área se escogió por su fácil acceso, ya que se encuentra dentro de los predios de la Universidad de Pamplona. Desde el punto de vista didáctico, la quema proporciona un evento ideal para entender los inicios de la sucesión ecológica, permite las mediciones en el tiempo de la productividad primaria neta y se puede percibir la evolución en el proceso de la caída de hojarasca. El contraste entre las dos zonas permite que el estudiante establezca comparaciones en el microclima y observe los cambios estructurales y florísticos de la vegetación en el tiempo.



(a)



(b)

Figura 3. Panorámica de la zona de estudio en el Filo de Borrero, municipio de Pamplona-Norte de Santander: (a) bosque andino en proceso sucesional incipiente. Comunidad arbustiva. (b) Comunidad Herbazal de *Pteridium aquilinum* y *Pentacalia ledifolia*, zona que fue quemada en agosto de 2009

#### 7.4 Propósito y objetivos de aprendizaje.

El propósito de esta prueba piloto, aplicando el método de la enseñanza por indagación y la investigación en el aula, fue acercar sucesivamente a los estudiantes al entendimiento del comportamiento altamente variable de los elementos del clima propios del bosque andino, realizando observaciones, comparaciones y relaciones en dos zonas una con vegetación arbustiva y la otra con vegetación herbácea alrededor de la caída de hojarasca como eje temático. Los elementos del clima considerados fueron: la temperatura del aire, humedad relativa, velocidad del viento, luminosidad y albedo. Al final de este ejercicio se esperaba que los estudiantes logaran diferenciar claramente entre tiempo atmosférico, ciclo circadiano, ciclo anual, y clima, ya que en cursos anteriores se habían evidenciado grandes dificultades para distinguir claramente las escalas (microclima, mesoclima y macroclima) y los tiempos en que operan dichos elementos.

Se plantearon los siguientes objetivos de aprendizaje:

- Comprender el comportamiento de algunas variables meteorológicas en dos zonas de bosque andino con vegetación contrastante: una comunidad herbácea desarrollada después de una quema y una arbustiva en el Filo de Borrero (Pamplona).
- Establecer el efecto de la vegetación sobre las oscilaciones de las variables meteorológicas en dos periodos de tiempo diferentes (II semestre de 2010 y I semestre de 2011).
- Propiciar en el estudiante el desarrollo de algunas habilidades científicas como:
  - Observar los fenómenos meteorológicos que se manifiestan en un determinado tiempo
  - Medir las variables meteorológicas
  - Organizar los datos en tablas
  - Comparar, correlacionar y modelar los datos de manera estadística
  - Interpretar los resultados para establecer si existen relaciones entre el desarrollo de la vegetación y el comportamiento de las variables meteorológicas.
  - Sintetizar los resultados en un informe y un ensayo
  - Argumentar sus resultados ante sus compañeros en una mesa redonda o debate.

#### 7.5 Metodología

Esta prueba piloto o módulo didáctico se realizó en cuatro semanas académicas, cinco horas a la semana (dos horas en trabajo en aula y 3 horas de trabajo de campo) durante el primer semestre de 2011, con las siguientes actividades:

##### 1. Identificación de preconceptos

Para organizar y planificar la enseñanza de los contenidos y además para detectar el grado de conceptualización con que llegaban los estudiantes y los avances alcanzados al finalizar la misma, se elaboraron y aplicaron a los estudiantes cuestionarios para establecer los **preconceptos o ideas previas** al iniciar y al finalizar la propuesta. Se inició el trabajo en el aula de clase con la aplicación de un cuestionario para identificar cuatro preconceptos y así determinar el grado de entendimiento que los estudiantes tenían sobre: caída de hojarasca, proceso ecológico, clima, variable meteorológica (tablas 2, 3, 4 y 5). Las preguntas se plantearon con respuesta abierta porque permiten generar y aplicar

soluciones y puntos de vista, a partir de niveles mínimos de incitación o instrucciones, tal como sucede en la mayoría de las tareas de la vida real; por lo tanto son útiles en aquellas situaciones en las que es necesario plantear o aplicar soluciones efectivas (ICFES, 2011). A continuación se presenta el cuestionario aplicado y las razones de formulación de la pregunta:

| PREGUNTA   | RAZÓN PEDAGÓGICA Y DISCIPLINAR PARA LA FORMULACIÓN   |
|--|--|
| <b>¿Qué entiende usted por caída de hojarasca?</b>     | El propósito de plantear este interrogante fue el de establecer si el estudiante, al ingresar al curso de Ecología terrestre, exhibía algún tipo de noción acerca de la importancia que tiene el proceso ecológico de la caída de hojarasca en los ecosistemas de bosque andino y altoandino que rodean la ciudad de Pamplona y hacen parte de la cuenca del río Pamplonita. Este proceso representa más del 90% del flujo de materia y energía entre el dosel y el suelo configurando una gruesa capa de mantillo que actúa como fuente de energía propia (materia orgánica) y reservorio de nutrientes dando así origen a la vía detritívora propia de los biomas neotropicales de alta montaña de Colombia. |
| <b>¿Qué entiende usted por proceso ecológico?</b>      | Sí la caída de hojarasca es uno de los procesos ecológicos más importantes de los bosques andinos, entonces se hace necesario explorar la concepción filosófica previa que tienen los alumnos con respecto al concepto de proceso (cambio), con el fin de detectar el grado de abstracción o nivel de complejidad que se requiere para abordar y entender del devenir de los ecosistemas.  |
| <b>¿Qué entiende usted por clima?</b>                  | Con esta pregunta se pretendió examinar si los estudiantes concebían el clima como fenómeno atmosférico, variable y determinante de los orobiomas colombianos.   |
| <b>¿Qué entiende usted por variable meteorológica?</b> | La intención fundamental con la definición de meteoro, fue la de intentar que los alumnos contrastaran la alta variabilidad (oscilaciones) circadiana de los elementos del clima con la notable regularidad y periodicidad (estacionalidad) de las variables meteorológicas a lo largo del año en el trópico.  |

2. **Preguntas de indagación**

Uno de los objetivos de este trabajo iba dirigido a desarrollar en el estudiante un pensamiento crítico - científico por lo cual fue importante detectar al inicio del módulo el nivel argumentativo e interpretativo de los fenómenos a estudiar. Por lo tanto la segunda herramienta utilizada fue la aplicación de un cuestionario con cuatro **preguntas de indagación con respuesta abierta**, antes de conocer las dos zonas contrastantes e iniciar el trabajo de campo. Las respuestas se dieron por escrito de manera individual y grupal y le dieron la oportunidad a los estudiantes de realizar predicciones en lo referente al comportamiento de las variables meteorológicas en las dos zonas en que se realizaría el trabajo de campo (tablas 6, 7, 8, 9 y 10). Estas preguntas de indagación fueron el eje conductor para realizar las discusiones temáticas que fomentaron la argumentación verbal de los estudiantes y el entendimiento del tema y se presentan a continuación explicando el porqué de su formulación.

| PREGUNTA  | RAZÓN PEDAGOGICA Y DISCIPLINAR PARA LA FORMULACIÓN  |
|---|---|
| <p><b>¿Qué es la caída de hojarasca y cuál es la función (si la tiene) en un ecosistema de bosque andino, como el que hoy está observando?</b></p>  | <p>El propósito de plantearse este interrogante problemático, justo antes de llegar a la zona de estudio, consistió en que los estudiantes intentasen definir, percibir e inferir tanto la manifestación como la función del fenómeno ecológico de la caída de hojarasca expresada como la capa de hojas muertas y otros residuos vegetales que cubren el suelo de las distintas comunidades vegetales que se desarrollan en el Filo de Borrero.</p>  |
| <p><b>Después de plantear la pregunta de indagación anterior, se les formuló el siguiente interrogante deductivo: ¿Sí las especies arbustivas y subarbóreas fueron quemadas completamente en agosto 29 de 2009, es posible encontrar hojarasca en este momento (febrero de 2011)?</b></p> | <p>La razón de este planteamiento deductivo consistió en detectar si los estudiantes estaban en capacidad de predecir el estado de desarrollo vegetal y por consiguiente inferir la existencia de un manto relativamente incipiente y disperso de hojarasca (mantillo) sobre la superficie del suelo después de año y medio de regeneración natural. La fase sucesional que se está desarrollando corresponde a una comunidad herbazal de <i>Pteridium aquilinum</i> y <i>Pentacalia ledifolia</i>.</p> |
| <p><b>¿Qué variables meteorológicas, considera usted que influyen en la dinámica de la caída de hojarasca?</b></p>  | <p>La intención de incluir la idea de variable meteorológica y la de dinámica o comportamiento de la caída de hojarasca, fue la de establecer sí los estudiantes podían desarrollar relaciones de asociación verbales o cuantitativas (correlaciones) entre las oscilaciones de los factores abióticos (meteoros) y las fluctuaciones de la caída de hojarasca que se dan en ambientes de alta montaña.</p>   |
| <p><b>¿Cómo mediría estas variables meteorológicas?</b></p>   | <p>La finalidad de plantear este interrogante fue la de saber sí los estudiantes de Ecología han tenido la oportunidad</p>  |

|  |  |
|--|--|
|  | de conocer o manejar los diferentes equipos tradicionales (estación climatológica) o instrumentos digitales (Mini Environmental Meter) que tiene la Universidad de Pamplona para la realización de prácticas meteorológicas. |
|--|--|

### 3. Trabajo de campo

Para incentivar el sentido de la observación y el desarrollo de la actividad científica se empezó el trabajo de campo con la siguiente secuencia:

- Primero se hizo un análisis exploratorio de las dos zonas contrastantes (figura 3), reconociendo los tipos de vegetación y las especies dominantes, el porcentaje del suelo cubierto por vegetación, cantidad de hojarasca presente. Alrededor de esta actividad se siguen las preguntas de indagación iniciales y otras propuestas por los estudiantes.
- Se realizó un análisis de la nubosidad, la cual se midió en cuartos y de la dirección de viento que se determinó por medio del movimiento de un cabello y del humo de una chimenea cercana, teniendo en cuenta los puntos cardinales.
- Posteriormente las estudiantes se organizaron en dos grupos llamados (tribu hojarasca y el grupo 1). Un grupo se localizó en la zona de quema y el otro en la comunidad arbustiva y cada uno con un termómetro de mercurio y un medidor microambiental (Mini Environmental Meter) que permite mediciones de velocidad del viento, luminosidad, temperatura, humedad relativa procedieron a registrar las variables meteorológicas durante 1 hora cada 10 minutos con intervalos de tiempo cada 5 segundos (usando el mecanismo de conteo de basquetbol, cada mil corre un segundo: 1001, 1002, 1003, 1004, 1005) (figura 4). Se indica que se debe hacer simultáneamente en las dos zonas y se deben rotar el equipo para que todos tengan la oportunidad de manejarlo.
- La información se tabuló en tablas con el siguiente modelo:

| Zona               | Tiempo | T°C | Humedad Relativa % | Velocidad del Viento | Luz Incidente. | Luz Reflejada | Albedo |
|--------------------|--------|-----|--------------------|----------------------|----------------|---------------|--------|
| Zona 1 (quema)     |        |     |                    |                      |                |               |        |
| Zona 2 (arbustiva) |        |     |                    |                      |                |               |        |

- Para complementar esta actividad se realizó una salida de campo a la Reserva natural El Vólcan, un día sábado, y se repitió el procedimiento anterior, además se aprovechó para que los estudiantes del curso conversaran sobre la caída de hojarasca con dos tesisistas que están estudiando la dinámica de la producción de hojarasca fina y observaron la metodología utilizada para tal estudio (figura 4).

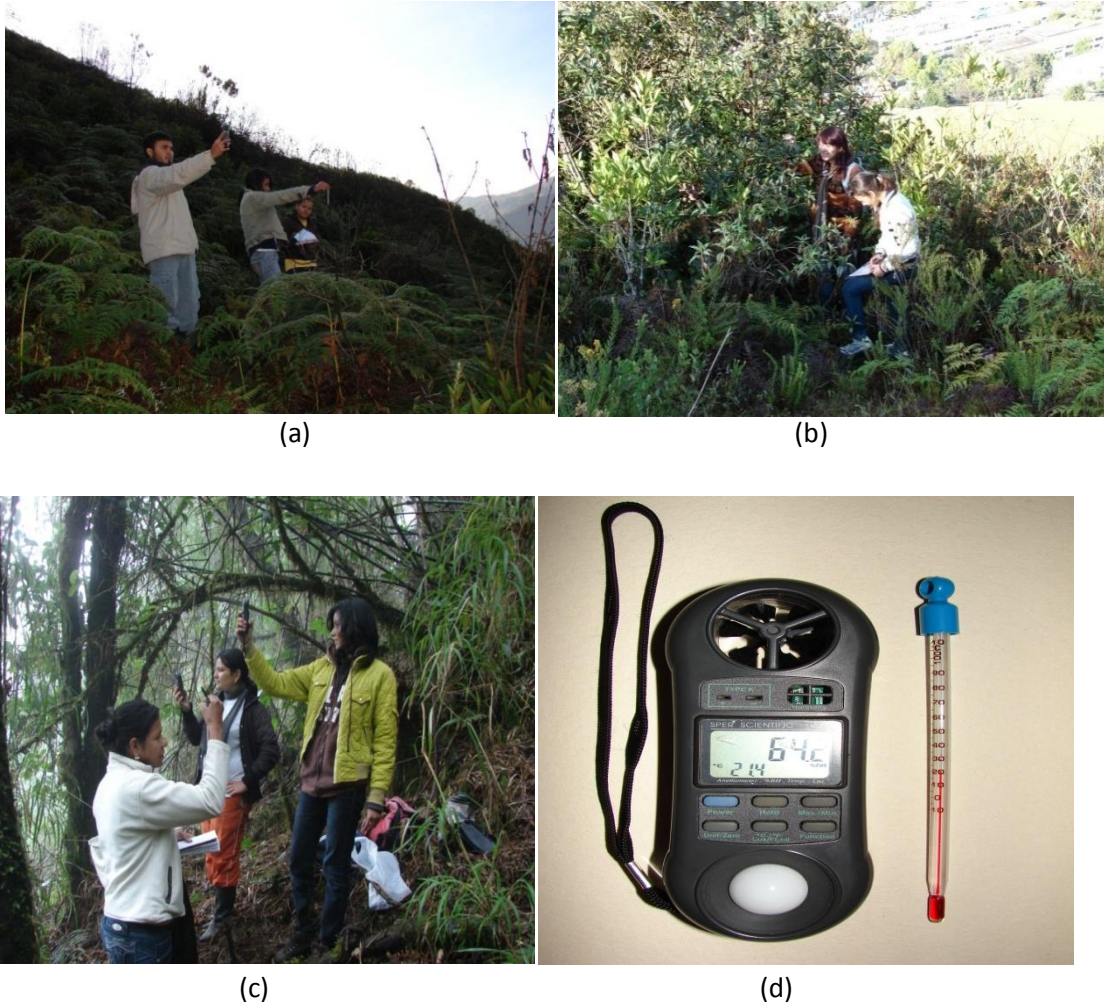


Figura 4. Registro de las variables meteorológicas en el Filo de Borrero en los dos sitios con vegetación contrastante: (a) Herbazal de *Pteridium aquilinum* y *Pentacalia ledifolia* (b) Arbustal de *Miconia amblyandra*, *Myrsine coriacea* y *Palicourea* sp. (c) Bosque altoandino, Reserva Natural EL Volcán (Pamplona- Norte de Santander) (d) Equipo utilizado para el registro de las variables meteorológicas un medidor microambiental (Mini Enviromental Meter) y un termómetro de mercurio

#### 4. **Búsqueda de información referente al tema**

Los estudiantes en horas fuera de clase realizaron búsqueda bibliográfica para aclarar las preguntas de indagación y proponer unos nuevos interrogantes en las sesiones siguientes (anexo 1.1 y tabla 13).

#### 5. **Conceptualización alrededor de las preguntas de indagación**

En las sesiones de clase se inició una aproximación para el entendimiento de las nociones de tiempo atmosférico, ciclo circadiano, ciclo anual y clima, abordando las preguntas de indagación. Los estudiantes argumentaban sus supuestos y la docente aclaraba y profundizaba lo necesario, además se propició el debate entre los estudiantes para tratar de construir entre todos la conceptualización del tema.

**6. Manejo estadístico de los datos**

Para el manejo de la información meteorológica recolectada en campo, se propuso el manejo del programa estadístico SPSS versión 19 (2011), ya que es un programa que trabaja bajo windows, tiene tutoriales en español y no es necesario programar por lo cual es una herramienta eficiente y fácil de manejar en cursos de pregrado. Los estudiantes elaboraron la matriz de datos, corrieron las siguientes pruebas estadísticas: análisis de correlación, de varianza y regresión simple, para establecer el grado de asociación entre las variables meteorológicas, detectar si hay diferencias en las medias y determinar si las razones de cambio entre la temperatura y la humedad relativa se veían afectadas por la vegetación; además, construyeron las gráficas respectivas. Los resultados de este trabajo académico se presentó en los informes grupales que se trataron de trabajar siguiendo el modelo de un artículo científico (anexo 2.1, 2.2 y 2.3).

**7. Síntesis de resultados**

Los estudiantes inician la etapa de síntesis de los resultados en forma de ensayo individual (Anexos 1.1, a 1.5) y la elaboración de un informe en grupo tratando de seguir el protocolo para la escritura de un artículo científico. (Anexos 2.1 a 2.3).

**8. Retroalimentación de resultados**

La docente revisa la información entregada por los estudiantes y propone una retroalimentación para mejorar el trabajo y profundizar en los conceptos que se perciben no han quedado bien comprendidos por parte de los estudiantes. Por lo cual se reinterpreta el manejo de los datos estadísticos con el programa SPSS y con el propósito de establecer el efecto del desarrollo de la vegetación sobre la variabilidad de los elementos del microclima, en cada una de las zonas de estudio, se calculan las razones de cambio de la temperatura del aire y la humedad relativa (Anexo 3) .

**9. Socialización de los resultados alrededor de las preguntas de indagación**

Los estudiantes presentan al grupo sus resultados y argumentan con búsquedas bibliográficas. Se realiza un debate alrededor de las preguntas de indagación para concluir en los avances conceptuales logrados con la propuesta.

**10. Aplicación del cuestionario de preconceptos**

Al finalizar la propuesta didáctica se volvieron a aplicar las cuatro preguntas del cuestionario inicial, para establecer si la metodología desarrollada a lo largo de las cuatro semanas de trabajo fue la más oportuna y efectiva para que los estudiantes superaran las deficiencias conceptuales detectadas en la primera semana.

**11. Fase de evaluación**

A los resultados obtenidos se les realizó inicialmente un análisis cualitativo que permitió determinar:

- Las transformaciones en los preconceptos o ideas previas a través del análisis de los cuestionarios al inicio y al final del módulo.
- El desarrollo de pensamiento científico a través de la evaluación de dos documentos escritos propuestos: un ensayo y un informe final presentado a manera de artículo científico.
- El desarrollo de la capacidad argumentativa e interpretativa a través de mesa redonda o debate alrededor de las preguntas de indagación propuestas.

Posteriormente se hizo un análisis cuantitativo para la evaluación de los cuestionarios de preconcepciones individual y grupal, preguntas de indagación, ensayo individual e informe grupal, aplicando el modelo propuesto por el ICFES en las pruebas saber pro para el año 2011 (ICFES, 2011) dado que es un modelo aplicable a población universitaria y para este trabajo muestra alta confiabilidad. El modelo establece 3 niveles de desempeño en la dimensión de la comunicación escrita con sus respectivos descriptores, (véase tabla 1).

Tabla 1. Descriptores para cada nivel en la dimensión de la comunicación escrita (ICFES 2011).

| <b>COMUNICACIÓN ESCRITA</b><br>(Organización y pensamiento en el uso del lenguaje y en la expresión)   |
|--|
| <b>NIVEL 1</b>   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Tiene una comprensión básica o incompleta de aspectos e ideas principales.</li> <li>▪ Organiza y desarrolla material en forma básica o incompleta según los requisitos de la tarea.</li> <li>▪ Usa el lenguaje de manera simplista o con calidad desigual; maneja un vocabulario limitado; y hace un uso inadecuado de las normas sintácticas y lingüísticas.</li> </ul>                        |
| <b>NIVEL 2</b>   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Comprende y analiza de manera efectiva aspectos e ideas principales.</li> <li>▪ Organiza y desarrolla material por lo general de manera consistente y coherente según los requisitos de la tarea.</li> <li>▪ Usa el lenguaje de manera clara y consistente; emplea un vocabulario adecuado a los requisitos de la tarea; maneja adecuadamente las normas sintácticas y lingüísticas.</li> </ul> |
| <b>NIVEL 3</b>   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Comprende y analiza a nivel crítico y profundo todos los aspectos e ideas relevantes.</li> <li>▪ Organiza, estructura y desarrolla material de manera efectiva y coherente según los requisitos de la tarea.</li> <li>▪ Usa el lenguaje de forma precisa y fluida; emplea un vocabulario extenso de manera apropiada; maneja claramente normas sintácticas y lingüísticas</li> </ul>            |

## 7.6 Resultados y análisis

Se realizó un análisis cualitativo y cuantitativo siguiendo los descriptores propuestos por el ICFES expuestos en la tabla 1. Además se realizó un análisis estadístico a partir de los niveles obtenidos.

### 7.6.1 Análisis de los cuestionarios de preconceptos

El cuestionario de preconceptos se aplicó al inicio y al final de la propuesta didáctica. A continuación se presenta la relación de las respuestas al cuestionario de preconceptos, una reflexión por parte de la docente, y el nivel de desempeño alcanzado.

Tabla 2. Respuestas a la primera pregunta de preconceptos con las observaciones de la docente y el nivel alcanzado.

| <b>1. PREGUNTA: ¿Qué entiende usted por Caída de hojarasca?</b> |  |  |   |                        |
|---|--|--|---|------------------------|
| <b>Nombre estudiante</b>  | <b>RESPUESTAS AL INICIO DE LA PROPUESTA DIDÁCTICA</b>  | <b>RESPUESTAS AL FINALIZAR LA PROPUESTA DIDACTICA</b>  | <b>OBSERVACIONES DIDACTICAS DE LA DOCENTE</b>   | <b>NIVEL ALCANZADO</b> |
| Sandra Álvarez  | Proceso biológico en el cual las plantas desprenden sus hojas, como paso al ciclo normal de crecimiento de dichas plantas y como respuesta a cambios en su entorno.              | Es un proceso ecológico por el cual hay un flujo de nutrientes, por la descomposición de las hojas que han caído, dicho proceso se puede describir como un ciclo donde primero caen las hojas, (ese primer paso puede verse afectado por la velocidad del viento), las hojas al estar en el suelo pasan a ser parte del mantillo, el cual está en continuo proceso de descomposición para la liberación de nutrientes, los cuales serán tomados nuevamente por la planta y otros organismos. | <b>La argumentación final concibe la caída de hojarasca en el ámbito ecológico como un flujo de materia y lo relaciona con la descomposición como fenómeno liberador de nutrientes, acercándose a entender mejor el concepto de ciclado de nutrientes. Esto indica que la estudiante está desarrollando de mejor manera relaciones conceptuales integradoras.</b> | <b>2</b>               |
| Elianny Pacheco   | Proceso o ciclo en el que partes de la planta, (tallo, hojas, flores etc.)Cumplen su tiempo haciendo parte de esta y pasan a hacer parte de los elementos fundamentales para que | Proceso ecológico mediante el cual los nutrientes retenidos en la parte aérea de la planta retornan al medio edáfico, de esta manera la energía captada, absorbida, distribuida y procesada por la planta mediante un proceso de retroalimentación vuelve directamente al suelo e indirectamente a la comunidad vegetal. La caída de   | <b>Con la ultima argumentación se observa que la estudiante ha trascendido sustancialmente la concepción epistemológica de la caída de hojarasca, ya que la plantea como un proceso ecosistémico regulador del crecimiento y desarrollo vegetal. Además argumenta relaciones entre la caída de hojarasca los</b>  | <b>3</b>               |

|                         |  |   |  |                 |
|-------------------------|--|---|--|-----------------|
|                         | <p>otros organismos incluso las propias plantas lleven a cabo procesos ecológicos, éstos proceso se dan a nivel del suelo.</p>   | <p>hojarasca se convierte así en un fenómeno ecológico mediante el cual se da un equilibrio al ecosistema, y es fuente primaria de los requerimientos básicos para el establecimiento de las plantas y para su desarrollo; por otra parte la hojarasca regula la temperatura, la radiación lumínica, la precipitación, factores que se ven cambiados en el suelo constituyendo así un microclima que va a llevar condiciones desfavorables; la CH también constituye un regulador de crecimiento de plántulas en un aumento de la caída de hojarasca, puesto que evita que ciertas condiciones específicas para dicha planta no se den. Es importante señalar que existe relación entre la CH y factores extrínsecos e intrínsecos de la planta, extrínsecos como la velocidad del viento e intrínsecos como la especie vegetal, la fisiología.</p> | <p><b>factores meteorológicos.</b></p>   |                 |
| <p>Diana Carrillo</p>   | <p>Es un proceso ecológico en el cual las plantas al momento que mueren sus hojas caen al mantillo del ecosistema y esta como materia orgánica se integra al ciclo de nutrientes del medio natural para servirles de fuente de nutrientes a los diferentes organismos que se encuentran hay.</p> | <p>Es un proceso ecológico en el cual las plantas pierden sus ramas, hojas, flores y son incorporados al ciclo de nutrientes, el cual al descomponer generan suficiente energía para el resto de las cadenas tróficas que se encuentran allí presentes.</p>   | <p><b>El avance entre la primera respuesta y la última es la relación que la estudiante realiza con las cadenas tróficas, sin embargo no establece relaciones con los factores meteorológicos.</b></p> | <p><b>2</b></p> |
| <p>Jonathan Sequeda</p> | <p>La caída de hojarasca es un proceso que comienza desde el</p>   | <p>La caída de hojarasca es un proceso ecológico que se produce por muchos factores intrínsecos y extrínsecos, tales</p>  | <p><b>Se observa un mayor desarrollo conceptual en la argumentación final ya que involucra los aspectos fisiológicos, climáticos y</b></p>   | <p><b>3</b></p> |

|  |  |   |   |  |
|--|--|---|---|--|
|  | <p>sistema fisiológico de los componentes vegetales; es decir por sus factores internos químicos y a su vez está ligado a estados externos como los estados climatológicos, posición geográfica y demás.</p> | <p>factores son: efectos mecánicos, variables meteorológicos y la fisiología de los sistemas vegetales.</p> <p>La caída de hojarasca es en sí un proceso donde existe un flujo constante de materia y energía dentro de un complejo ecosistémico, en donde este flujo aporta nutrientes y demás entes que recirculan dentro de este. Este proceso ecológico cumple funciones específicas de mucha importancia, el filtrado de aguas, la contención de calor y humedad de los suelos dentro de los bosques. La caída de la hojarasca se ve afectada en proporciones muy definidas por los efectos meteorológicos, siendo los efectos físico - mecánicos los que tienen una consideración más efectiva. La caída de la hojarasca varía en los tipos de bosques existentes; en bosques secos, la producción de hojarasca se dispara en tiempos de sequía en donde la falta de componentes hídricos repercute sobre esta producción, los vientos presentes son los causantes más relacionados; dentro de los bosques de alta montaña, esta caída de la hojarasca se observa o se ve afectada por la cantidad de la humedad relativa y la temperatura. Las condiciones fisiológicas de las plantas son los factores determinantes de la caída de la hojarasca, estos procesos intrínsecos denotan la variación y la cantidad de producción por un tiempo determinado; cada sistema vegetal posee su ciclo de pérdida de hojas que de alguna manera se ve afectado por las condiciones fisiológicas en las que estas se encuentren.</p> | <p><b>ecosistémicos como fenómenos explicativos del proceso de caída de hojarasca en diferentes biomas de bosques, además entiende que la caída de hojarasca es un proceso constante y explica la función que cumple como regulador del ciclo hidrológico, con especial énfasis en el componente edáfico.</b></p> |  |
|--|--|---|---|--|

|                |  |   |  |          |
|----------------|--|---|--|----------|
| Rosmery Franco | Es un proceso biológico, el cual las planta extrae los nutrientes de las hojas y ramas, con el pasar del tiempo, envejecen los tejidos y con las velocidades del tiempo, caen las hojas al suelo para brindar nutrientes al suelo. | Es un proceso ecológico donde ocurre la transferencia de materia y energía al sistema mediado por el ciclo de vida o la senescencia de las hojas y los elementos climáticos que actúan sobre la caída. La hojarasca es fundamental para los ecosistemas, puesto que aporta los nutrientes necesarios para la comunidad vegetativa, siguiendo el ciclo de transferencia de energía a las redes tróficas. | <b>Entre la primera y última argumentación, pasa de ámbito autoecológico al ecosistémico, pero se denota confusión conceptual dado que considera al ecosistema como un individuo que exhibe un ciclo de vida con ciclo de energía, que contradice los principios termodinámicos.</b> | <b>2</b> |
| Lesly Peña     | Es un proceso que ocurre en un determinado tiempo y espacio afectado por múltiples factores y variables como el clima  | Es el proceso ecológico fundamental para la obtención de energía del ecosistema, por medio de la distribución, flujo y captación de esta (energía) en dicho ecosistema. Es la materia orgánica (biomasa).   | <b>No hay claridad conceptual en cuanto a la caída de hojarasca ya que es un proceso de transferencia de energía y no de captura de la misma, ambas argumentaciones son deficientes para el nivel académico que lleva la estudiante</b>  | <b>1</b> |

Tabla 3. Respuestas a la segunda pregunta de preconceptos con las observaciones de la docente y el nivel alcanzado

| <b>2. PREGUNTA: ¿Qué entiende usted por proceso ecológico?</b> |   |  |  |                        |
|--|---|--|--|------------------------|
| <b>Nombre estudiante</b>                                       | <b>RESPUESTAS INICIALES</b>   | <b>RESPUESTAS AL FINALIZAR LA PROPUESTA I</b>  | <b>OBSERVACIONES DIDACTICAS DE LA DOCENTE</b>  | <b>NIVEL ALCANZADO</b> |
| Sandra Álvarez   | Es un evento el cual se ve afectado por diferentes factores externos los cuales determinan un determinado comportamiento el cual lo determina la variabilidad de los factores que inciden en el proceso | Es aquel proceso donde intervienen varios factores, como: Factores meteorológicos, químicos y físicos de un ambiente, todos ellos afectan a uno o varios organismos en su funcionamiento habitual, la interacción de los factores con diverso o un organismo con el fin de un ciclo o flujo de energía, se puede considerar u proceso ecológico. | <b>En ambas respuestas se presenta poca claridad en lo referente al concepto de proceso ecológico.</b> | <b>1</b>               |

|                  |   |   |  |          |
|------------------|---|---|--|----------|
| Elianny Pacheco  | Está relacionado con todas las interacciones de organismos y su medio ambiente o factores ambientales, los cuales determinan características de dichos organismos   | Existe una relación entre las comunidades y el medio ambiente, viéndose influenciadas las interacciones que se puedan dar entre ambos sistemas.   | <b>La argumentación refleja poco cambio en las ideas o preconcepciones adquiridas de manera difusa a lo largo de su proceso académico.</b>   | <b>1</b> |
| Diana Carrillo   | Es un ciclo por el cual pasa determinando factor que se encuentra en un medio natural por ejemplo, el ciclo del nitrógeno   | Un proceso ecológico es un ciclo natural que se da en un ecosistema el cual les permite mantener ciertas cualidades al transcurso de este a través del tiempo, ejemplo, la caída de hojarasca.  | <b>Tiene una idea más acertada y global, ya que considera los cambios en el tiempo como un atributo característico o propio de los ecosistemas.</b>  | <b>2</b> |
| Jonathan Sequeda | Un proceso así ecológico, es una sucesión que se cumple dentro de un marco de interacciones de un ecosistema  | Un proceso ecológico es una serie de procesamientos o interacciones que se realizan entre y dentro de especies, ecosistemas y biomas: estos procesos ecológicos se rigen dentro del marco de las interacciones y flujos de materia y una energía conservada de un nivel a otro.   | <b>La argumentación de manera sintética presenta un alto grado de abstracción y claridad conceptual y epistemológica.</b>  | <b>3</b> |
| Rosmery Franco   | Este proceso, indica las interacciones que tiene los organismos con su entorno. La caída de hojarasca interactúa con los factores climáticos y los microorganismos o macroinvertebrados que actúan como descomponedores | Es un proceso donde hay una entrada que va a regular el sistema, los productos se llevaran a cabo a la salida. En la entrada, ocurre la caída de hojarasca que va a aportar la materia y la energía a la superficie del bosque que van a interactuar con infinitos microorganismos que actúan en la descomposición de materia orgánica y las plantas la asimilan para su metabolismo. En la salida actúan los consumidores que seguirán transfiriendo la energía a otros organismos, para cumplir la ley de la termodinámica "la energía no se crea ni se destruye sino que se transforma". | <b>Hay claridad conceptual, ya que concibe el cambio o transformaciones de la materia debido a interacciones bióticas o abióticas. Sin embargo, falta generalización y abstracción para concretar más el concepto sin recurrir a ejemplos.</b> | <b>2</b> |

|            |  |  |   |          |
|------------|--|--|---|----------|
| Lesly Peña | Son los procesos que operan en el ecosistema y se dan de manera simultánea en diferentes tiempos y espacios. | Es la interacción de componentes bióticos y abióticos en el ecosistema, interrelacionas o mejor estrechamente relacionados con la energía y materia en un área determinada (ecosistema) y tiempo determinado | <b>La argumentación denota confusión en el concepto, ya que sigue hablando de estabilidad y no concibe los cambios o el devenir de los ecosistemas.</b> | <b>1</b> |
|------------|--|--|---|----------|

Tabla 4. Respuestas a la tercera pregunta de preconceptos con las observaciones de la docente y el nivel alcanzado

| <b>3. PREGUNTA: ¿Qué entiende usted por clima?</b> |  |   |  |                        |
|--|--|---|--|------------------------|
| <b>Nombre estudiante</b>                           | <b>RESPUESTAS INICIALES</b>  | <b>RESPUESTAS AL FINALIZAR LA PROPUESTA I</b>   | <b>OBSERVACIONES DIDACTICAS DE LA DOCENTE</b>  | <b>NIVEL ALCANZADO</b> |
| Sandra Álvarez                                     | Es el conjunto de variables determinantes que le dan una característica específica a una zona o a un lugar en el tiempo  | Conjunto de factores meteorológicos, los cuales le dan una característica a una zona.   | <b>Presenta una definición incompleta, no concibe el clima como una caracterización estadística multianual de los elementos del tiempo atmosférico en una región determinada</b>             | <b>1</b>               |
| Elianny Pacheco                                    | Involucra varios factores ambientales que en conjunto dan como resultado final el clima, dichos factores son: temperatura, humedad.  | Conjunto de factores meteorológicos que van a dar como resultado las características morfológicas y fisiológicas de una comunidad por medio de las adaptaciones que surjan por las condiciones dadas. | <b>Asume que el clima (sin definirlo) ejerce una influencia sobre la morfofisiología de las comunidades en general y como sus adaptaciones se podrían tomar como respuestas adaptativas.</b> | <b>2</b>               |
| Diana Carrillo                                     | Son las condiciones geofísicas, (ambientales y químicas) que se encuentran en un ecosistema y hacen que este cambie y se adapte a estas condiciones, en el cual intervienen factores | Son las condiciones atmosféricas a escala mayor de la que se encuentra inmerso un sitio   | <b>Pasa de una globalización geofísica que afecta a los ecosistemas a una condición atmosférica regional vaga y carente de significado.</b>  | <b>1</b>               |

|                  |   |   |   |          |
|------------------|---|---|---|----------|
|                  | como: la cantidad de radiación solar que recibe ese ecosistema, las precipitaciones, humedad relativa del medio, su grado de inclinación, altitud, etc.                                     |   |   |          |
| Jonathan Sequeda | El clima se puede definir como, el estado atmosférico teniendo en cuenta factores determinantes como: agentes contaminantes u otros que pueden incurrir de manera directa o indirectamente. | El clima se puede considerar como la variación de condiciones atmosféricas en las diferentes composiciones geográficas y topográficas de las diferentes extensiones territoriales.  | <b>Presenta una definición incompleta, concibe el clima como una variación de condiciones atmosféricas y no como un fenómeno que exhibe regularidad en el tiempo y en el espacio.</b> | <b>1</b> |
| Rosmery Franco   | Es un factor que implica variaciones de temperatura y humedad, es decir, liberación del calor a la atmósfera.   | Es un factor abiótico que cambia a través del tiempo. Es una medida de expresión calórica. Sus variables son: temperatura, humedad relativa, precipitación, que actúan en la regulación de los procesos biológicos y ecológicos de un ecosistema. | <b>Presenta una argumentación incompleta, confusa y errónea. Mantiene el mismo nivel conceptual, que refleja poco estudio y lectura</b>   | <b>1</b> |
| Lesly Peña       | Es un factor ambiental o proceso ambiental que ocurre en los ecosistemas delimitado por el tiempo   | Es el conjunto de meteoros, o variables meteorológicas que interactúan con el ecosistema; dichos meteoros son variables a través del tiempo y además son uno de los componentes básicos del ambiente (medioambiente).                             | <b>No presenta claridad ya que confunde las características de las variables meteorológicas con la periodicidad que exhiben los elementos del clima en un espacio determinado.</b>    | <b>1</b> |

Tabla 5. Respuestas a la cuarta pregunta de preconceptos con las observaciones de la docente y el nivel de desempeño alcanzado

| <b>4. PREGUNTA: ¿Qué entiende usted por variable meteorológica?</b> |   |   |   |                        |
|---|---|---|---|------------------------|
| <b>Nombre estudiante</b>  | <b>RESPUESTAS INICIALES</b>   | <b>RESPUESTAS AL FINALIZAR LA PROPUESTA I</b>   | <b>OBSERVACIONES DIDACTICAS DE LA DOCENTE</b>   | <b>NIVEL ALCANZADO</b> |
| Sandra Álvarez  | Son los cambios bruscos que sufren los factores que caracterizan al clima de una zona.  | Son factores que fluctúan con respecto al tiempo. Ejemplo, velocidad del viento, temperatura, radiación, precipitación, humedad y estos afectan un sistema.   | <b>La argumentación final deja ver que entiende que los elementos del clima se comportan como variables a través del tiempo, pero no distingue el contraste entre las fuertes oscilaciones circadianas y la regularidad anual de los elementos del clima en el trópico.</b> | 1                      |
| Elianny Pacheco   | Componentes del clima que cambian   | Son factores meteorológicos que cambian en el tiempo y que pueden servir para evaluar ciertos procesos dados en un sistema.   | <b>Presenta confusión al definir el concepto de variable meteorológica ya que emplea el factor como sinónimo.</b>   | 1                      |
| Diana Carrillo  | Son las tasas de fluctuaciones que tiene el clima de un ecosistema, teniendo una medida de tiempo   | Las variables meteorológicas son los diferentes meteoros los cuales me modifican determinado clima, ejemplo: humedad relativa, temperatura, velocidad del viento, etc.  | <b>Entiende que elementos son meteoros, pero asume equivocadamente que estas variables modifican el clima, ya que debe existir un efecto geodinámica importante para que el clima cambie.</b>   | 2                      |
| Jonathan Sequeda  | Es una razón determinante y cambiante dentro de los procesos climáticos.  | Una variable meteorológica es una de las consecuencias de los cambios que ocurren dentro del clima, que varían de acuerdo a la composición de cada posicionamiento geográfico: las variables meteorológicas más relacionadas son: Precipitación humedad relativa, incidencia solar.           | <b>Presenta confusión entre la concepción de causa y efecto. Puesto que aduce que el clima evoluciona si los meteoros cambian: de hecho los meteoros fluctúan ampliamente mientras que el clima es una expresión que implica regulación o periodicidad.</b>                 | 1                      |
| Rosmery Franco  | Son variables como la temperatura, la humedad relativa, precipitación, que dependiendo de las estaciones cambian a través del tiempo como | Son todas las variables que van a interactuar en un sistema abierto en función del tiempo, como la velocidad del viento, luminosidad, temperatura, nubosidad, que permiten observar la variabilidad o cambios de esos factores/año para predecir o modelar el clima en un determinado tiempo. | <b>La segunda respuesta presenta una clara conceptualización involucrando variabilidad, tiempo, predicción y modelación.</b>  | 3                      |

|            |  |   |  |   |
|------------|--|---|--|---|
|            | periodos secos, húmedos, fríos.  |   |  |   |
| Lesly Peña | Es el proceso ambiental cambiante en determinado tiempo y espacio como por ejemplo la precipitación. | Es un factor componente y determinante del clima que cambia en el tiempo y está estrechamente relacionado con los procesos ecológicos por ejemplo: precipitación, radiación, humedad, temperatura, entre otros. | <b>La argumentación final refleja una concepción más amplia que la inicial pero reduccionista al pretender que una sola variable determina el clima.</b> | 2 |

### 7.6.2 Análisis de las preguntas de indagación individual:

Este cuestionario solo se aplicó al inicio de la propuesta didáctica en la primera semana, pero las preguntas se abordaron continuamente en las cuatro semanas del ejercicio, tratando de construir la conceptualización para superar las deficiencias exhibidas en este primer cuestionario.

Tabla 6. Respuestas a la primera pregunta de indagación con las observaciones de la docente y el nivel de desempeño alcanzado

| <b>1. Pregunta: ¿Qué es la caída de hojarasca y cuál es la función (si la tiene) en un ecosistema de bosque andino, como el que hoy está observando?</b> |   |   |                        |
|--|---|---|------------------------|
| <b>Nombre estudiante</b>   | <b>RESPUESTA A LA PREGUNTA DE INDAGACIÓN</b>  | <b>OBSERVACIONES DIDACTICAS DE LA DOCENTE</b>   | <b>NIVEL ALCANZADO</b> |
| Sandra Álvarez   | La caída de hojarasca es un mecanismo de transformación de la energía que aporta una característica autónoma a un ecosistema por medio de la captación, almacenamiento, distribución y el uso de esta energía en procesos propios del ecosistema. | <b>La caída de hojarasca es una transferencia de energía y materia entre el dosel del bosque y el suelo, pero no se puede concebir como una transformación de energía ya que no hay trabajo, por lo cual, se espera que con las actividades de campo la estudiante aclare las característica de este proceso ecológico.</b> | <b>1</b>               |
| Elianny Pacheco  | Parte de la energía de un ecosistema queda almacenada en la hojarasca que después del tiempo no hace parte de la planta como tal sino del suelo y desde allí se cumplen otros procesos influenciados por el clima.                                | <b>Conceptualiza claramente tanto en la definición como en la función. Se espera que mejore su argumentación con la práctica de campo.</b>  | <b>3</b>               |
| Diana Carrillo   | La caída de hojarasca es el aporte de nutrientes y por lo tanto de energía de las plantas al medio en que se encuentran, y su función es mantener la homeostasis en los bosques andinos y también en otros ecosistemas.                           | <b>Tiene mucha claridad en cuanto a la definición y a la función, se evidencia que ha venido trabajando en el entendimiento de diferentes los procesos ecológicos.</b>  | <b>3</b>               |

|                  |  |   |          |
|------------------|--|---|----------|
| Jonathan Sequeda | Es un proceso ecológico que ocurre al nivel de ecosistema, su función es permitir el flujo de energía, disminución y flujos de agua.   | <b>Presenta redundancia en la argumentación y ambigüedad en el concepto y función de este proceso ecológico.</b>  | <b>1</b> |
| Rosmery Franco   | La caída de hojarasca es un proceso ecológico, pues interactúa con los factores autodeterminando los ecosistemas. La función que tiene es aportar todos los nutrientes que se absorbió de la planta junto con el envejecimiento de las hojas, ramas etc. que caen al suelo, y distribuye los nutrientes al suelo para el crecimiento de las plantas. | <b>Hay confusión de términos en la conceptualización y en la función.</b>   | <b>1</b> |
| Lesly Peña       | Es un atributo propio de los ecosistemas el cual sirve como captura, almacenaje, distribución y flujo de energía. Su función es precisamente el flujo de esa energía almacenada para la dinámica del ecosistema con otros individuos.  | <b>La caída de hojarasca si puede ser un atributo de los ecosistemas terrestres, pero es más evidente en los bosques, por lo cual la estudiante generaliza sin tener en cuenta las características propias de los diferentes ecosistemas.</b> | <b>2</b> |

Tabla 7. Respuestas a la segunda pregunta de indagación con las observaciones de la docente y el nivel de desempeño alcanzado

| <b>2. Pregunta: ¿Qué variables meteorológicas, considera usted que influyen en la dinámica de la caída de hojarasca?</b> |  |  |                        |
|--|--|--|------------------------|
| <b>Nombre estudiante</b>   | <b>RESPUESTA A LA PREGUNTA DE INDAGACIÓN</b>   | <b>OBSERVACIONES DIDACTICAS DE LA DOCENTE</b>  | <b>NIVEL ALCANZADO</b> |
| Sandra Álvarez   | Temperatura, radiación, precipitación y evaporación  | <b>La mayoría de estudiantes reconocen cuales son las variables meteorológicas, pero todavía no disciernen cual influye más en la dinámica de la caída de hojarasca. Con el trabajo de campo (mediciones de los meteoros) podrán aclarar cual está más directamente relacionada.</b> | <b>1</b>               |
| Elianny Pacheco  | Temperatura, precipitación, humedad y aireación  |  |                        |
| Diana Carrillo   | Las precipitaciones anuales, la temperatura, la cantidad de radiación solar y la humedad relativa. |  |                        |
| Jonathan Sequeda   | Pluviosidad, humedad relativa, evaporación y temperatura.  |  |                        |
| Rosmery Franco   | Velocidad del viento, temperatura, humedad relativa y precipitación                                |  |                        |
| Lesly Peña   | Radiación, precipitación, temperatura, viento y transpiración.                                     |  |                        |

Tabla 8. Respuestas a la tercera pregunta de indagación con las observaciones de la docente y el nivel de desempeño alcanzado.

| <b>3. Pregunta: ¿Cómo mediría estas variables meteorológicas?</b> |  |  |                        |
|---|--|--|------------------------|
| <b>Nombre estudiante</b>  | <b>RESPUESTA A LA PREGUNTA DE INDAGACIÓN</b>   | <b>OBSERVACIONES DIDACTICAS DE LA DOCENTE</b>  | <b>NIVEL ALCANZADO</b> |
| Sandra Álvarez  | Con medición diarias en lapsos de tiempo determinados- mañana-medio día-noche-media noche, de esta manera se podría saber en qué momento es más alto o más bajo cada factor y su efecto en el ecosistema en cada lapso y el cómo interactúan.          | <b>La mayoría de los estudiantes desconocen los instrumentos que se emplean para las mediciones de las variables meteorológicas. Con el trabajo en campo ellos tendrán la oportunidad de conocer los instrumentos apropiados y la forma de utilizarlos e interpretarlos.</b> | <b>1</b>               |
| Elianny Pacheco   | En varios intervalos del tiempo (época de lluvia, verano) en diferentes zonas para tener puntos de comparación que aporten información.  |  |                        |
| Diana Carrillo  | A través de un termómetro colocándolo en el lugar de investigación para medir la temperatura, las precipitaciones colocando una vasija y midiendo la cantidad de agua; la humedad relativa y la radiación solar a través de dispositivos electrónicos. |  |                        |
| Jonathan Sequeda  | Utilizando instrumentos apropiados para dicha medición o empleando metodologías experimentales puestas a prueba.   |  |                        |
| Rosmery Franco  | Sería interesante comparar esos factores meteorológicos en un sitio donde se expuso a quemas y otro en un bosque nativo, o también comparar en diferentes altitudes como un bosque seco o un bosque húmedo.  |  |                        |
| Lesly Peña  | Con la ayuda de herramientas especializadas o por medio de experimentos que arrojen resultados confiables.   |  |                        |

Tabla 9. Respuestas a la cuarta pregunta de indagación con las observaciones de la docente y el nivel alcanzado.

| <b>4. pregunta: ¿Sí las especies arbustivas y subarbóreas fueron quemadas completamente en agosto 22 de 2009, es posible encontrar hojarasca en este momento?</b> |   |  |                        |
|---|---|--|------------------------|
| <b>Nombre estudiante</b>  | <b>RESPUESTA A LA PREGUNTA DE INDAGACIÓN</b>  | <b>OBSERVACIONES DIDACTICAS DE LA DOCENTE</b>  | <b>NIVEL ALCANZADO</b> |
| Sandra Álvarez  | Si, en una baja proporción, porque hasta ahora se está regenerando el lugar   | <b>Desconoce la existencia de especies colonizadoras con rápidas tasas de crecimiento y que por lo tanto están en capacidad de aportar algo de material foliar al suelo. No argumenta suficientemente</b>  | <b>1</b>               |
| Elianny Pacheco   | Para encontrar hojarasca se necesitan plantas; respondiendo la pregunta anterior dependería de factores propios del lugar en donde podría quedar hojarasca después de la quema o puede que con el tiempo crezcan plantas que provean hojarasca al lugar.  | <b>Considera que es probable encontrar algo de hojarasca en el suelo y que todas las especies que crecen en la zona de quema son productoras de hojarasca lo cual no es cierto ya que por ejemplo <i>Pteridium aquilinum</i> acumula su materia muerta en forma de necromasa en pie.</b> | <b>1</b>               |
| Diana Carrillo  | Sí, pero la hojarasca encontrada no será de esas especies que se quemaron, sino de algunas especies que hayan rebrotado debido a la quema o a especies colonizadoras de ese ecosistema perturbado.  | <b>Considera que el rebrote y las especies colonizadoras pueden convertirse en un mecanismo importante de regeneración y aporte de materia orgánica al suelo</b>   | <b>3</b>               |
| Jonathan Sequeda  | En mi consideración si es posible ya que la hojarasca es acumulada por largos lapsos de tiempo en la capa superficial del suelo, y las capas de hojarasca más sedimentadas son degradadas en proporción a las que caen nuevamente                         | <b>No concibe claramente las consecuencias de una perturbación tan grave como el fuego, y erróneamente piensa que la sedimentación es un mecanismo de protección.</b>  | <b>1</b>               |
| Rosmery Franco  | Yo creo que sí, porque durante la quema pudo quemar todos los nutrientes y hoy posiblemente la contextura del suelo quizá sea óptima para que la hojarasca siga dando su proceso de descomposición aportando todos los nutrientes que la planta necesita. | <b>No concibe claramente las consecuencias de una perturbación tan grave como el fuego, ya que este elimina toda la capa orgánica del suelo</b>  | <b>1</b>               |

|            |  |   |          |
|------------|--|---|----------|
| Lesly Peña | Aunque no estoy muy segura opino que existe la posibilidad ya que puede ser que algunas especies arbustivas estén nuevamente adaptándose a dicho ambiente. | <b>No relaciona el tiempo que se lleva para que una planta llegue al nivel biotopológico de arbusto, proceso que conlleva años e incluso décadas.</b> | <b>1</b> |
|------------|--|---|----------|

### 7.6.3 Análisis de las preguntas de indagación de manera grupal:

Este cuestionario se aplicó a los estudiantes en la semana 1 de trabajo, lo cual es determinante para la docente para hacer un diagnóstico de las dificultades conceptuales en los estudiantes

Tabla 10. Respuestas a las preguntas de indagación de los dos grupos de estudiantes (grupo 1 y el grupo tribu hojarasca) con las observaciones de la docente.

| PREGUNTA   | GRUPO 1   | LA TRIBU HOJARASCA  | OBSERVACIONES DIDACTICAS DE LA DOCENTE  | NIVEL ALCANZADO |          |
|--|---|---|---|-----------------|----------|
|  |   |   |   | GRUPO 1         | TRIBU H  |
| <b>1. pregunta: ¿Qué es la caída de hojarasca y cuál es su función (si la tiene) en un ecosistema de bosque andino, como el que hoy está observando?</b> | La caída de hojarasca es la base de los ecosistemas, su función es la captación, almacenamiento y distribución de energía. La observación nos permite comprobar el estado de transición en el que se encuentra la zona de la quema. | La caída de hojarasca es un proceso ecológico que se inicia con el desprendimiento de material vegetal. Este tiene una acumulación en el suelo, su función es de reserva energética, fluye y actúa como una capa de protección ante la evaporación. | <b>El grupo de la tribu percibe más concretamente la definición y función de la caída de hojarasca, el grupo 1, generaliza ya que caída de hojarasca no es la base de todos los ecosistemas y su función no es la captación de energía.</b> | <b>2</b>        | <b>3</b> |
| <b>2. pregunta: ¿Qué factores meteorológicos, consideran ustedes que influyen en la dinámica de la caída de hojarasca?</b>                               | Humedad, precipitación, radiación, temperatura y velocidad del viento.  | Pluviosidad, radiación solar, velocidad del viento, humedad relativa y temperatura.   | <b>Ambos grupos coinciden en nombrar algunos meteoros, pero todavía no hay conocimiento de cual es más influyente en la caída de hojarasca</b>  | <b>1</b>        | <b>1</b> |

|  |   |  |  |                 |                 |
|--|---|--|--|-----------------|-----------------|
| <p><b>3. pregunta: ¿Cómo mediría esos factores meteorológicos?</b></p>   | <p>Los factores meteorológicos, los mediríamos tomando datos, dividiendo la zona en parcelas, teniendo en cuenta las características de cada una. Teniendo en cuenta la época del año, vegetación, y los lapsos del tiempo.</p> | <p>Empleando metodologías para utilizar aparatos tecnológicos y convencionales.</p>  | <p><b>El efecto de responder en grupo no les permitió a los estudiantes aclarar la pregunta: las respuestas son muy parecidas en contexto a las que contestaron de manera individual.</b></p>  | <p><b>1</b></p> | <p><b>1</b></p> |
| <p><b>4. pregunta: ¿Sí las especies arbustivas pregunta: y subarbóreas fueron quemadas completamente en agosto 29 de 2009, es posible encontrar hojarasca en este momento?</b></p> | <p>Si, en la zona ya se ha desarrollado diferentes especies vegetativas y aparición de especies animales que interactúan con ellas.</p>   | <p>Si, en el proceso de acumulación de la hojarasca en el suelo existe una sucesión de gasto y a su vez caída de esta misma, es decir, las capas más sedimentadas sufren una degradación que es directamente proporcional a la caída; a su vez, factores como la humedad y precipitación hacen de ese ecosistema apto para nuevas proliferaciones.</p> | <p><b>En el grupo 1 se percibe poco entendimiento del proceso y el ejercicio grupal no despejo a aclaró la respuesta. El grupo de la tribu conciben más el paso del tiempo y ya discuten en términos de sucesión y acumulación, la argumentación grupal supero las individuales.</b></p> | <p><b>1</b></p> | <p><b>2</b></p> |

Tabla 11. Análisis de los ensayos presentados por los estudiantes: para este análisis se tuvo en cuenta el contenido de la información y no tanto la forma en la cual se tiene que mejorar mucho (Anexo 1).

| Nombre del estudiante | NOMBRE DEL ENSAYO  | OBSERVACIONES DIDACTICAS DE LA DOCENTE  | NIVEL ALCANZADO |
|-----------------------|--|---|-----------------|
| Sandra Álvarez        | las fluctuaciones meteorológicas y la caída de hojarasca                             | <b>Descriptivo, no trasciende a hacer nuevas propuestas.</b>  | <b>2</b>        |
| Elianny Pacheco       | La caída de hojarasca como regulador del ecosistema: un proceso de retroalimentación | <b>Presenta buena argumentación fundamentada en la bibliográfica, es propositivo y lo más importante hace planteamiento de nuevas preguntas biológicas.</b> | <b>3</b>        |
| Diana Carrillo        | ¿Entre mayor sea el desarrollo evolutivo de las comunidades vegetales menor será la  | <b>Exhibe una argumentación propositiva original, en la cual relaciona jerárquicamente los conceptos de</b>   | <b>3</b>        |

|                  |  |  |          |
|------------------|--|--|----------|
|                  | independencia con respecto a las fluctuaciones del clima?  | <b>caída de hojarasca, sucesión vegetal, autorregulación y culmina con la idea de que la caída de hojarasca podría ser un mecanismo de resiliencia de los bosques andinos.</b>                                     |          |
| Jonathan Sequeda | Los determinantes o posibles efectos de las variables meteorológicas frente al proceso ecológico de la caída de hojarasca                    | <b>Usa la caída de hojarasca como un proceso comparativo para trascender del ecosistema al bioma. Lo cual indica que esta comprendiendo y relacionando lo discutido en clase.</b>                                  | <b>3</b> |
| Rosmery Franco   | ¿Las variables meteorológicas influyen en la caída de hojarasca?   | <b>Descriptivo, no hace propuestas biológicas ni metodológicas nuevas.</b>   | <b>2</b> |
| Lesly Peña       | ¿Las fluctuaciones de las variables meteorológicas, afectan la caída de hojarasca en el filo Borrero, pamplona norte de Santander, Colombia? | <b>Se observa un buen ejercicio de inferencia, lo cual es muy significativo para la estudiante ya que en los preconceptos y las preguntas de indagación, no había desarrollo en gran medida de esta habilidad.</b> | <b>3</b> |

Tabla 12. Análisis de los informes presentados en forma grupal por los estudiantes (Anexo 2)

| <b>Nombre del grupo</b>   | <b>OBSERVACIONES DIDACTICAS DE LA DOCENTE</b>  | <b>NIVEL ALCANZADO</b> |
|---|--|------------------------|
| Grupo 1: Álvarez Sandra Milena; Pacheco Elianny; Peña Lesly Rocio | <b>Se hizo un buen intento en el manejo de la información estadística, pero faltó mayor argumentación y discusión de los mismos apoyados en la bibliografía.</b>                           | <b>2</b>               |
| Tribu hojarasca :(Diana Carrillo, Jonathan Sequeda)               | <b>Presentaron la información en tablas, se acercaron a un buen manejo de la estadística, pero hizo falta mucha argumentación, no hay búsqueda bibliográfica que apoye los resultados.</b> | <b>1</b>               |
| Rosmery Franco Pallares   | <b>Hace una buena aproximación al manejo de la información de manera estadística, realizó búsqueda bibliográfica, y comparó los resultados de las dos zonas de estudio visitadas.</b>      | <b>3</b>               |

Se realizó un análisis de varianza comparativo porcentual para establecer el nivel de desempeño en la comunicación escrita representada en las respuestas de preconceptos y de indagación individual (figura 5), y se puede concluir que el 83% las respuestas a las preguntas de indagación propuestas al inicio del curso alcanzaron el nivel 1, debido a que exhibieron una comprensión básica, confusa y no se usó el lenguaje ni las relaciones esperadas del ámbito ecológico para el semestre en que se encuentran los estudiantes, vale anotar que estas preguntas solo se formularon de manera escrita al inicio del curso y fue considerada como una conducta de entrada para determinar el grado de conceptualización que tenían los estudiantes.

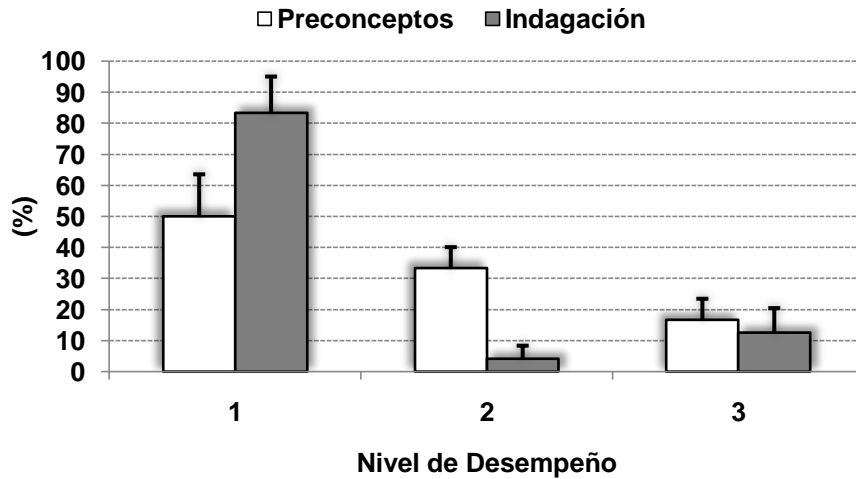


Figura 5. Análisis comparativo porcentual del nivel de desempeño en la comunicación escrita de los preconceptos y preguntas de indagación individual en los estudiantes de Ecología Terrestre de la Universidad de Pamplona (Anova  $p < 0,05$ ,  $N=4$ ). Las barras de error indican una unidad de error típico.

Respecto al análisis de los preconceptos en la figura 5, se identifica que el 50% de las respuestas de los estudiantes quedan en el nivel 1, indicando que terminadas las cuatro semanas aún quedaban confusiones y una comprensión básica especialmente en las definiciones de clima (tabla 4), seguido por el concepto de proceso ecológico (tabla 3) y variable meteorológica (tabla 5), esto es debido posiblemente a la dificultad que tiene los estudiantes de realizar relaciones entre la información obtenida en campo para entender el microclima y ampliar la conceptualización para definir globalmente que es clima. Se puede también pensar que los estudiantes que mantienen el nivel 1 no han trascendido en sus preconceptos. Campanario et al (2000) enuncian que no es fácil cambiar las ideas previas de los alumnos, pues, estas son *resistentes al cambio*. El resultado es que los alumnos mantienen dos esquemas de conocimientos. Por otra parte, los alumnos mantienen muchas veces su arsenal de ideas previas, que son útiles para entender la realidad y para interactuar con el medio que les rodea. Incluso es frecuente encontrar estudiantes universitarios y licenciados que han terminado sus carreras y mantienen concepciones erróneas sobre los fenómenos científicos (Pozo, 1987; Viennot, 1979; Driver, 1988; Kruger, Palacio y Summers, 1992 citado por Campanario et al 2000). Un 33% de las respuestas quedaron en el nivel 2, indicando coherencia de las ideas, un mayor proceso de análisis para lograr una conceptualización clara y con argumento; un 16 % se situaron en el nivel 3, lo que indica que las respuestas aparte de mostrar una definición clara ya reflejaba análisis y relaciones ecosistémicas que en algunas trascendían a entender el bioma, esto se evidenció especialmente en las respuestas para la definición de caída de hojarasca, lo que demuestra que el trabajo de campo y la insistencia de discutir en el aula las preguntas iniciales de indagación si pueden tener éxito, ya que el estudiante construye nuevos significados a partir de estas experiencias. Coll et al (1999) afirman que un aprendizaje es tanto más significativo cuantas más relaciones con sentido es capaz de establecer el alumno entre lo que ya conoce, sus conocimientos previos y el nuevo contenido que se le presenta como objeto de aprendizaje.

La figura 6, muestra la distribución porcentual de los estudiantes en niveles de desempeño en la comunicación escrita. En los preconceptos, la tendencia fue a disminuir el porcentaje de estudiantes a medida que el nivel de desempeño se incrementa: nivel 1 (50%), nivel 2 (33.3%) y en el nivel 3 (16.7%). Las preguntas de indagación se ubicaron en mayor porcentaje en el nivel 1 (83.3 %), seguido del tercer nivel (12.5%) y por último los valores más bajos se presentaron en el nivel 2 (4.2%). En contraste, al cabo de cuatro semanas con la presentación de los ensayos, la tendencia fue a incrementar el porcentaje de estudiantes, a medida que el nivel de desempeño aumenta: nivel 2 (33.3%) y nivel 3 (66.7%). Este cambio muestra que al final del módulo la mayoría de los estudiantes mejoraron sustancialmente las argumentaciones del proceso de la caída de hojarasca y las variables meteorológicas, aproximándose a establecer conclusiones biológicas robustas y acordes con la realidad ecosistémica propia de los bosques andinos, al respecto, Coll et al (1999), mencionan que contando con la ayuda y guía necesarias, gran parte de la actividad mental constructiva de los alumnos tiene que consistir en movilizar y actualizar sus conocimientos anteriores para tratar de entender la relación o relaciones que guardan con el nuevo contenido. La posibilidad de establecer estas relaciones determinará el que los significados que construyan sean más o menos significativos, funcionales y estables.

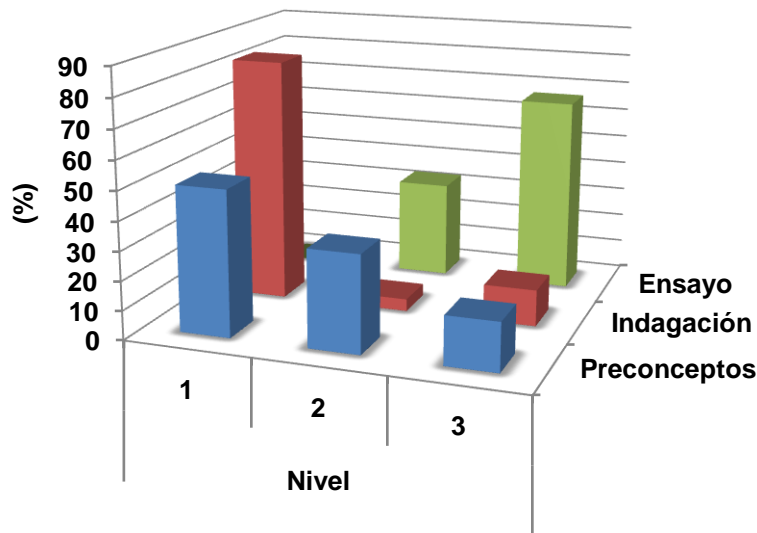


Figura 6. Evolución porcentual del nivel de desempeño en la comunicación escrita (preconceptos, preguntas de indagación y ensayo) de los estudiantes de Ecología Terrestre de la Universidad de Pamplona.

La figura 7 muestra el nivel de desempeño grupal en las respuestas al cuestionario de indagación que se aplicó únicamente al principio. El grupo 1 muestra un 75% de preguntas que alcanzaron el nivel 1 y un 25% en el nivel 2, lo cual se asimila a lo encontrado en las respuestas individuales para este grupo. En tanto el grupo tribu hojarasca alcanzó el mayor porcentaje en el nivel 1 (50%), mientras que en el nivel 2 y 3 alcanzaron el mismo porcentaje (25%). Se observó que el ejercicio grupal establecido inicialmente no ejerció un efecto positivo para resolver las preguntas, posiblemente la mayoría de los integrantes estaban mostrando confusión al momento de redactar las respuestas, es decir, si cada estudiante trae un nivel de confusión específico es poco probable que se genere una verdadera discusión y por lo tanto terminen generando una concepción errónea o incompleta del fenómeno a estudiar. Una situación similar se presentó con respecto a los informes finales en forma de artículo (tabla 12), donde el grupo 1 alcanzó el nivel 2 y el grupo tribu hojarasca solo alcanzó el nivel 1. Este fenómeno es debido posiblemente a que los estudiantes conciben que con la realización de las pruebas estadísticas sin

discusión es suficiente para sustentar la información en un informe y por lo tanto no se evidencia un intento de analizar e interpretar los eventos biológicos alrededor de la matemática.

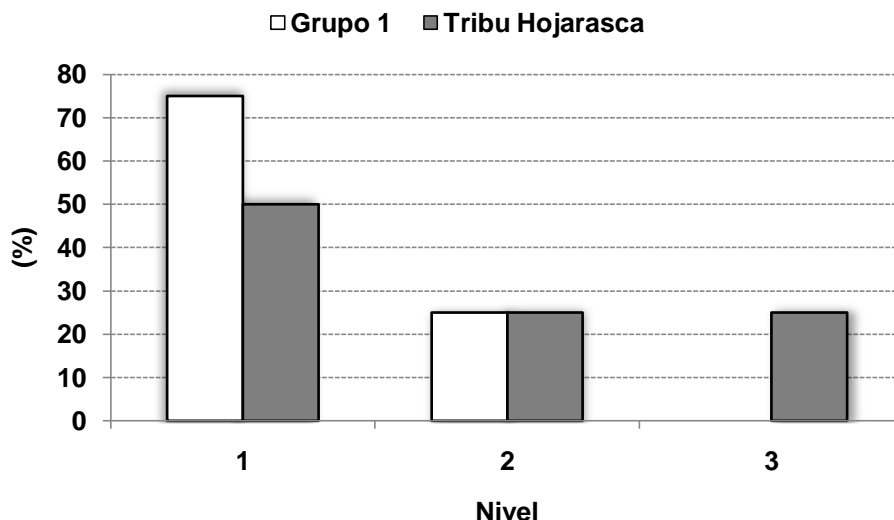


Figura 7. Nivel de desempeño grupal de los estudiantes en las preguntas de indagación.

## 8. Conclusiones

El método de enseñanza por indagación y la investigación en el aula permitió cambiar las metodologías tradicionales que se venían manejando anteriormente en el curso de ecología en la Universidad de Pamplona, por una mucho más interactiva tanto en la relación docente - estudiante como la del estudiante con su campo de acción. Se comprobó que estos cambios didácticos favorecieron el aprendizaje y el desarrollo de mejores habilidades comunicativas, argumentativas y propositivas en los estudiantes, expresadas por escrito en los preconceptos y en los ensayos (tabla 2 a 5 y anexos 1) pero no se evidenció este mismo comportamiento en los informes grupales. La indagación en el aula y el trabajo de campo facilitaron a los estudiantes la formulación de preguntas biológicas, ya que se vieron sumergidos en la realidad ecosistémico. Esto se reflejó en los ensayos presentados en los cuales hay una mayor profundidad y globalización de los conceptos y una aproximación a la formulación de nuevas preguntas ecológicas, como las expuestas a continuación en la tabla 13

Tabla 13. Relación de preguntas ecológicas formuladas por los estudiantes del curso de ecología al finalizar el módulo didáctico.

| ELIANNY PACHECO   | JONATHAN SEQUEDA ZULETA.  |
|---|---|
| ¿Qué cantidad de energía es absorbida, utilizada y retribuida al ecosistema por parte de la planta? | Teniendo en cuenta las interacciones ecológicas existentes entre los individuos de una comunidad dentro de un ecosistema ampliamente desarrollado, me surge el interrogante : ¿ la cantidad o producción en el proceso de caída de hojarasca aumentan o de alguna forma causan una gran disposición de organismos detritívoros descomponedores de la misma, insectos e invertebrados y esta como se relaciona con la distribución y la abundancia de la avifauna que se alimenta o que dependen de los recursos dentro de una red trófica que se puede establecer |
| ¿Qué factores influyen más los intrínsecos o extrínsecos de la plantas en la Caída de hojarasca?    |   |
| ¿Qué beneficio tiene una planta en la caída de hojarasca?   |   |
| ¿Qué es más efectivo hacer de la caída de hojarasca algo  |   |

|   |  |
|---|--|
| <p>continuo o algo ocasional?</p> <p>¿Por que existen en plantas del mismo tamaño diferencias en la caída de hojarasca?</p> <p>¿Existen diferencias entre especies iguales en diferentes lugares en cuanto a la cantidad de hojarasca producida?</p> <p>La luz determina a nivel fisiológico la abscisión de la hoja?</p> <p>¿Por qué existen plantas que no tienen correlación entre la CH y los factores climáticos, podría esto deberse en parte a la evolución de las plantas?</p> <p>¿Qué otros mecanismos aparte de los de eliminación o aumento de hojarasca podrían utilizarse para evaluar el proceso de retroalimentación dentro de un ecosistema?</p> <p>¿Las plantas pueden regular la cantidad de CH según los requerimientos del ecosistema?</p> <p>¿Qué elementos aparte del nitrógeno y el fósforo podrían determinar el grado de descomposición?</p> <p>¿De qué manera se evalúa que el grado de descomposición de la hojarasca es debido a ciertos elementos?</p> <p>¿Las plantas podrían tener una forma de comunicación con el suelo mediante las cantidades de nutrientes que este provea para aumentar o disminuir la cantidad de CH?</p> <p>¿Cómo las plantas logran saber la cantidad adecuada para mantener un equilibrio dinámico dentro del ecosistema?</p> <p>¿Se podría decir que la primera capa de la hojarasca (mirado desde el suelo hacia el exterior) tiene como función el aporte de nutrientes y la segunda parte ser la protección y regulador de varios factores como la temperatura, humedad, y luminosidad incidente, y también como proveedor de nutrientes a futuro?</p> <p>¿Cómo influye el establecimiento de diferentes plantas después de una quema en la recuperación de las características del suelo?</p> <p>¿Cómo se ven afectadas las interacciones planta suelo cuando llegan especies invasoras y de qué manera logran regular esta situación?</p> <p><b>CH: CAÍDA DE HOJARASCA</b></p> | <p>( aves y organismos )?.</p> <p>la pregunta en cuestión es de mucha importancia, si bien sabemos que la caída de hojarasca es un proceso ecológica donde existen interacciones de flujo de energía ,y aporte de materia orgánica a la capa del suelo en donde se establecen comunidades de microorganismos; dentro de este sistema de interacciones existen cadenas tróficas de individuos, por lo tanto el cuestionamiento se podría abordar con la realización de diseños experimentales en los cuales implementaría las siguientes metodologías :</p> <p>Procedería a delimitar dentro de de la zona de estudios transeptos de 20m, observaría la incidencia de la avifauna en tiempo y aprovechamiento de los recursos, forrajeo, y nidación. Dentro del transepto tomaría parcelas de 2m cuadrados en estas se cuantificaría la hojarasca y la cantidad de organismo presentes, con la intención de estimar correlaciones entre la cantidad de hojarasca, de organismos e incidencia de la avifauna, con este trabajo se determinarían áreas de distribución de aves que dependan de los recursos contenidos en las capas de hojarasca dispuestas sobre el suelo de una zona determinada.</p> |
| <p><b>ROSMERY FRANCO PALLARES</b></p> <p>La hojarasca influye en la subsistencia de los anfibios en tres rangos altitudinales del PNN Tamá?</p> <p>Los anfibios tienen dos estilos de vida, comenzando como larvas en hábitats acuáticos para luego desarrollarse en adultos con hábitos terrestres. Sin embargo, también hay muchas especies que desarrollan por completo en los huevos, sin pasar por la etapa larval e incluso, algunas especies tienen desarrollo directo – es decir, son vivíparas (Angulo <i>et al.</i> 2006).</p> <p>El papel de los anfibios como especies bioindicadoras de la</p>   | <p><b>SANDRA ALVAREZ</b></p> <p>¿Las mariposas nos pueden indicar la velocidad de recuperación florística y concentración de nutrientes en la zona de la quema?</p> <p>La sucesión vegetal es un proceso ecológico el cual se puede observar en lugares donde ha habido disturbios anteriores, por ejemplo ganadería, quema, deforestación entre otros disturbios antrópicos (Yepes 2010).</p> <p>Los insectos se han caracterizado por ser indicadores del estado de una zona en particular. Las mariposas son un grupo muy versátil por ello sirven como indicadores, por</p>  |

calidad ambiental de los ecosistemas, quienes indican el estado de conservación del medio donde viven, hacen vulnerables las alteraciones antropogénicas y biológicas debido a su condición fisiológica, ya que poseen un tegumento permeable altamente vascularizado, requieren tener la piel constantemente húmeda y fría para mantener un proceso respiratorio eficiente (Sinsch 1990). En su piel está compuesta de queratina, una proteína fibrosa muy resistente que sirve a los anfibios como protección contra el desgaste y en cierta forma evita la pérdida de agua. La mayoría de los anfibios, requiere humedad para permitir una respiración eficaz.

La abundancia de la vegetación arbustiva, así como el espesor y la cobertura de la hojarasca podrían ser considerados como medidas de la calidad o grado de intervención del hábitat en unidades ecológicas como la selva nublada o bosques altoandinos, debido a que proporcionan regímenes adecuados de **humedad** para el refugio, alimentación y reproducción de muchos anfibios (Manzanilla y Péfaur 2000)

Es posible que la humedad en el interior de la capa de hojarasca sea un factor importante en la reproducción de la especie. De ser así, las zonas de borde aún en la selva podrían ser limitantes importantes en la reproducción de la especie, ya que cerca del límite con el potrero, la selva presenta ambientes más secos y con menor cobertura de dosel, pueden poner en juego la supervivencia de los huevos (Urbina-Cardona y Reinoso 2009). La eclosión de subadultos de los nidos de hojarasca en los que se desarrollan los huevos y larvas dependen de cierto grado de humedad no sólo en la hojarasca, sino también del ambiente.

En estudios científicos se ha demostrado que la profundidad del mantillo se relaciona positivamente con la riqueza de especies de herpetofauna de hojarasca (Fauth *et al.* 1989). Estudios de Hilje (2004), obtuvo información sobre *E. noblei*, una especie bastante rara y de la que no se conoce ningún aspecto sobre su biología o ecología. La única información conocida sobre esta especie es que es un habitante raro del mantillo. Aunque en este estudio se observaron muy pocos individuos de esta especie, y tal vez por esto sea difícil afirmar realmente cuales son los factores que están interviniendo en la presencia y abundancia de esta especie, se logró determinar una asociación positiva con la cantidad de mantillo del bosque. Se podría relacionar a este mantillo con la disponibilidad, diversidad y abundancia de alimento (Hilje, 2004)

Con la literatura anterior, puedo confirmar con los datos de sustratos del PNN Tamá en diferentes rangos altitudinales que se realizó desde Agosto 2010 – Abril 2011, que la hojarasca influye mucho la presencia de muchas especies de anfibios para cumplir sus funciones metabólicas.

En conclusión, la retención de la humedad en la hojarasca, influye mucho en la subsistencia de los anfibios en bosques altoandinos y nublados, para sus actividades metabólicas como la reproducción, el desarrollo embrionario e incluso alimentación de invertebrados que están en la hojarasca.

preferencia. El hábitat de las mariposas es propicio depende da cada especie, pueden hacer todo su ciclo desde la copula, puesta de huevos hasta el llegar a ser adulto en un solo tipo de planta, algunas de las mariposas pueden ser migratorias lo cual abre el grupo de plantas que necesitan para completar su ciclo de vida. (Moreno 2009)

Cada especie de mariposas es característica de una zona, ya sea perturbada o no, por ejemplo la *Eurema xanthoclora* es típica de potreros, jardines y demás lugares que han sufrido cambios drásticos, por lo general hechos por el hombre; para el caso de la *Morpho amathonte* es diferente, puesto que ella por ser una especie especialista, es característica de afluentes, los cuales en su periferia deben tener céspedes, las cuales son primordiales para su reproducción.

La zona de la quema (ubicada en el municipio de Pamplona) es una oportunidad para observar las diferencias entre las zonas circundantes y esta. Sería interesante observar que tipo de mariposas se encuentran y en qué proporción, teniendo en cuenta su abundancia, riqueza y diversidad, para relacionarlas con las que se encontraran en la parte adyacente, como matorrales adjuntos y relictos de bosque cercanos.

Teniendo en cuenta la variación de la composición florística y la concentración de nutrientes en el suelo (hojarasca, humus), se podría evaluar la relación de las mariposas con la PPN de cada una de los lugares muestreados.

Se esperaría encontrar una gran cantidad de mariposas de la familia Piéridae de los géneros *Eurema*, *Leptophobia*, de la familia Nynphalidae de los géneros *Anartia*, *Heliconius* por ser las más representativas de zonas perturbadas. Este tipo de géneros se encuentran como punto referente de perturbación y de transición de lugares perturbados y relictos más conservados.

La PPN debe ser mayor en las zonas periféricas, por consiguiente la riqueza debe ser proporcional a la PPN, esto se lo podemos atribuir a que el ciclo de las mariposas es determinado por el estado de la planta hospedera, si la planta tiene un déficit de nutrientes las mariposas no copularan en ellas hasta que esta se encuentre en optimas condiciones, por consiguiente si hay plantas que presenten condiciones desfavorables se asumirá que hay deficiencia de nutrientes, por esto podemos llegar a asumir que no hay suficiente hojarasca que aporte los nutrientes necesarios al sistema y de este modo se retrasará el proceso de recuperación florística

#### BIBLIOGRAFIA

[http://www.accefyn.org.co/revista/Vol\\_22/84/407-421.pdf](http://www.accefyn.org.co/revista/Vol_22/84/407-421.pdf)

<http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/455/45514006.pdf>

[http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S0034-77442010000100031&script=sci\\_arttext&tlng=es](http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S0034-77442010000100031&script=sci_arttext&tlng=es)

--

|  |  |
|--|--|
| <p><b>BIBLIOGRAFIA</b></p> <p>Angulo, A., J. V. Rueda, J. V. Rodríguez, and E. La Marca. 2006. Técnicas de inventario y monitoreo para los anfibios de la región tropical andina. Conservación Internacional. Serie Manuales de Campo N° 2. Panamericana. Bogotá, Colombia.</p> <p>Fauth, J.E., B.I. Crother &amp; J.B. Slowinski. 1989. Elevational patterns of richness, evenness, and abundance of the Costa Rican leaf litter herpetofauna. <i>Biotropica</i> <b>21</b> (2): 178-185.</p> <p>Hilje Rodríguez, B. 2004. Distribución y abundancia de anfibios en bosques tropicales húmedos con diferente estado de sucesión, Estación Biológica La Selva, Sarapiquí, Costa Rica. Ciudad Universitaria Rodrigo Facio. Tesis. Pg 61</p> <p>Manzanilla, J., y Péfaur, J. E. 2000. Consideraciones sobre métodos y técnicas de campo para el estudio de anfibios y reptiles. <i>Revista De Ecología Latinoamericana</i> <b>7</b> (1-2): 17-30</p> <p>Sinsch, U. 1990. Migration and orientation in anuran amphibian. <i>Ecology and Evolution</i> <b>2</b>:65-79</p> <p>Urbina-Cardona N. U. y Reynoso V.H. 2009. Uso del microhábitat por hembras grávidas de la rana de hojarasca <i>Craugastor loki</i> en la selva alta perennifolia de Los Tuxtlas, Veracruz, México. <i>Revista Mexicana de Biodiversidad</i> <b>80</b> (2): 571- 573,</p> |  |
| <p><b>DIANA CARRILLO</b></p> <p>¿Entre mayor sea el desarrollo evolutivo de las comunidades vegetales menor será la independencia con respecto a las fluctuaciones del clima?</p>  |  |

La enseñanza por indagación y la investigación en el aula son métodos muy exigentes en cuanto a la organización previa que se debe realizar por parte del docente para proponer prácticas de campo ligadas a las preguntas de indagación integradoras que promuevan el desarrollo de otros interrogantes ecológicos por parte de los estudiantes (Anexo 1.1), en el caso particular de este semestre se pudo trabajar de forma muy personalizada por ser un grupo de solo 6 estudiantes, por lo cual hubo tiempo suficiente para detectar efectivamente las falencias en el aprendizaje, pero queda la pregunta ¿será posible para un docente con el tiempo limitado hacer lo mismo con grupos tan masivos como los que se presentan en otros semestres, en los cuales mínimo son 30 estudiantes? Considero que estos métodos serían más apropiados si todos los programas concibieran el manejo de grupos pequeños y se aplicaran desde los primeros semestres, para sumergir sutilmente a los estudiantes en el proceso científico. La masividad en la educación colombiana, también se observa en la cantidad de materias que el estudiante debe tomar para sacar adelante su semestre, lo que genera malos hábitos ya que ellos están en pro de alcanzar buenas notas muchas veces hasta plagiando trabajos o copiando exámenes, y se diluye el trabajo del docente dado que no hay una motivación por aprender sino por la nota. Ahora, cuando empecé a aplicar estas nuevas metodologías de manera rigurosa hubo al principio cierta resistencia, ya que al estudiante no se le habían tenido en cuenta sus apreciaciones iniciales ni mucho menos la conexión de estas ideas previas con preguntas de indagación abiertas y directas. El estudiante fue percibiendo que los métodos le demandaban

mayor tiempo para dedicarse a profundizar en el entendimiento de los procesos ecológicos y sus relaciones con el medio abiótico a través de la información tomada en campo e interpretada a la luz de la estadística. Al respecto, se pudo notar que los estudiantes presentan grandes dificultades a la hora de abordar y elaborar sus hipótesis de trabajo para someterlas a prueba con la estadística, en los informes (anexo 2) se puede apreciar que aplican las pruebas pero les cuesta trabajo interpretar, concluir, y realizar una síntesis de manera escrita. También se pudo notar, para aquellos estudiantes que quedaron en el nivel 1, que no hubo aproximación a la bibliografía, por lo cual se deduce, que ellos consideran que la lectura no es importante para su proceso de aprendizaje. Por estas razones es necesario seguir insistiendo en el manejo e interpretación de las diferentes pruebas estadísticas y buscar el motivo para colocar lecturas referentes al tema.

En lo referente a la aplicación del cuestionario de preconceptos y las preguntas de indagación iniciales, fueron unas herramientas pedagógicas muy valiosa para determinar el grado de conceptualización que tenían los estudiantes al llegar al curso, se pudo determinar que había confusión o poco entendimiento del aporte que hace la caída de hojarasca al ecosistema y su relación con las variables meteorológicas. Estas dificultades se fueron superando en la mayoría de los estudiantes al realizar el trabajo de campo donde aprendieron a manejar los instrumentos y a interpretar sus resultados. Además al estar en contacto directo con las comunidades vegetales desarrollaron mejores relaciones conceptuales al comprobar que las predicciones hechas antes de ir a campo o eran correctas o no reflejaban lo que tenían en mente. Este cambio de métodos didácticos facilitó además, el trabajo en el aula el cual se centró en la discusión a través de debates de las preguntas de indagación y con ellas se fueron abordando los tópicos de tiempo atmosférico, ciclo circadiano, ciclo anual, clima y sus escalas (microclima, mesoclima y macroclima) y los tiempos en que operan dichos elementos en relación al proceso de la caída de hojarasca.

Cabe anotar que la aplicación del cuestionario de preconceptos (tablas 2 a 5) al finalizar las metodologías permitió definitivamente puntualizar más el avance alcanzado por cada estudiante. Como seguían existiendo vacíos conceptuales, estos se trataron de aclarar en una socialización y se deben seguir profundizando con las dinámicas pertinentes para continuar el curso.

En general se puede concluir que las hipótesis de trabajo planteadas en esta propuesta pedagógica si se pudieron cumplir con el desarrollo de esta prueba piloto.

## 9. Alcances de la prueba piloto

- La caída de hojarasca, como eje central, si permitió abordar la enseñanza de las relaciones causales entre el desarrollo de la vegetación y las oscilaciones de las variables meteorológicas en las dos zonas de estudio contrastantes (anexo 3).
- Se logró un cambio en la concepción inicial que tenían los estudiantes en lo referente a la importancia que tiene la caída de hojarasca como proceso ecosistémico regulador del desarrollo de las comunidades vegetales en ecosistemas boscosos de montaña.
- Los trabajos escritos entregados (anexo 1 y 2) y las respuestas finales del cuestionario de preconceptos (tabla 2, 3, 4 y 5) identifican que los estudiantes si mejoraron en la capacidad de argumentación en lo referente a los procesos biológicos relacionados con la caída de hojarasca y reflejan mejores habilidades en los procesos de pensamiento en relación, análisis, inferencia y síntesis.

- Se logró un avance significativo en la capacidad de síntesis, reflejado en la formulación de nuevas preguntas biológicas que pueden ser tomadas posteriormente como hipótesis de trabajo para ser desarrolladas como trabajos de grado.
- Los estudiantes tomaron como referente la caída de hojarasca para formular posibles explicaciones de fenómenos biológicos que están abordando en otros cursos (tabla 13).

## 10. Recomendaciones

- Aplicar las metodologías propuestas en esta prueba piloto en los contenidos fundamentales de la ecología propuestos para el curso (figura 3) ya que se vio un cambio importante en las habilidades comunicativas y de pensamiento en los estudiantes.
- Promover en el desarrollo de las prácticas pedagógicas la lectura continua y la búsqueda de la misma ya que se observó deficiencias en este proceso.
- Buscar herramientas didácticas que permita fortalecer las habilidades en el manejo de la estadística y una aproximación de esta para explicar los fenómenos biológicos.
- Procurar que los experimentos propuestos en las practicas de campo de un semestre se continúen en el siguiente: Esta continuidad permitiría alcanzar un verdadero proceso investigativo realizado principalmente por los estudiantes, en lo referente al entendimiento de los procesos ecológicos en las comunidades sucesionales de la franja de bosque andino y altoandino en la cuenca del rio Pamplonita.

## 11. ANEXOS

### **ANEXO 1. RELACIÓN DE ENSAYOS PRESENTADOS POR LOS ESTUDIANTES (se transcribieron puntualmente respetando las ideas y redacción del estudiante)**

---

#### **ANEXO 1.1 ENSAYO: LA CAÍDA DE HOJARASCA COMO REGULADOR DEL ECOSISTEMA: UN PROCESO DE RETROALIMENTACIÓN**

<sup>1</sup>Elianny Pacheco Peñaranda

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias Básicas, Programa de Biología, Universidad de Pamplona, Pamplona, Colombia

La caída de hojarasca (CH) es el proceso por el que las especies vegetales retornan los nutrientes al ecosistema, y mediante el cual se transfiere la energía almacenada en la parte aérea de la planta a la superficie del bosque (Verdu et al., 1980), existe un ciclo de energía: absorción, transformación, distribución y almacenamiento en la planta que debe ser retribuido y reutilizado de alguna forma para que sea provechoso y productivo para todo el sistema y otros niveles tróficos.

En la caída de hojarasca influyen procesos intrínsecos y extrínsecos de la planta. Componentes biológicos (fisiología, edad, especie), climáticos (radiación lumínica incidente, radiación lumínica reflejada, velocidad del viento, humedad relativa y temperatura), edáficos, topológicos que van a dar como resultado final la cantidad de materia orgánica vegetal alojada en la superficie terrestre (Belmonte et al., 1998; Prause et al., 2003; Quinto et al., 2007), varios estudios demuestran que factores como la especie vegetal tienen relevancia en cuanto al aporte de hojarasca en un ecosistema (Prause et al., 2003); pero existen todavía discusiones acerca de los otros agentes que afectan este proceso, puesto que muchos estudios acerca de la influencia de las variables meteorológicas en la CH arrojan poca correlación, exceptuando la velocidad del viento, que por acción físico-mecánica va a afectar de alguna manera en el aumento de la producción de hojarasca; estudios que arrojan correlaciones entre las demás variables atribuyen esto a que la cantidad de hojarasca está influenciada por la velocidad de viento variable siempre presente (Bonilla et al., 2008; Huber & Oyarzún 1983).

La retroalimentación existe, siempre y cuando, halla causa y efecto, lo que quiere decir que el cambio en alguna de los sistemas puede ocasionar el cambio del otro, en este caso en particular, un cambio en la CH puede afectar la estructura y composición del suelo y de la misma manera el suelo afectar a la planta.

El proceso de regulación mediante la caída de hojarasca puede ser analizado desde diferentes puntos de vista, por una parte si vemos la relación de la planta-CH-suelo podríamos, en cuanto al flujo de nutrientes por CH y disponibilidad de este, podemos hablar de una retroalimentación positiva (Galicia, 2002); pero si lo vemos desde el punto de vista de la influencia en la regeneración que puede traer la CH podemos hablar de una retroalimentación negativa, esto según el concepto de retroalimentación que se maneja a nivel de ecosistema.

La hojarasca es un importante factor regulador en muchos aspectos dentro de un ecosistema, puesto que constituye una de las transferencias de energía y nutrientes que ayudan en el mantenimiento funcional del ecosistema, cubriendo los ciclos de retorno desde la biomasa vegetal a la reserva edáfica.

La cantidad, la calidad y los componentes principales de la CH, influye a nivel químico y físico en el suelo (Rodríguez, 2009); también proporciona cobertura lo que ocasiona un cambio en el microclima del suelo protegiéndolo de cambios abruptos de temperatura, humedad y erosión e incrementando la disponibilidad y filtración de recursos como el agua; la CH es un aporte importante de nutrientes en ecosistemas con bajo contenido de estos en el suelo (Salazar, 2008)

La CH aporta una cantidad de mantillo, (primera capa del suelo formada por restos de plantas recién caídas o en proceso de descomposición) que al acumularse en gran cantidad sobre el suelo tiene como consecuencia la

retención de nutrientes en la hojarasca y baja productividad, además de causar efectos negativos sobre las plantas en desarrollo; un aumento en la cantidad de mantillo, también puede aumentar el riesgo de incendios (Salazar, 2008).

Componentes dentro de la hojarasca como el nitrógeno y fósforo determinan la calidad de hojarasca y por consiguiente la tasa de descomposición (Gallardo et al., 2009).

Tanto la captación, procesamiento y producción de energía a través de los procesos de fotosíntesis, como la CH son procesos que juegan un rol importante en la reutilización directa o indirectamente de nutrientes por la planta, aumentando la eficiencia en su uso por parte de esta (Gallardo et al., 2009), en resumen es una forma de transferencia de energía entre plantas y suelo, y una forma de recuperación indirecta de lo perdido por la planta.

Existen cierta controversia según los estudios encontrados en cuanto a la respuesta que tiene el suelo al eliminar la hojarasca o al aumentar la cantidad de esta; por una parte al remover la hojarasca, la superficie terrestre se ve afectada directamente por la radiación incidente, la temperatura y esto se ve reflejado en la concentración de nutrientes que entran por las raíces hacia la planta, la germinación de semillas, establecimiento de plántulas, daños en los meristemas y tejidos de la hoja productividad total y crecimiento de plantas (Jake et al., 2005); por otra parte el aumento de hojarasca causa otro tipo de deficiencias entre las que se encuentra la inhibición de crecimiento de plántulas o de semillas con la necesidad de ciertas características (Salazar, 2008).

En conclusión dentro de un ecosistema son muy importantes la interacciones plantas-suelo teniendo una gran diversidad y funcionalidad (Salazar, 2008); la hojarasca es un potente regulador a nivel directo del suelo y a nivel indirecto de la propia comunidad de plantas en un ecosistema.

Surgen preguntas como:

¿Qué cantidad de energía es absorbida, utilizada, y retribuida al ecosistema por parte de la planta?

¿Qué factores influyen mas los intrínsecos o extrínsecos de la plantas en la CH?

¿Qué beneficio tiene una planta en la caída de hojarasca?

¿Qué es más efectivo hacer de la caída de hojarasca algo continuo o algo ocasional?

¿Porqué existen en plantas del mismo tamaño diferencias en la caída de hojarasca?

¿Existen diferencias entre especies iguales en diferentes lugares en cuánto a la cantidad de hojarasca producida?

La luz determina a nivel fisiológico la abscisión de la hoja?

¿Por qué existen plantas que no tienen correlación entre la CH y los factores climáticos, podría esto deberse en parte a la evolución de las plantas?

¿Qué otros mecanismos aparte de los de eliminación o aumento de hojarasca podrían utilizarse para evaluar el proceso de retroalimentación dentro de un ecosistema?

¿Las plantas pueden regular la cantidad de CH según los requerimientos del ecosistema?

¿Qué elementos aparte del nitrógeno y el fósforo podrían determinan el grado de descomposición?

¿De qué manera se evalúa que el grado de descomposición de la hojarasca es debido a ciertos elementos?

¿Las plantas podrían tener una forma de comunicación con el suelo mediante las cantidades de nutrientes que este provea para aumentar o disminuir la cantidad de CH?

¿Cómo las plantas logran saber la cantidad adecuada para mantener un equilibrio dinámico dentro del ecosistema?

¿Se podría decir que la primera capa de la hojarasca (mirado desde el suelo hacia el exterior) tiene como función el aporte de nutrientes y la segunda parte ser la protección y regulador de varios factores como la temperatura, humedad, y luminosidad incidente, y también como proveedor de nutrientes a futuro?

¿Cómo influye el establecimiento de diferentes plantas después de una quema en la recuperación de las características del suelo?

¿Cómo se ven afectadas las interacciones planta suelo cuando llegan especies invasoras y de qué manera logran regular esta situación?

### Bibliografía

- Verdu A.M., Fekres LL., Roda F. & Terradas J. 1980. Estructura y funcionalismo de un encinar montano en el Montseny. iv. producción de hojarasca. *Mediterránea*. (4) 51-68.
- Huber J. & Oyarzún C. 1983. producción de hojarasca y sus relaciones con factores meteorológico en un bosque de *Pinus radiata* (d.don.). *Bosque* (5) 1: 1–11.
- Belmonte F., Romero, A. & López F.1998. Producción de hojarasca en especies de matorral mediterráneo y su relación con algunos factores ambientales. *Nimbus*. (1-2) 5-16.
- Galicia L., García F., Murillo R & Oliva M. 2002. Flujos de C, N y P al suelo de dos especies de árboles remanentes en una pradera tropical estacional.
- Prause J., Arce de Caram G. & Angeloni P.N. 2003. Variación mensual en el aporte de hojas de cuatro especies forestales nativas del parque chaqueño húmedo (Argentina). *Quebracho*. (10) 39-45.
- Jake F., Weltzin J.K., Keller S.D., Bridgham J.P., Allen P.B. & Chen J. 2005. Litter controls plant community composition in a northern fen. *OIKOS*. (110) 537-546
- Quinto H., Ramos Y.A. & Abadia D. 2007. Cuantificación de la caída de hojarasca como medida de la productividad primaria neta un bosque pluvial tropical en Salero, Chocó, Colombia. *Revista industrial universidad tecnológica del Chocó*. (26) 26-41.
- Bonilla R., Roncallo B., Jimeno J. & García T. 2008. Producción y descomposición de la hojarasca en bosques nativos y de *Leucaena* sp., en Codazzi, Cesar. *Revista Corpoica – Ciencia y Tecnología Agropecuaria* 9(2) 5-11.
- Salazar S. 2008. Estudio de procesos ecológicos para el desarrollo sostenible del castaño (*Castanea sativa* mill.) de la sierra de Francia. Tesis doctoral. Csic. Universidad de Salamanca.
- [Gallardo A.](#), [Covelo F.](#), [Morillas L.](#) & [M. Delgado](#). 2009. Ciclos de nutrientes y procesos edáficos en los ecosistemas terrestres: especificidades del caso mediterráneo y sus implicaciones para las relaciones suelo-planta. *Ecosistemas* (18) 2.
- Rodríguez S. 2009. Organismos del suelo: la dimensión invisible de las invasiones por plantas no nativas. *Ecosistemas* 18 (2) 32-43.

---

## **ANEXO 1.2 ENSAYO: LAS FLUCTUACIONES METEOROLÓGICAS Y LA CAÍDA DE HOJARASCA**

Sandra Milena Álvarez Gómez

**Universidad de Pamplona, Programa de Biología, Ecología Terrestre**

La caída de hojarasca es un proceso ecológico que se ve desde la caída de las hojas hasta el paso de nutrientes al suelo por descomposición, en el cual se encuentran implícitos varios procesos biológicos, fisiológicos, y químicos. Para que ocurra esto, es precisa la intervención de las diferentes variables meteorológicas las cuales afectan estos procesos.

La hojarasca como proceso tiene fases, las cuales se ven afectadas por sucesos nombrados anteriormente. La primera fase puede definirse como la caída de la hoja al suelo, esta acción típica, se encasilla como parte del proceso fisiológico de la planta y de la hoja. Por otro lado, el tiempo que tarda la caída de la hoja se ve afectado por la velocidad del viento, el cual afecta de una manera puntual el tiempo fisiológico de la hoja, esto quiere decir que si la hoja ya se encuentra débil en la yema axilar y aumenta la velocidad del viento aumentará la posibilidad de que se desprenda de la rama mucho más rápido.

La velocidad del viento también se ve afectada por otro tipo de factores climáticos y no climáticos, como la época del año seca o húmeda, la temperatura, la humedad relativa, y la geografía de la zona, entre otras, por consiguiente el hecho de que caigan hojas de una planta, se considera un resultado del proceso fisiológico de la planta, el cual en algún momento se ve afectado por las fluctuaciones meteorológicas y las condiciones de la zona donde se encuentra. A mayor velocidad del viento mayor producción de hojarasca, esto se puede demostrar con una correlación que arroje como resultado significancia estrecha. (Bonilla. et al, 2008)

La siguiente fase ocurre cuando las hojas que cayeron de la planta pasan a ser parte del mantillo, un conjunto de materia orgánica conformada por la vegetación de la zona, en este caso se ven los efectos de las variaciones climáticas. Los meteoros que entran de una manera crucial en este proceso son la temperatura, humedad relativa, precipitación, y radiación, cada uno de ellos afecta de alguna manera la proliferación de múltiples organismos los cuales determinan la tasa de descomposición del mantillo. Cuando hay una fluctuación puntual se alteran estas tasas, esto se puede observar en las diferentes épocas, con relaciones espacio temporales en el transcurso del año, teniendo en cuenta las variaciones de precipitación atmosférica (Escobar et al 2008)

Las fluctuaciones meteorológicas han afectado los ambientes de todo el mundo esto se puede ver en la aparición de la cadena trófica que surge de la caída de hojarasca (Vargas 2007- cita a Campbell, 1987;Smith y Smith, 2001; Atlas y Bartha, 2002), dichos factores promueven la aparición de macroinvertebrados, y microorganismos que intervienen en el flujo de nutrientes, ayudando a la descomposición de dicho mantillo.

A lo largo del tiempo se han realizado una variedad de estudios los cuales han demostrado la relación de los factores climáticos con la caída de hojarasca como proceso ecológico, entre estos podemos encontrar a Huber A, Oyarzun C. (1984) los cuales afirman que la caída de hojarasca se ve directamente relacionada con la velocidad del viento y la precipitación media anual, otro trabajo mucho más reciente en el cual citan a los autores anteriores, el de Ramírez-Correa (2007) en este se observan las correlaciones de las variables meteorológicas con respecto a la caída de hojarasca en un bosque montano del departamento de Antioquia, a pesar que en algunas variables no arrojo una relación estrecha, se llega a la conclusión de que los factores meteorológicos si afectan la caída de hojarasca.

La diferente evidencia encontrada, su antigüedad y la constante aceptación a lo largo del tiempo me lleva a confirmar mi concepto el cual es relación de las fluctuaciones meteorológicas en la caída de hojarasca a diferentes escalas, desde el inicio del proceso (desprendimiento de la hoja de la planta) hasta el final (paso de nutrientes de la hoja al un sustrato por descomposición), pero en estos momentos, y al ver la estabilidad de los modelos resultado de la toma de datos en la zona de la quema del filo de Borrero, se nota que a medida que una

comunidad vegetal evoluciona tiende a estabilizar sus factores microclimáticos, pero aun así estos seguirán afectando el proceso, cada factor se requiere para poder estabilizar el sistema y ayudar a la retroalimentación del mismo.

#### Bibliografía

Bonilla Ruth, Roncallo Belisario, Jimeno José, García Tatiana, Producción y descomposición de la hojarasca en bosques nativos y de *Leucaena* sp, en Codazzi, Cesar *Revista Corpoica – Ciencia y Tecnología Agropecuaria* (2008) 9(2), 5-11

Escobar, E., M. Maass *et al.* 2008. Diversidad de procesos funcionales en los ecosistemas, en *Capital natural de México*, vol. I : *Conocimiento actual de la biodiversidad*. Conabio, México, pp. 161-189.

HUBER, A.; OYARZUN, C. 1984. Producción de hojarasca y sus relaciones con factores meteorológicos en un bosque de *Pinus radiata* (D. DON.). *Bosque* (5)1: 1-11

Ramírez-Correa, Jorge Andrés, Zapata-Duque, Claudia Marcela, León-Peláez, Juan Diego *et al.* Caída de hojarasca y retorno de nutrientes en bosques montanos andinos de piedras blancas, Antioquia, Colombia. *INCI*, mayo 2007, vol.32, no.5, p.303-311. ISSN 0378-1844.

Vargas, L. -A Parra. Varela Producción de hojarasca de un bosque de niebla en la reserva natural la planada (Nariño, Colombia) *Universitas Scientiarum - Edición especial, Vol 12, 35-49*

---

### ANEXO 1.3 ENSAYO ¿LAS VARIABLES METEOROLÓGICAS INFLUYEN EN LA CAÍDA DE HOJARASCA?

Rosmery Franco Pallares  
Universidad de Pamplona

54

La caída de la hojarasca se define como un proceso ecológico que aporta el flujo de energía y materia a la superficie terrestre, de los cuales se da el proceso de descomposición de la materia orgánica definido como mantillo, que son favorables tanto para los organismos y posteriormente el aporte de nutrientes necesarios que la comunidad vegetativa requiere. Este proceso de descomposición depende de las variables meteorológicas como la precipitación, la temperatura y humedad relativa para que se lleve a cabo la descomposición. Pero también, puede influir esas variables meteorológicas en la “caída de hojarasca”, puesto que es un sistema dinámico que depende (mínimo) de esas variables. Diría que tanto las variables meteorológicas como el ciclo de vida que cumple cada hoja, dependiendo de la estación que se presente en el lugar. Cuando se presenta en días calurosos o una estación seca, la planta tienen estrategias para no perder el agua que la planta necesita, retiene todo el contenido del agua en las hojas e incluso los nutrientes y lo transporta al tallo en donde se reserva el agua. Este proceso se llama senescencia como el envejecimiento de las células y se superpone en la disminución del área fotosintética, principal fuente de síntesis de esos carbohidratos pero a su vez, favorece la removilización de nutrientes a los destinos reproductivos. Es decir, disminuye la tasa fotosintética por la degradación de los cloroplastos y retiene todos los nutrientes para ocurrir el proceso de la caída de hojarasca.

El proceso de la senescencia foliar puede ser dividido en dos etapas: -1 un período inicial de redistribución de nutrientes que implica principalmente la degradación de los cloroplastos y la exportación del N y otros nutrientes liberados hacia otros órganos y -2 un proceso final de muerte celular una vez que la redistribución de nutrientes ha sido completada. Ese proceso, se puede dar por senescencia programada o por estrés de las plantas por los cambios estacionales.

Gracias al ácido absísico quien induce la senescencia, cortando el peciolo de las hojas favoreciendo su caída hacia la superficie sumado a la influencia de las variables meteorológicas. En épocas secas, la velocidad del tiempo generalmente es mayor, incita a que las hojas caigan con más frecuencia siempre y cuando las hojas están en senescencia, a punto de caer. Igualmente, la precipitación, también influye en la caída de hojarasca, puesto que cae sobre el área foliar provocando que caiga y la precipitación tiene relación estrecha en la descomposición de materia orgánica, es decir, a mayor humedad, mas rápido se descompone.

La temperatura lo relacionaría dependiendo de las estaciones, si es una época seca, mayor será la temperatura y decrece la humedad relativa, menor descomposición pero por efecto de la velocidad del viento y el estrés hídrico, la planta recurre en la estrategia de expulsar las hojas a la superficie; mientras que en épocas lluviosas, interviene la precipitación, la temperatura disminuye y aumenta la humedad relativa favoreciendo óptimamente la descomposición de materia orgánica.

De acuerdo al comentario en clase, acepto que cada vez que la comunidad vegetativa evoluciona, va disminuyendo el impacto de las variables meteorológicas en la caída de hojarasca, puesto que está más desarrollado, y presenta mayor dosel del bosque, ya que no fluyen casi la luminosidad que se requieren para la fotosíntesis, sino con el microclima es suficiente para favorecer su crecimiento y desarrollo: la tasa de hojarasca en la superficie es mayor a comparación de un sitio que ha sido perturbado, por la obvia razón de que hay más comunidad vegetativo que aportan los nutrientes.

#### Bibliografía

<http://www.safv.com.ar/Giamet101004.pdf>

---

### **ANEXO 1.4 ENSAYO: LOS DETERMINANTES O POSIBLES EFECTOS DE LAS VARIABLES METEOROLOGICAS FRENTE AL PROCESO ECOLOGICO DE LA CAIDA DE HOJARASCA**

55

***Jonathan Sequeda Zuleta*; Facultad de ciencias básicas, Programa de Biología. Universidad de Pamplona Colombia**

Los bosques son ecosistemas de alta complejidad en los que se realizan procesos, ciclos, y demás eventos que regulan de cierta forma la materia y la energía contenidos en ellos; la caída de la hojarasca es uno de los procesos ecológicos más importantes dentro de la organización de los bosques, desempeñando funciones importantes dentro de cada sucesión o forma que éste presente. Existen bosques tales como: bosques secos tropicales, bosques húmedos tropicales, bosques de niebla, bosque andino, alto andino entre otros. Encontrando en cada uno de ellos unas características que los hace específicos en estructura vegetal, densidad, cobertura, tipo de suelo, temperatura, humedad relativa y precipitación. Estos tipos de características fluctúan de acuerdo a la posición geográfica, factores edáficos, climatológicos y biológicos a los que se encuentren cada tipo de bosque; en este escrito me centraré en tratar de esclarecer los efectos posibles que causan los eventos climatológicos en el proceso de la caída de hojarasca dentro de los bosques teniendo en cuenta las implicaciones de cada uno.

Los eventos meteorológicos presentes en cada uno de los lugares geográficos de nuestro planeta son de mucha importancia y por ende puntualizan la funcionalidad del proceso de caída de hojarasca y un posterior ciclado de nutrientes dentro de los bosques, no sin antes mencionar la importancia que tiene la fisiología de cada espécimen presente en un hábitat determinado; eventos tales como precipitación, humedad relativa ambiental, temperatura, y luz causan un efecto ya sea de carácter positivo o negativo; estos factores afectan de acuerdo a la composición de los bosques, en un bosque seco tropical las precipitaciones no se correlacionan con la caída de hojarasca y su valor estadístico no es de gran significancia puesto que en estos bosques la mayor productividad es dada en épocas de sequía o poca precipitación debido al déficit hídrico por falta de agua, el

efecto de la velocidad del viento hace que se obtenga una mayor cantidad de productividad determinando un factor físico mecánico de beneficio al suelo del bosque seco tropical, la humedad relativa ambiental en este tipo de bosque no es determinante en la caída de hojarasca. Este meteoro se relaciona con la capacidad de los sistemas vegetales a mantener su fitomasa por las óptimas condiciones hídricas por tanto hay una menor cantidad de productividad en altas medidas de la HR; la temperatura es uno de los meteoros que estabiliza la producción en estos bosques secos tropicales puesto que se produce a una tasa casi constante durante toda una sucesión anual debido a las pocas fluctuaciones; la luz incidente de igual forma cumple un gran papel dentro de la productividad primaria neta de este tipo de bosque a mayor medida de luz tomada durante periodos de tiempo se reflejará en mayor fotosíntesis que de hecho se expresa en mayor cantidad de productividad.

Los meteoros mencionados de hecho actúan de una forma diferente ante un bosque húmedo tropical, las condiciones o estratificaciones de estos bosques los hace aun más complejos y más difícil de interpretar o de poder medir el efecto que causan los meteoros medioambientales sobre procesos ecológicos que en ellos ocurran; la caída de hojarasca en este tipo de bosque está mediada por factores intrínsecos y extrínsecos, debido a la gran red de estratificación por la cual están formados, se encuentran arboles maduros que se centran en mayor productividad de frutos y órganos de reproducción a sus alrededores se encuentran grandes sistemas vegetales de vida epífita que se encargan de establecerse como sistemas independientes estos tienen la capacidad de tener una productividad de menor cantidad, de bajo de estas grandes formas de dosel se encuentran sistemas vegetales de configuración arbustiva que poseen una capacidad de productividad mayor por su estado de crecimiento. Las precipitaciones dentro de estos bosques son de mayor escala haciendo que los suelos se saturen y las plantas tengan una mayor cantidad de disposición de fuente hídrica y la caída de hojarasca tendrá poco efecto en estas condiciones, la apertura del dosel por ser un efecto mecánico producido por grandes vientos y precipitaciones características brinda a escalas mayores la productividad al suelo por la dotación de hojas, troncos, detritus y demás componentes orgánicos que son de mayor complejidad en reconocerlos, entre estos podemos tener material orgánico digerido por especie animales y demás; la HR dentro de estos bosques es mayor y su correlación con la caída de hojarasca es poca, sus valores estadísticos son de poca significancia, imperan los factores físicos biológicos como la fisiología de cada especie, la producción de ácido abscísico es determinante para la producción de hojarasca dentro este tipo de bosque húmedo tropical; la temperatura varía dentro de estos bosques teniendo un efecto positivo dentro de la cantidad de producto obtenido, con las fluctuaciones hace que aumente esta productividad en épocas de poca precipitación y cantidades de HR bajas; la incidencia de la luz dentro de estos bosques en poca la cantidad de energía absorbida es asimilada por los árboles maduros, éstos la transforman en producción de órganos reproductores, flores que a su vez tendrán un aporte al mantillo del suelo, pero con menor cantidad; las estrategias de las demás plantas son de carácter propio para tener su capacidad de productividad primaria bruta.

En los bosque de niebla, los meteoros a su vez tendrán efectos positivos o negativos en cuanto a la caída de hojarasca, en estos bosques la precipitación tiene relación significativa con el aporte de productividad de materia orgánica al mantillo; el efecto es mecánico, generalmente porque en estos bosques las precipitaciones son menores por tener una mayor cantidad de líquido en forma de vapor y posterior condensación, es decir, su HR es mayor, por ende a mayor precipitación se tendrá una mayor producción, para estos bosques se estima una menor cantidad de productividad a mayor cantidad de HR y temperatura.

Los bosques montanos considerados por su distribución geográfica, en mayor altitud, están enmarcados entre los 1000 a 3500 metros sobre el nivel del mar, estas disposiciones los hacen aun más específicos y complejos; las variables meteorológicas en estas condiciones son de poca afección, las precipitaciones en estas alturas son muy bajas por ende el efecto mecánico afecta muy poco el proceso de la caída de hojarasca dentro de los bosques andinos y alto andinos. En estos bosques, la HR es mucho mayor considerando que sean bosques maduros, en zonas de bosques perturbadas esta HR es un poco menor y se estima mayor cantidad para núcleos de expansión que para zonas abiertas con poca vegetación; este meteoro no se relaciona con la productividad primaria neta, la cantidad de HR es inversamente proporcional a la caída de hojarasca dentro de un bosque

andino o alto andino; las fluctuaciones de los meteoros pueden afectar, pero más como efecto mecánico; la caída de troncos viejos repercute más directamente sobre el aporte de la hojarasca al mantillo de estos bosques, teniendo en cuenta la complejidad de cada tipo de bosque se puede deducir que más que las variables meteorológicas afecten a la productividad primaria neta, es cada componente propio quien determina dicha cantidad y que los caracteres más internos de cada espécimen direccionan la culminación de cada proceso cíclico dentro de los ecosistemas vivos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Revista institucional universidad tecnológica del Chocó D.L.C N 26, Año 2007 p.28\_41. Cuantificación de la caída de hojarasca como medida de la productividad primaria neta en un bosque pluvial tropical en salero, Chocó, Colombia. Harley Quintero Mosquera, Yan Arley Ramos Palacio y Deivis Abadía Bonilla.
2. 2007 L. VARGAS PARRA / A. VARELA. PRODUCCION DE HOJARASCA DE UN BOSQUE DE NIEBLA EN LA RESERVA NATURAL LA PLANADA (NARIÑO, COLOMBIA) universitas scientiarum, enero\_junio, año/vol.12 número especial 1 Pontificia Universidad Javeriana Bogotá, Colombia pp.35\_49
3. Revista CORPOICA\_ ciencia y tecnología agropecuaria (2008) 9 (2) ,5\_11.PRODUCCION Y DESCOMPOSICION DE LA HOJARASCA EN BOSQUES NATIVOS Y DE LEUCAENA sp; EN CODAZZI CESAR. Ruth Bonilla, Belisario Roncallo, José Jimeno y Tatiana García
4. Selvas y bosques nublados andinos 4\_40. PRODUCCION DE HOJARASCA EN UNA SELVA NUBLADA ANDINA ESTACIONALIDAD DESCOMPOSICION Y NITROGENO Martha Elena Ramírez M. y Michelle Ataroff S.

---

### **ANEXO 1.5 ENSAYO: ¿LAS FLUCTUACIONES DE LAS VARIABLES METEOROLOGICAS, AFECTAN LA CAÍDA DE HOJARASCA EN EL FILO BORRERO, PAMPLONA NORTE DE SANTANDER, COLOMBIA?**

Presentado por: Lesly Roció Peña.

Universidad de Pamplona Facultad de Ciencias Básicas, Programa de Biología.

#### INTRODUCCION

Para adentrarnos un poco más en el tema, es necesario plantear y abordar algunos conceptos, con el fin de evitar confusiones más adelante. El primero sobre la caída de hojarasca, definiéndolo de la siguiente manera: es el proceso ecológico mediante el cual, el ecosistema captura, almacena, y permite el flujo de energía y materia. Por otro lado, las variables meteorológicas que están más correlacionadas con la caída de hojarasca y las que se tendrán en cuenta más adelante son:

**Temperatura:** es una magnitud relacionada con la rapidez del movimiento de las partículas que constituyen la materia. Cuanta mayor agitación presenten éstas, mayor será la temperatura

**Velocidad del viento:** movimiento de aire desde una zona hasta otra. Se origina cuando entre dos puntos se establece una cierta diferencia de presión o de temperatura.

**Radiación:** es la energía transferida por el Sol a la Tierra. Ésta viaja a través del espacio en forma de ondas que llevan asociada una determinada cantidad de energía. A la cantidad de radiación que es reflejada por un cuerpo respecto a la radiación incidente, se le conoce como 'albedo'

**Humedad relativa:** la humedad es la cantidad de vapor de agua que contiene el aire, la humedad relativa, se expresa en porcentaje y está determinada por: el contenido de vapor de la masa de aire, su máxima capacidad

de almacenamiento de éste, llamada *presión de vapor saturante*. Este valor indica la cantidad máxima de vapor de agua que puede contener una masa de aire antes de transformarse en agua líquida.

Precipitación: personalmente la interpreto, de manera que las nubes están formadas por una gran cantidad de gotas minúsculas y cristales de hielo, procedentes del cambio de estado del vapor de agua de una masa de aire que, al ascender en la atmósfera, se enfría hasta llegar a la saturación y se produce lo que conocemos como lluvia.

Teniendo en cuenta estos conceptos previos, es necesario hacer una última aclaración, y esta se basa principalmente en que planteare el desarrollo del interrogante, de forma tal, que la respuesta sea que indudablemente los factores ambientales ejercen cierto efecto en la caída de hojarasca. Esto con el fin de defender mi hipótesis y el conocimiento adquirido, dado a una serie de discusiones y contradicciones que rodean el tema. Por supuesto, basándome no solo en artículos científicos, y bibliografía en general, sino también en observaciones y análisis realizados en campo.

Dicho esto iniciare con la “defensa” teórica de mi afirmación, sobre la influencia de las variables meteorológicas en la caída de hojarasca.

Unos de los primeros estudios, sobre la relación de la producción de hojarasca y las condiciones meteorológicas, (temperatura y precipitación) fue realizado por Brown y Lugo en 1982, dicho estudio fue uno de los más completos y puso en evidencia la relación existente entre ambos procesos, luego Bray y Gorham en 1964, encontraron que la hojarasca foliar estaba relacionada con la precipitación media anual. Posteriormente en el año 1986, estudios en bosques lluviosos tropicales de Karnataka, India, Rai y Proctor, registraron sincronía entre los períodos de menor precipitación y los picos de producción de hojarasca.

Sin embargo, un estudio ya más colombiano del tema, el de Correa et al. en el 2007, en el cual trabajaron con caída de hojarasca en bosques andinos montanos, de piedras blancas en Antioquia, encontraron que no había una clara relación, entre la cantidad de lluvia y la caída de hojarasca foliar, durante los dos años de duración del estudio. Pero, aceptaron que esta fracción sí se encuentra correlacionada con la intensidad promedio de la lluvia, así como con la cantidad de agua asociada con las lluvias de máxima intensidad (Zapata *et al.*, 2007). Argumentando en su discusión que esta situación podría deberse a que, en ocasiones, precipitaciones de intensidad elevada están acompañadas de vientos de gran velocidad, con lo cual los mayores valores de producción de hojarasca, supuestamente relacionados con tales eventos de lluvia, son en realidad producto del golpe de la masa de aire que ocasiona el desprendimiento de hojas de manera anticipada (Huber y Oyarzum, 1983) o podría explicarse por el impacto físico producido por las gotas de lluvia, es decir, aceptan que factores como la precipitación y la velocidad del viento si están afectando la caída de hojarasca.

Estos son solo algunos, de lo muchos estudios que demuestran experimentalmente, la incidencia de factores meteorológicos sobre la caída de hojarasca. Pero continuando con la defensa de mi opinión, mencionaré otros estudios relacionados con el tema, y quiero resaltar que algunos de estos corresponden a bibliografía muy antigua, con lo cual puedo inferir que esta discusión no es cosa de hoy, sino que implica varios años de trabajo y pensamiento científico.

Pero antes de mencionar otros artículos haciendo más sustentable mi hipótesis, infiero firmemente que factores meteorológicos como temperatura, humedad y velocidad de viento definitivamente, están estrechamente relacionados con la caída de hojarasca en el neotrópico, aunque gracias a la bibliografía encuentro más apoyo a mi inferencia, ya que, no solo en los bosques neotropicales los factores meteorológicos influyen sobre la abscisión de las hojas, sino que yéndome un poco más allá, logre averiguar que según Prause y colaboradores (2003), el estudio de 4 especies de plantas, *Gleditsia amorphoides*, *Patagonula americana*, *Maclura tinctoria* y *Astronium balansae*, se determinó la correlación entre la abscisión de las hojas de estas especies, con factores ambientales, encontrando que dicha caída de hojarasca está marcada en gran medida por la estacionalidad, siendo en general los factores más influyentes: la precipitación, velocidad del viento y la temperatura. Pero claro que hay que tener en cuenta que las fluctuaciones estacionales en la caída de hojarasca, están reguladas por

múltiples factores, siendo principalmente procesos tanto biológicos como climáticos, aunque también claro, influye la topografía, densidad del bosque, condiciones edáficas, etc (Hernández et al, 1992). Este es uno de los estudios que más llamo mi atención puesto que sin lugar a duda me permite inferir y predecir que mi hipótesis es muy lógica, pero algo más importante es que maneja conceptos muy realistas del tema, es decir, afirma que factores meteorológicos tienen cierta relación con la caída de hojarasca, pero también aceptan que definitivamente hay otros factores que también interactúan, para poder permitir este complejo, maravilloso y vital proceso ecológico.

Finalmente aplicando un poco más de lo observado y medido en campo, y de acuerdo a los análisis que se realizaron en ciertas variables, puedo decir con toda certeza que definitivamente las variables microclimáticas tienen un efecto sobre la caída de hojarasca en el filo de Borrero, Pamplona, Norte de Santander, Colombia. Debido a que dichos análisis arrojaron que aunque un ecosistema entre más complejo más definido y más independiente, depende fundamentalmente de la adaptación a un ambiente específico, y ese ambiente está determinado por variables meteorológicas que en este estudio dieron significativas como la radiación (albedo), la humedad relativa y la temperatura.

## CONCLUSION

Gracias a la experiencia en campo y algo de literatura puedo concluir que mi inferencia, definitivamente con pruebas sólidas y contundentes, es y será siendo aceptada. Además, que gracias a esta pregunta logré identificar, que los factores más influyentes según los artículos mencionados anteriormente, son la temperatura, la humedad relativa, la velocidad del viento, y la precipitación, siendo estos dos últimos factores de gran peso. Pero además de aprobar mi hipótesis, pude apreciar que los factores que afectan el proceso de la caída de hojarasca sea en la zona que sea, depende de múltiples factores, no solo el clima, sino también uno de los más importantes es la respuesta y adaptación de la fisiología de las plantas a dichas condiciones o a dichos factores.

- Bray, J. R. and Gorham, E. 1964. Litter production in forests of the world. *Advances in Ecological Research*. Vol. 2; p. 101-157.
- Brown S, Lugo AE. 1982. The storage and production of organic matter in tropical forests and their role in the global carbon cycle. *Biotropica* 14: 161-187.
- Hernández IM, Gallardo JF. 1992. Dinámica de la composición de la hojarasca forestal en bosques de la cuenca del Duero (provincia de Zamora): Modelización de la pérdida de peso. *Arid Soil Research and Rehabilitation*, 6:339-355
- Huber, A. and Oyarzum, C. 1983. Producción de hojarasca y sus relaciones con factores meteorológicos en un bosque de *Pinus radiata* D. Don. En: *Bosque*. Vol. 5, no.1; p. 1- 11.
- Rai, S. N. and Proctor, J. 1986. Ecological studies on four rainforests in Karnataka, India. Part II. Litterfall. En: *Journal of Ecology*. Vol. 74; p. 455-463
- Zapata CM, Ramírez JA, León JD, González MI. 2007. Producción de hojarasca fina en bosques de *Quercus humboldtii*, *Pinus patula* y *Cupressus lusitanica* de Antioquia, Colombia. *Rev. Fac. Nac. Agron. Medellín*.
- Zapata Duque, Claudia Marcela; Ramírez, Jorge Andrés; León Peláez, Juan Diego; González Hernández, Maria Isabel PRODUCCIÓN DE HOJARASCA FINA EN BOSQUES ALTO ANDINOS DE

## **ANEXO 1.6. ENSAYO: ¿ENTRE MAYOR SEA EL DESARROLLO EVOLUTIVO DE LAS COMUNIDADES VEGETALES MENOR SERA LA INDEPENDENCIA CON RESPECTO A LAS FLUCTUACIONES DEL CLIMA?**

Diana Carrillo

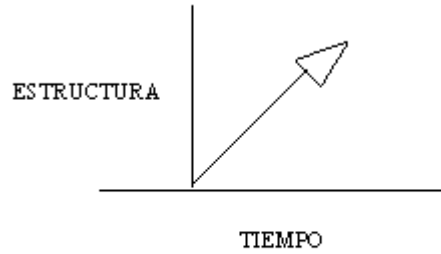
En primer lugar esta frase no debería tomarse como un interrogante sino como una afirmación, ya que diferentes estudios que se han realizado sobre este fenómeno y se han cuantificado y se han citado (Odum 1972, Margalef 1995, Turck & Turck 1974, Murcia 2010), y su observación en los diferentes ecosistemas, respecto al tiempo se puede determinar lo anterior.

En un ecosistema hay relaciones complejas entre sí y los ecosistemas circundantes, ya que ningún ecosistema opera en forma independiente ya que todos aprovechan la energía del exterior e intercambian al menos unos con otros (Turck & Turck 1974).

Partiendo de este concepto, en el ámbito del ecosistema, cada especie funciona como un transportador de energía entre dos niveles y actúan como una válvula reguladora (Odum 1972). Esta regulación es conocida como homeostasis, ya que el efecto de incidentes como clima, depredación y otros factores de perturbación tienden a desorganizar el sistema, y mediante mecanismos reguladores que se oponen al desequilibrio (Turck & Turk1974), estos regulan el equilibrio dinámico de estos mismos generando una propiedad mayor sobre el ambiente físico en el cual se encuentra (Explicación del principio de la propiedad emergente)

Los ecosistemas no están estáticos, ya que los organismos presentan cambios en su entorno a medida que se van desarrollando, ejemplo la caída de hojarasca por parte de la comunidad vegetal, la cual estas atrapan la energía radiante del sol y esta las convierten en nutrientes, los cuales lo utilizan para realizar sus funciones vitales, pero estas por lo general atrapan más energía de la que necesitan, la cual acumulan en sus hojas y estas mueren y caen al sistema, incorporándose a las cadenas tróficas detritívoras (Margalef 1995)

Estos flujos y aportes de energía, brindan a las especies que se encuentran inmersos la posibilidad de cumplir sus funciones vitales (concepto de Nicho), los cuales a medida que estas crecen y mueren, van generando ciertas condiciones como mayor estabilidad dentro de la comunidad para que otras especies que necesitan ciertas condiciones (disponibilidad de hábitat, específicamente como disponibilidad de suelos, nutrientes, sombra temperatura, etc.), así como la mayoría de estos organismos van cambiando por lo tanto también su hábitat, y por siguiente de forma inevitable todo el ecosistema, si este no sufre perturbaciones tiende a aumentar los niveles de organización y complejidad (Margalef et al 2002) a través del tiempo y por lo tanto aumenta su complejidad (Gráfica 1) en sus interacciones, ya que los nuevos individuos que ingresa a este sistema poseen un mayor rendimiento energético, y brindan por lo tanto una mayor homeostasis.

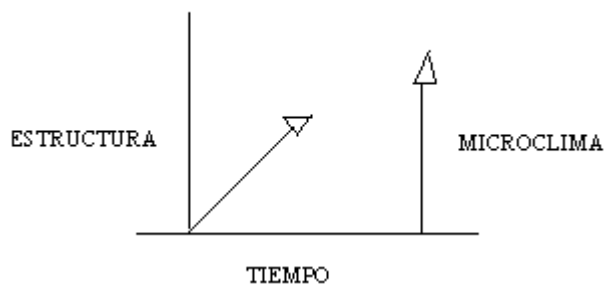


COMPLEJIDAD = ESTRUCTURA VRS TIEMPO

(Gráfica 1)

Cuando la jerarquía se descompone en sus diversos niveles de subsistemas, estos últimos pueden seguir interactuando y se reorganizan para alcanzar un nivel más alto de complejidad (Lazlo et al. 1992). Este cambio en el ecosistema, respecto al tiempo, es conocido como sucesión, que ya es el paso de una comunidad seral a otra, en la cual su estructura cambia según los sucesos que se estén presentando. Esta sucesión puede ser negativa o positiva, en la cual en la primera por factores se pasa de un estadio más avanzado a un estadio primario, generado por un disturbio ya sea de origen natural o por una carga antrópica; la segunda la cual es generada por las mismas interacciones de los organismos frente a su medio la cual le da ventaja al ecosistema de tener mejores atributos como: mayor complejidad tanto en estructura y cadenas tróficas, mayor Historia Biológica y homeostasis conjunta (Odum 1972, pág. 279)

Este cambio estructural va generando un cambio en el clima interno de la comunidad llamado microclima, el cual es un sistema homeostático del cual es el resultado de las relaciones entre los organismos con su medio. Este microclima se hace más estable frente a un aumento de la comunidad contra el tiempo (Gráfica 2), y es independiente de las condiciones meteorológicas que se encuentran en el ecosistema. Se demostró matemáticamente que las jerarquías integradoras evolucionan más rápido a partir de sus constituyentes que los sistemas no jerárquicos con el mismo número de elementos, por otra parte, son más elásticos en respuesta a las perturbaciones.



Gráfica 2

Pero esta sucesión está regida por el clima, puesto que el resultado final en la estructura de la comunidad varía respecto al clima, pero esta no la causa, puesto que los procesos siguen su curso independiente si es el clima dirige esta sucesión pero no la determina, ya que el mismo ecosistema por su complejidad tiende a buscar la capacidad de controlar estas perturbaciones.

Cuando una comunidad que puede desarrollarse estable y que prevalece en un estado avanzado de sucesión ecológica, denominada comunidad de clímax en el cual los factores (Nutrientes) como climáticos se mantienen, estos no afectan a la comunidad por la complejidad de relaciones que se encuentran allí. Esta capacidad que tiene

dicha comunidad de soportar estas perturbaciones se denomina resiliencia, en la cual las fluctuaciones repentinas como por ejemplo un descenso repentino en la precipitación anual en el sistema puede generar una perturbación, pero este por la complejidad de las relaciones de los organismos que habitan allí y su desarrollo puede afrontar esta pérdida de agua, en la cual una estrategia es que las comunidades vegetales pierdan gran parte de sus hojas, reduciendo al evapotranspiración, y utilizando reservas que se encuentran en su parénquima, el cual les permite afrontar estas bajas precipitaciones.

En últimas, la mejor forma de resolver estos diferentes interrogantes en los fenómenos en la naturaleza es realizar observaciones y estudios, para así poder corroborar o rechazar estas interrogantes por más obvias que perezca la respuesta.

---

## **ANEXO 2: RELACIÓN DE LOS INFORMES A MANERA DE ARTICULOS CIENTIFICOS PRESENTADOS POR LOS ESTUDIANTES.**

### **ANEXO 2.1 INFORME A MANERA DE ARTICULO CIENTIFICO: MICROCLIMA EN LA ZONA DE LA QUEMA FILO DE BORRERO NORTE DE SANTANDER**

Álvarez Sandra Milena; Pacheco Elianny; Peña Lesly Rocío  
Universidad de Pamplona, Norte de Santander Colombia, Ecología Terrestre

#### **Resumen**

Los factores climáticos juegan un rol importante en la caída de hojarasca unos en mayor proporción que otros. Con el fin de evaluar el comportamiento de las fluctuaciones meteorológicas entre dos zonas una de quema y otra de matorral se tomaron datos de diferentes factores como la temperatura, humedad relativa, radiación lumínica reflejada, radiación lumínica incidente, nubosidad, velocidad viento durante una hora. Las variables con un nivel de significancia del 0,01, como la humedad relativa y luminosidad reflejada con respecto a la temperatura y el albedo con respecto a la luminosidad incidente, y con un nivel de significancia del 0.05 la velocidad del tiempo con respecto a la temperatura, esto en la zona de matorral; y en la zona de la quema correlación con nivel de significancia 0.01 para las variables de humedad relativa con respecto a la temperatura del bulbo, y una significancia del 0.05 para las variables de albedo con respecto a la temperatura y la luminosidad reflejada.

**Palabras clave:** Correlación, índice de Pearson, regresión lineal, factores meteorológicos.

#### **Introducción**

La caída de hojarasca (CH) es el proceso por el que las especies vegetales retornan los nutrientes al ecosistema, y mediante el cual se transfiere la energía almacenada en la parte aérea de la planta a la superficie del bosque (Verdu et al., 1980).

Diferentes factores influyen en la caída de hojarasca, tales como Componentes biológicos (fisiología, edad, especie), climáticos (radiación lumínica incidente, radiación lumínica reflejada, velocidad del viento, humedad relativa y temperatura), edáficos, topológicos (Belmonte et al., 1998; Prause et al., 2003; Quinto et al., 2007).

Uno de los factores que más influye sobre la caída de la hojarasca es la acción físico-mecánica, especialmente de los vientos fuertes, que va a causar una producción mayor de hojarasca, principalmente debida a la caída de acículas y partes.

La influencia de dichos factores climáticos pueden o no estar relacionados con la caída de hojarasca según las especies vegetales (Prause, 2003).

En condiciones microclimáticas pueden controlar cambios espacio temporales, así como la distribución y disponibilidad de recursos requeridos por las plantas para establecerse y crecer,

ejerciendo un control significativo sobre el crecimiento de las plántulas (Montenegro & Vargas, 2008).

Los suelos sustentan una vegetación con altas tasa de producción de hojarasca, estas tasas mejoran notablemente con propiedades físicas, en especial al incrementar vegetales mayores (Belmonte et al., 1998).

El propósito de este estudio es la contrastar el comportamiento de los factores climáticos en dos zonas: zona de la quema y zona de matorral.

### **Metodología**

Los factores meteorológicos (velocidad del viento, temperatura, humedad relativa, radiación lumínica incidente y reflejada) fueron recopilados en la zona de la quema del 9 de agosto de 2009 ubicada en el filo de Borrero como en la zona de matorral (coordenadas geográficas).

Los datos climáticos se tomaron cada 10 minutos, con intervalos de tiempo cada 5 segundos (usando el mecanismo de conteo de basquetbol, cada mil corre un segundo: 1001, 1002, 1003, 1004, 1005), por una hora (7:45 a 8:45 de la mañana).

Los datos fueron medidos con un multiparámetro y con un termómetro, se tuvo en cuenta la ubicación de la persona, la cual a lo largo de la hora no se movió del sitio inicial para reducir la posibilidad de error.

La nubosidad se midió en cuartos y se tomó registro por medio fotográfico; la dirección de viento se determino por medio del movimiento de un cabello y del humo de una chimenea cercana, teniendo en cuenta los puntos cardinales.

El análisis se realizo con spss 15.0, los análisis que se realizaron respectivamente para cada zona fue, un índice de Pearson que nos ayudo a ver qué variables estaban correlacionadas y en qué nivel, y se realizaron regresiones curvilíneas, estas nos ayudo a ver el comportamiento de los datos según los modelos que se ajustaran mejor, lineal, cubico, cuadrático entre otros, se escogió el mejor modelo por los niveles de significancia y los r cuadrados.

### **Resultados y análisis**

Una de las zonas estudiadas fue quemada en agosto del 2009, y la otra es adyacente a la de la quema, por lo que presenta características vegetativas las cuales son de tipo arbustivo.

Para cada zona se correlacionaron los datos meteorológicos para observar las fluctuaciones y los efectos de estas. Se realizaron las correlaciones con el índice de Pearson.

Los índices de Pearson en la zona de matorral, arrojaron como resultado una correlación con un nivel de significancia del 0,01, en las variables como la humedad relativa y luminosidad reflejada con respecto a la temperatura y el albedo con respecto a la luminosidad incidente, y con un nivel de significancia del 0.05 la velocidad del tiempo con la temperatura registrada por el multiparámetro (Tabla 1).

La zona de quema tiene una mayor fluctuación de los factores meteorológicos, al usar el índice de Pearson se obtuvo una correlación del 0.01 para las variables de humedad relativa con respecto a la temperatura del bulbo, y una significancia del 0.05 a las variables de albedo con respecto a la temperatura y la luminosidad reflejada (Tabla 2).

Tabla1: valores de correlación de Pearson en la zona del matorral.

|                            | Velocidad del viento | Humedad Relativa | Luminosidad Reflejada | Albedo   |
|----------------------------|----------------------|------------------|-----------------------|----------|
| Temperatura Multiparámetro | -,456(*)             | -,742(**)        | ,574(**)              |          |
| Luminosidad Incidente      |                      |                  |                       | ,998(**) |

\* La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).

\*\* La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

Tabla 2: valores de correlación de Pearson en la zona de la quema.

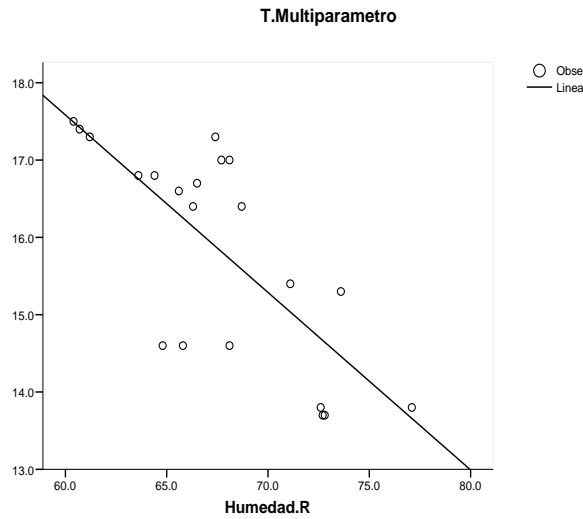
|                       | Humedad Relativa | Albedo  |
|-----------------------|------------------|---------|
| Temperatura Bulbo     | 870(**)          | ,815(*) |
| Luminosidad Reflejada |                  | 823(*)  |

\* La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).

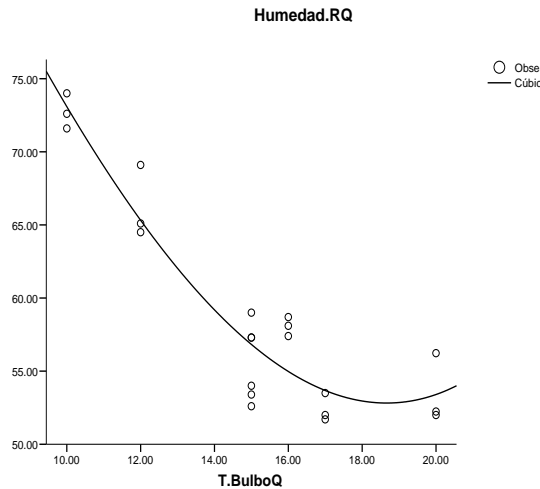
\*\* La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

Teniendo en cuenta cada una de las correlaciones, se realizaron las regresiones curvilíneas, las cuáles podemos observar el comportamiento de los datos.

Las variables de la humedad relativa con respecto a la temperatura, muestra un cambio abrupto en la distribución de los datos (gráficas 1 y 2), para el caso de la quema se uso un modelo cuadrático, mientras que en la zona del matorral un modelo lineal, se nota una variación la cual es muy notable, estas representan las fluctuaciones de los meteoros, esto se le puede atribuir a la variación vegetativa de la zona, la zona de la quema posee una vegetación pobre y de poca altura, por lo contrario la zona del matorral posee una vegetación mucho más prominente con respecto a la de la quema, hay presencia de arbustos de altura media los cuales otorgan propiedades propia a este lugar, como el control del microclima, como una manera de regulación del mismo. En esta variación comportamental de los factores meteorológicos, se puede observar la del proceso de estabilidad que sufre un ecosistema determinado por la vegetación y el proceso de su estructuración o evolución como comunidad.



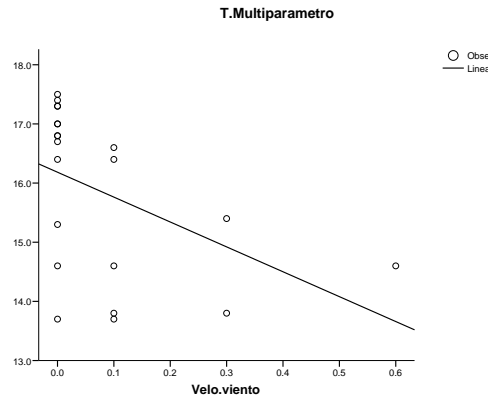
Gráfica 1: correlación entre la humedad relativa y la temperatura del multiparámetro, con un r cuadrado de 551 y una significancia de 0.000, con un modelo de ajuste lineal.



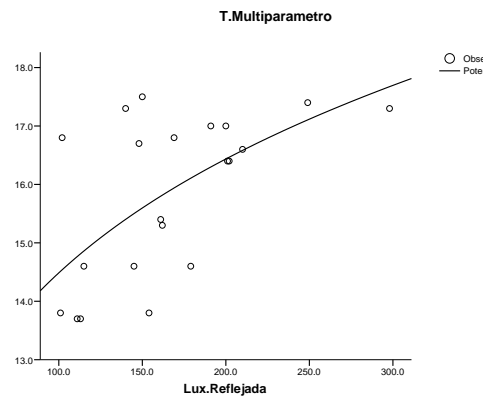
Gráfica 2. Correlación entre la humedad relativa y la temperatura del bulbo, con un r cuadrado de 0,889 y una significancia de 0,000, con un modelo de ajuste cúbico.

Las demás variables que se correlacionan son únicas de cada lugar, para la zona del matorral, adicional a las variables ya nombradas, se relaciona la velocidad del viento y la luminosidad reflejada con la temperatura, cada una de estas con un valor de significancia diferentes (gráfica 3 y 4) también se correlaciona el albedo con la luminosidad reflejada, en este caso no se ajusta ningún modelo, pero de algún modo estas dos variables se encuentran relacionadas en un bajo grado.

En la zona de la quema, se relaciona el albedo con la temperatura y la luminosidad incidente, de igual modo con valores de significancia diferentes, pero en este caso al ajustar esta relación a un modelo los niveles de significancia eran altos por consiguiente no se ajusta ningún modelo con los que se trabajo. Este fenómeno se debe a la dispersión de los datos, los cuales presentan una fluctuación notable en la zona de la quema, debido posiblemente a lo descubierto del lugar.



Gráfica 3. Correlación entre la temperatura y la velocidad del viento de la zona del matorral, con un r cuadrado de 0,208 y una significancia de 0,38 modelo lineal.



Gráfica 4. Correlación entre la temperatura y la luminosidad reflejada de la zona del matorral, con un r cuadrado de 0,347 y una significancia de 0,05 modelo potencial.

### Conclusiones

- La variación en la vegetación es un punto de partida para explicar el proceso de estabilidad de las fluctuaciones de los meteoros del filo de Borrero,
- Cada zona sufre de manera notablemente diferente las fluctuaciones meteorológicas y a pesar de que se tiende a reducir a mayor vegetación, todos los factores influyen en la dinámica de la zona.

## Bibliografía

- Verdu A.M., Fekres LL., Roda F. & Terradas J. 1980. Estructura y funcionalismo de un encinar montano en el Montseny. iv. producción de hojarasca. *Mediterránea*, 4, (51-68).
- Quinto H., Ramos Y.A. & Abadía D. 2007. Cuantificación de la caída de hojarasca como medida de la productividad primaria neta un bosque pluvial tropical en Salero, Chocó, Colombia. *Revista industrial universidad tecnológica del Chocó*, 26 (26-41).
- Belmonte F., Romero, A. & López F.1998. Producción de hojarasca en especies de matorral mediterráneo y su relación con algunos factores ambientales. *Nimbus*. 1-2 (5-16).
- Prause J., Arce de Caram G. & Angeloni P.N. 2003. Variación mensual en el aporte de hojas de cuatro especies forestales nativas del parque chaqueño húmedo (Argentina). *Quebracho*. 10 (39-45).
- Huber J. & Oyarzún C. 1983. producción de hojarasca y sus relaciones con factores meteorológico en un bosque de *Pinus radiata* (d.don.). *Bosque* (5) 1: 1 – 11.
- Bonilla R., Roncallo B., Jimeno J. & García T. 2008. Producción y descomposición de la hojarasca en bosques nativos y de *Leucaena* sp., en Codazzi, Cesar. *Revista Corpoica – Ciencia y Tecnología Agropecuaria* (2008) 9(2), 5-11.
- Montenegro A.L & Vargas O.2008. Caracterización de bordes de bosque altoandino e implicaciones para la restauración ecológica en la Reserva Forestal de Cogua (Colombia). *Rev. Biol. Trop. Int. J.* 56 (3): 1543-1556.

---

## ANEXO 2.2 INFORME A MANERA DE ARTICULO CIENTIFICO

### Relación de las variables meteorológicas en la caída de hojarasca del filo de Borrero, Pamplona – Norte de Santander

Rosmery Franco Pallares  
Universidad de Pamplona

67

## RESUMEN

La hojarasca constituye la vía de entrada principal de los nutrientes en el suelo y es uno de los puntos clave del reciclado de la materia orgánica y de los nutrientes para la comunidad vegetativa y la cadena trófica de muchos organismos. En este trabajo se buscó determinar las relaciones de las diferentes variables meteorológicas y la caída de hojarasca del filo de Borrero, Pamplona.

## INTRODUCCION

El helecho marranero o común de la familia Hypolepydaceae (*Pteridium aquilinum*) - (L.) Kuhn, es una planta terrestre; rizoma rastrero, subterráneo, rodeado de un penacho de pelos oscuros. Hojas de 0,3-3m de largo; últimos segmentos con la base largamente decurrente y modificada, con tricomas densos, transparentes, de color pardo, haz de la lámina casi glabro a escasamente peloso; envés densamente peloso entre las nervaduras, tricomas en su mayoría rectos, de color blanco. Tiene una distribución amplia mundial, en regiones tropicales, templadas y frías, con la excepción de desiertos y polares.

Es considerada una maleza agresiva para agricultores y ganaderos, por su facilidad de propagación. Es utilizado en el campo para el empaque y protección de muchos productos agrícolas.

Este tipo de helecho se encuentra en la zona del filo de Borrero, Pamplona, Norte de Santander a una altura de 2400 m.s.n.m. el cual, en agosto 29 del 2009 hubo una quema que incineró gran parte de la zona, y hasta el momento, gracias a la velocidad del viento, pudo traspasar la hojarasca para enriquecer el suelo y regenerar nuevas plantas.

La caída de hojarasca foliar es un proceso ecológico que participa en el flujo de energía y materia hacia la superficie terrestre como parte esencial de la dinámica de los ecosistemas terrestres (Álvarez et al., 1992), y su tasa de caída, expresada en función del área de terreno, es un índice de la productividad primaria aérea neta de las poblaciones y comunidades vegetales, que permite evidenciar la importancia de las especies en el reciclaje de nutrimentos y en el mantenimiento de la fertilidad del suelo.

La hojarasca ocurre el proceso de descomposición de la hojarasca, primero se libera la fracción lábil (azúcares y proteínas) y después la fracción recalcitrante, de más lenta descomposición, como las ligninas y los fenoles (Binkley 1986). En este sentido, se reconocen tres etapas fundamentales en el ciclo de descomposición de la hojarasca. En la primera se produce la biodegradación rápida de la mayoría de las sustancias hidrosolubles y polisacáridos por la acción microbiana y los pluviolavados; en la segunda ocurre una disminución lenta de los hidrosolubles fenólicos y hemicelulosas por fragmentación, transporte, mezcla y biodegradación por la acción de la fauna edáfica; y en la tercera se produce un aumento del contenido de lignina y proteína por transformación húmica y mineral, con lavado de los hidrosolubles neoformados, lo que retarda notablemente la velocidad de descomposición (Martín, 1995). Se estima que los nutrientes liberados durante la descomposición de la hojarasca constituyen entre el 70-90% del total de nutrientes requeridos por las plantas (Waring y Schlesinger, 1985). Por lo tanto, la tasa de descomposición es el factor determinante de la biomasa y la productividad de estos ecosistemas (Sánchez et al. 2008).

Como objetivo del trabajo, es determinar las relaciones de las variables meteorológicas y la caída de hojarasca en una zona del filo de Borrero, Pamplona donde se expuso a la quema en el 2009.

## **METODOLOGIA**

### **Área de estudio**

El área de estudio es el filo de Borrero, Pamplona – Norte de Santander donde se estableció dos zonas de estudio, una zona abierta (1) donde se expuso la quema que ocurrió el 29 de Agosto de 2009, y la otra zona aledaña (2), zona natural cercana a la quema. Se evidencia de la quema a simple vista, por los troncos incinerados de algunos arbustos.

### **Materiales**

Se utilizo dos multiparámetros, en las dos zonas simultáneamente para tener dos réplicas en cuanto al tiempo, y determinar las diferencias de las variables meteorológicas. Se registró variables como la temperatura, la humedad relativa, velocidad del viento, la luminosidad incidente y reflejada de las dos zonas.

### **Análisis de datos**

Mediante el programa de SPSS (Statistical Product and Service Solutions) y Sigma Plot que involucra procesamiento de datos, tablas y análisis estadísticos con sus respectivas gráficas para determinar si existe la relación de las variables meteorológicas y la caída de la hojarasca.

## **RESULTADOS Y DISCUSION**

Mediante el uso del multiparámetro, se registraron los siguientes datos las variables de temperatura, humedad relativa, velocidad del viento, luz incidente, luz reflejada y el albedo que es la diferencia entre la incidente y la reflejada en los dos sitios de estudio del filo de Borrero, Pamplona, el 22 de febrero en las horas de la mañana entre 07:45 – 08:45. Se separó la zona 1 (Abierta) y la zona 2 (Natural) para un total de 42 variables. Los espacios en blanco, en el caso de la velocidad del viento, no hubo viento y el caso de la luz incidente y reflejada, pues como es una zona muy expuesta a las radiaciones solares, están saturadas.

| Zona | Tiempo   | T°C  | H.R. | V. Viento | L. Incid. | L. Reflej. | Albedo |
|------|----------|------|------|-----------|-----------|------------|--------|
| 1    | 07:45:00 | 13,7 | 72,7 |           | 200,0     | 111,0      | 89,0   |
| 1    | 07:45:05 | 13,7 | 72,8 | 0,1       | 223,0     | 113,0      | 110,0  |
| 1    | 07:45:10 | 13,8 | 72,6 | 0,1       | 214,0     | 101,0      | 113,0  |
| 1    | 07:55:00 | 13,8 | 77,1 | 0,3       | 214,0     | 154,0      | 60,0   |
| 1    | 07:55:05 | 15,3 | 73,6 |           | 213,0     | 162,0      | 51,0   |
| 1    | 07:55:10 | 15,4 | 71,1 | 0,3       | 215,0     | 161,0      | 54,0   |
| 1    | 08:05:00 | 16,3 | 68,1 | 0,6       | 1811,0    | 115,0      | 1696,0 |
| 1    | 08:05:05 | 16,6 | 64,8 |           | 1957,0    | 145,0      | 1812,0 |
| 1    | 08:05:10 | 16,7 | 65,8 | 0,1       | 210,0     | 179,0      | 31,0   |
| 1    | 08:15:00 | 17,8 | 68,1 |           | 1212,0    | 200,0      | 1012,0 |
| 1    | 08:15:05 | 17,8 | 67,7 |           | 1832,0    | 191,0      | 1641,0 |
| 1    | 08:15:10 | 17,9 | 67,4 |           | 1825,0    | 140,0      | 1685,0 |
| 1    | 08:25:00 | 16,9 | 66,5 |           | 187,0     | 148,0      | 39,0   |
| 1    | 08:25:05 | 16,1 | 64,4 |           | 254,0     | 102,0      | 152,0  |
| 1    | 08:25:10 | 16,9 | 63,6 |           | 2066,0    | 169,0      | 1897,0 |
| 1    | 08:35:00 | 17,2 | 68,7 |           | 221,0     | 201,0      | 20,0   |
| 1    | 08:35:05 | 17,2 | 66,3 | 0,1       | 1603,0    | 202,0      | 1401,0 |
| 1    | 08:35:10 | 17,2 | 65,6 | 0,1       | 250,0     | 210,0      | 40,0   |
| 1    | 08:45:00 | 18,5 | 61,2 |           | 392,0     | 298,0      | 94,0   |
| 1    | 08:45:05 | 18,6 | 60,7 |           | 426,0     | 249,0      | 177,0  |
| 1    | 08:45:10 | 18,6 | 60,4 |           | 423,0     | 150,0      | 273,0  |
| 2    | 07:45:00 | 10,0 | 74,0 | 0,1       | 730,0     | 731,0      | 1,0    |
| 2    | 07:45:05 | 10,0 | 72,6 | 0,2       | 1474,0    | 712,0      | 762,0  |
| 2    | 07:45:10 | 10,0 | 71,6 | 0,1       | 1476,0    | 726,0      | 750,0  |
| 2    | 07:55:00 | 12,0 | 69,1 |           | 1430,0    | 148,0      | 1282,0 |
| 2    | 07:55:05 | 12,0 | 65,1 |           | 1352,0    | 150,0      | 1202,0 |
| 2    | 07:55:10 | 12,0 | 64,5 |           | 1328,0    | 155,0      | 1173,0 |
| 2    | 08:05:00 | 15,0 | 59,0 | 0,2       |           | 632,0      |        |
| 2    | 08:05:05 | 15,0 | 57,3 | 0,1       |           | 1032,0     |        |
| 2    | 08:05:10 | 15,0 | 57,3 | 0,1       |           | 1012,0     |        |
| 2    | 08:15:00 | 20,0 | 56,2 | 0,1       |           | 245,0      |        |
| 2    | 08:15:05 | 20,0 | 52,2 | 0,1       |           | 223,0      |        |
| 2    | 08:15:10 | 20,0 | 52,0 |           |           | 218,0      |        |
| 2    | 08:25:00 | 15,0 | 53,4 |           |           | 283,0      |        |
| 2    | 08:25:05 | 15,0 | 52,6 | 0,1       |           | 272,0      |        |
| 2    | 08:25:10 | 15,0 | 54,0 |           |           | 269,0      |        |
| 2    | 08:35:00 | 16,0 | 57,4 |           |           | 330,0      |        |
| 2    | 08:35:05 | 16,0 | 58,1 | 1,3       |           | 325,0      |        |
| 2    | 08:35:10 | 16,0 | 58,7 |           |           | 323,0      |        |

|   |          |      |      |     |  |       |  |
|---|----------|------|------|-----|--|-------|--|
| 2 | 08:45:00 | 17,0 | 52,0 | 0,3 |  | 347,0 |  |
| 2 | 08:45:05 | 17,0 | 53,5 | 0,1 |  | 342,0 |  |
| 2 | 08:45:10 | 17,0 | 51,7 |     |  | 333,0 |  |

Tabla 1. Variables meteorológicas de las dos zonas de estudio del filo de Borrero, Pamplona.

Mediante el programa de SPSS se obtuvo los siguientes resultados mediante tablas:

**Estadísticos descriptivos**

| Var | N         | Mínimo    | Máximo    | Media     |              | Desv. típ. | Varianza  |
|-----|-----------|-----------|-----------|-----------|--------------|------------|-----------|
|     | Estadíst. | Estadíst. | Estadíst. | Estadíst. | Error típico | Estadíst.  | Estadíst. |
| T°C | 42        | 10,00     | 20,00     | 15,7381   | ,39449       | 2,55657    | 6,536     |
| HR  | 42        | 51,70     | 77,10     | 63,3690   | 1,1374       | 7,37145    | 54,338    |

Tabla 2. Variables descriptivos de la temperatura y humedad relativa del filo de Borrero – Pamplona

La varianza es una medida de dispersión definida como la media de las diferencias cuadráticas de  $n$  puntuaciones con respecto a su media aritmética, se expresa de la siguiente manera:

$$S^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$$

Mientras que la desviación típica se toma la raíz cuadrada de la varianza  $S = \sqrt{S^2}$

**Correlaciones**

|             |                        | Temperatura | Humedad   |
|-------------|------------------------|-------------|-----------|
| Temperatura | Correlación de Pearson | 1           | -,505(**) |
|             | Sig. (bilateral)       |             | ,001      |
|             | N                      | 42          | 42        |
| Humedad     | Correlación de Pearson | -,505(**)   | 1         |
|             | Sig. (bilateral)       | ,001        |           |
|             | N                      | 42          | 42        |

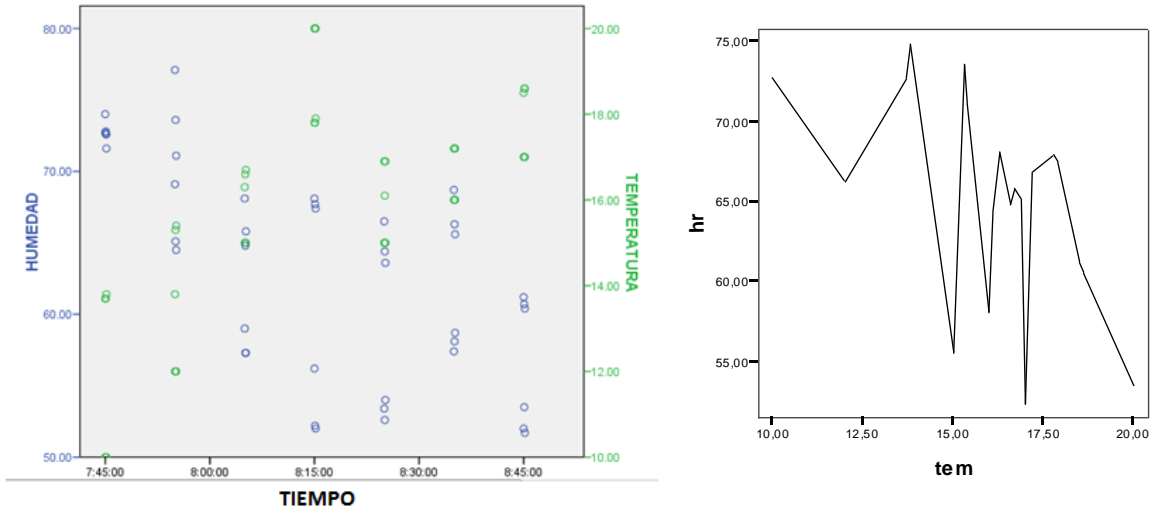
\*\* La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral)

Tabla 3. Correlación de temperatura y humedad relativa en las dos zonas de estudio del filo de Borrero

El coeficiente de correlación de Pearson es un índice que mide la relación lineal entre dos variables aleatorias cuantitativas. Mediante esa correlación, nos indica que ambas variables de temperatura y humedad relativa, si tiene relación estrecha sobre la caída de hojarasca puesto que ambas tienen un nivel de significancia de 0.01.

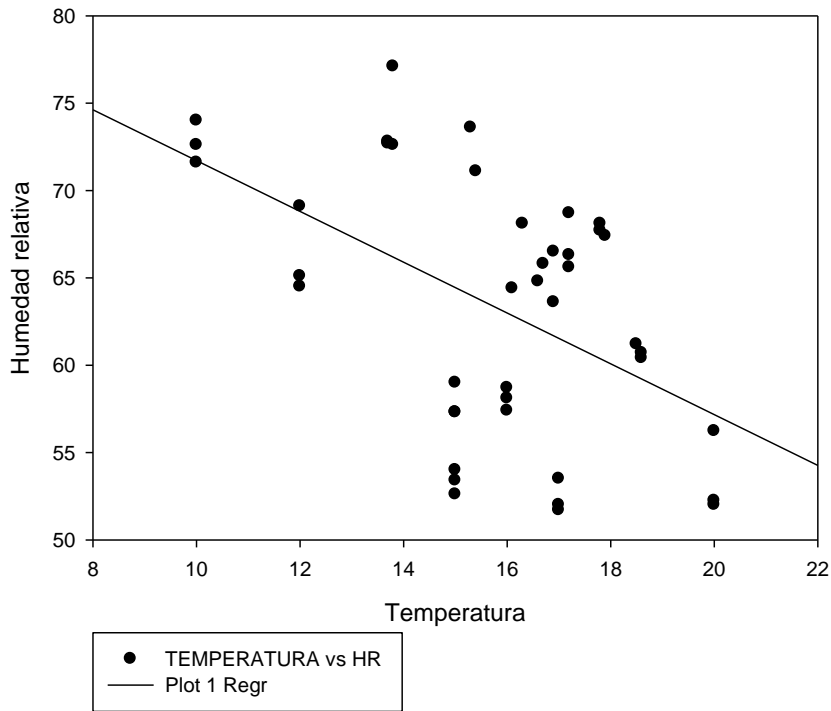
**Correlaciones de muestras relacionadas**

|       |                       | N  | Correlación | Sig. |
|-------|-----------------------|----|-------------|------|
| Par 1 | Temperatura y Humedad | 42 | -,505       | ,001 |



Grafica 1. Correlación de la temperatura y humedad relativa con respecto al tiempo.

**Relacion de T y Hr en el Filo de Borrero**



Grafica 2. Regresión simple de temperatura y humedad relativa.

Martha Patricia Ochoa Reyes. patricia.ochoa.reyes@gmail.com

En la grafica anterior, muestra una correlación negativa, de modo que al incrementarse los valores de la temperatura, los valores de la humedad relativa disminuyen

### Estadísticos descriptivos

|                        | N           | Mínimo      | Máximo      | Media       |              | Desv. típ.  | Varianza    |
|------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|-------------|-------------|
|                        | Estadístico | Estadístico | Estadístico | Estadístico | Error típico | Estadístico | Estadístico |
| INCIDENCIA             | 27          | 187,00      | 2066,00     | 879,1852    | 135,00913    | 701,52800   | 492141,541  |
| REFLEJADA              | 42          | 101,00      | 1032,00     | 293,0714    | 35,75823     | 231,73980   | 53703,336   |
| N válido (según lista) | 27          |             |             |             |              |             |             |

Tabla 4. Variables descriptivas de la luz incidente y reflejada en las dos zonas de estudio del filo de Borrero

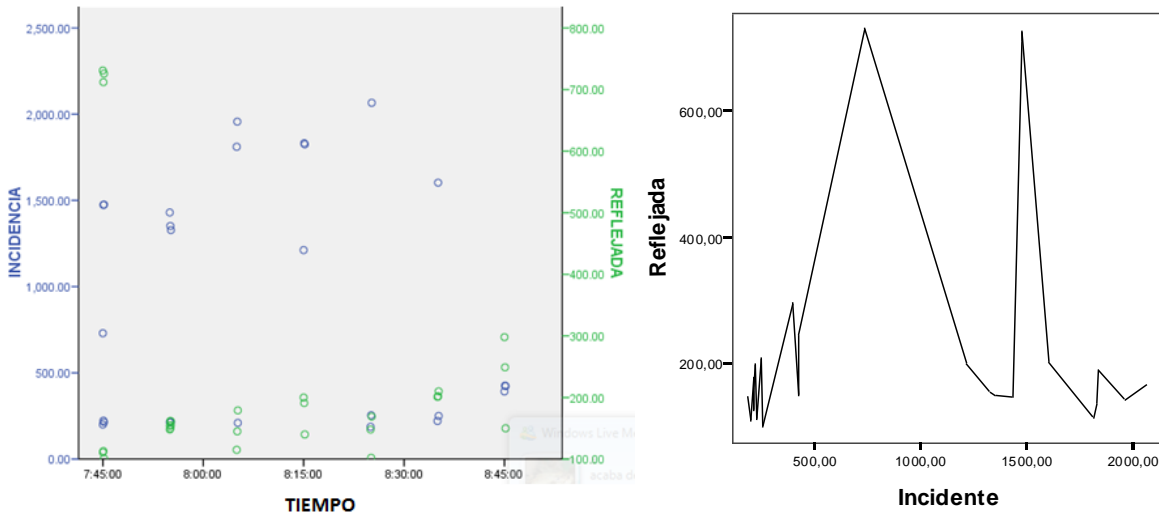
En la tabla anterior, podemos observar que la desviación típica y la varianza son valores muy altas puesto que algunos no presentan valores porque son muy saturadas ya que es una zona muy expuesta a las radiaciones solares, que son favorables para el proceso de fotosíntesis de los helechos marraneros.

### Correlaciones

|            |                        | INCIDENCIA | REFLEJADA |
|------------|------------------------|------------|-----------|
| INCIDENCIA | Correlación de Pearson | 1          | ,164      |
|            | Sig. (bilateral)       |            | ,414      |
|            | N                      | 27         | 27        |
| REFLEJADA  | Correlación de Pearson | ,164       | 1         |
|            | Sig. (bilateral)       | ,414       |           |
|            | N                      | 27         | 42        |

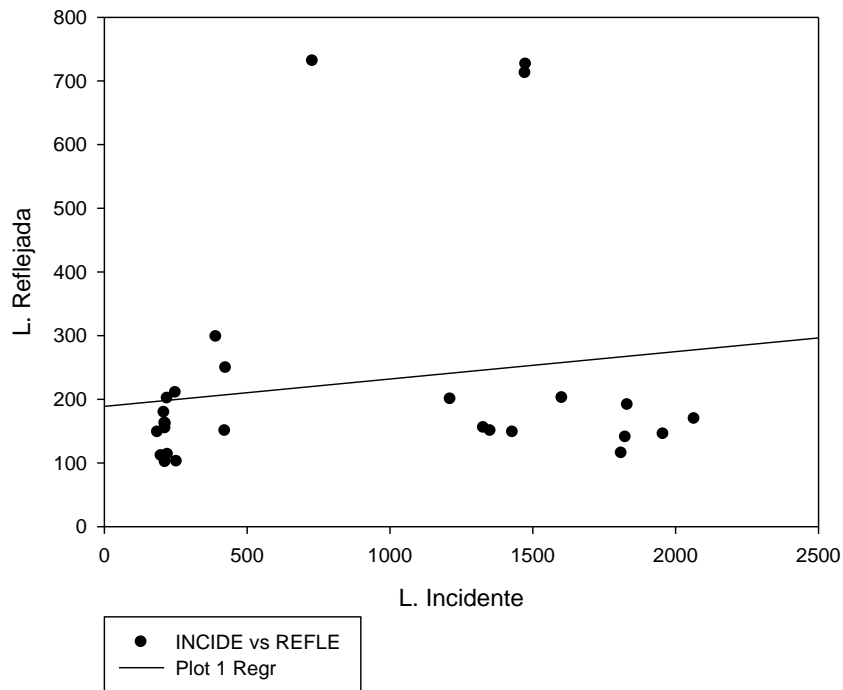
Tabla 5. Correlación entre la luz incidente y reflejada en las dos zonas de estudio del filo de Borrero.

En la tabla 5, Podemos observar que si existe relación entre las dos luminosidades sobre la caída de hojarasca, puesto que participan en el proceso de fotosíntesis de esos helechos.



Gráfica 3. Correlación de la luz incidente y reflejada con respecto al tiempo.

#### Relación de la Luminosidad en el Filo de Borrero



Gráfica 4. Regresión simple de temperatura y humedad relativa.

La grafica 4, hay una relación entre la luz incidente y reflejada aunque algunos valores están por fuera de la línea, es interesante preguntarse el porqué de ese fenómeno.

### Estadísticos descriptivos

|                        | N  | Mínimo | Máximo  | Media    | Desv. típ.    | Varianza       |
|------------------------|----|--------|---------|----------|---------------|----------------|
| viento                 | 20 | ,10    | 1,30    | ,2250    | ,28261        | ,080           |
| albedo                 | 27 | 1,00   | 1897,00 | 652,4815 | 695,4313<br>2 | 483624,7<br>21 |
| N válido (según lista) | 11 |        |         |          |               |                |

Tabla 6. Variables descriptivos de la velocidad del viento y el albedo.

Observamos que los valores la desviación típica y la varianza es alta, puesto que algunos datos de la luminosidad incidente y reflejada, están sobresaturados por la alta exposición de la radiación solar a la superficie terrestre.

### Correlaciones

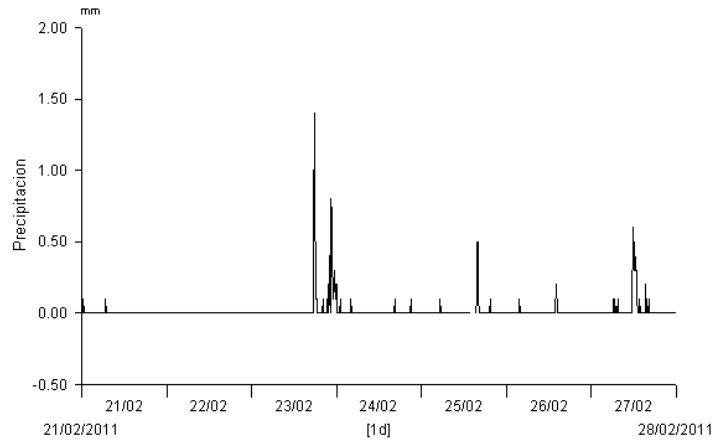
|        |                        | viento | albedo |
|--------|------------------------|--------|--------|
| Viento | Correlación de Pearson | 1      | ,509   |
|        | Sig. (bilateral)       |        | ,109   |
|        | N                      | 20     | 11     |
| Albedo | Correlación de Pearson | ,509   | 1      |
|        | Sig. (bilateral)       | ,109   |        |
|        | N                      | 11     | 27     |

Tabla 7. Correlación de la velocidad del viento y el albedo en el filo de Borrero

### Grafica 5. Relación de la Velocidad del viento y albedo

En este grafica se observa que la relación es muy mínima puesto que los puntos están muy separados de la línea de regresión.

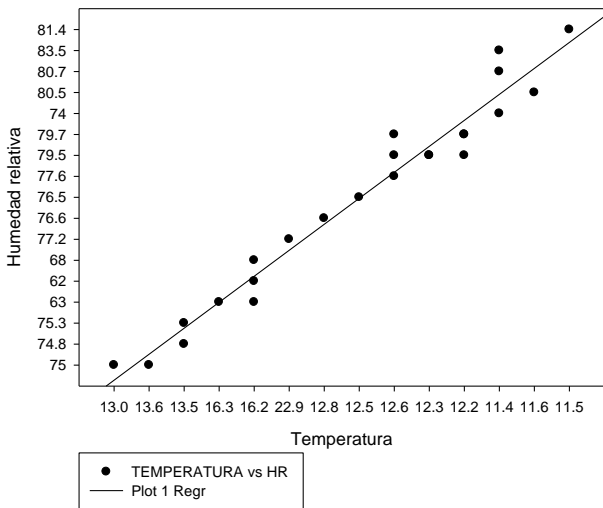
### Precipitación



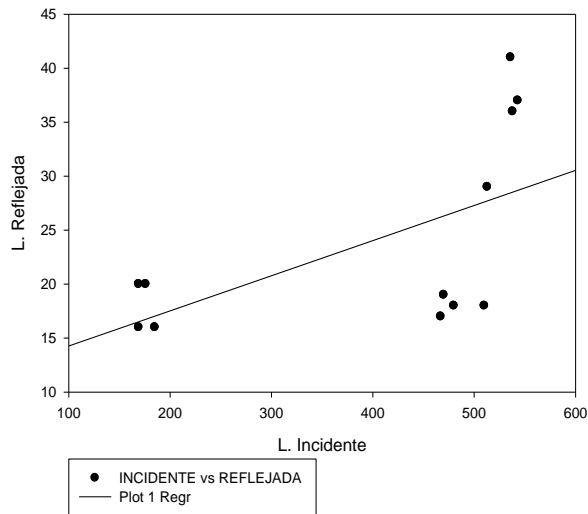
Grafica 6. Precipitación de Pamplona IDEAM, del 21-28 de febrero de este año, para enfocar solo el día 22 de febrero puesto que no hubo precipitación.

Para comparar entre dos sitios diferentes, una zona perturbada por quemas y otra zona de un bosque maduro, (filo de Borrero y el bosque altoandino de la región el Volcán vereda García), se tomaron los datos de elementos climáticos como la temperatura, humedad relativa, luminosidad, luz incidente y reflejada, en la zona de García, el 12 de marzo en las horas de la mañana.

Relacion de T y Hr en un Bosque Altoandino García



Relacion entre la Inc. y Refl. en el bosque altoandino García



¿ dos zonas

Podemos observar que en la grafica 7, hay una relación parcial de temperatura y humedad relativa en la zona de García, mientras que la relación de la luz incidente y reflejada no es muy clara, debido a que en las tres zonas de estudio, no presentan el mismo dosel vegetativo.

### CONCLUSION

Definitivamente, las variables meteorológicas de las dos zonas de estudio del filo de Borrero, Pamplona tienen relación con la caída de Hojarasca, principalmente con la temperatura y humedad relativa.

## **BIBLIOGRAFIA**

Álvarez, S., G. Sánchez R., I. Sánchez G. y J. González. 1992. Métodos para el estudio de la productividad primaria y la descomposición en comunidades terrestres. Serie de Ecología. Los pequeños manuales 3. Facultad de Ciencias UNAM, México, 52 p.

Binkley, D. 1986. Forest nutrition management. John Wiley & Sons, New York. 290 p.

Martín, A.E. 1995. Reciclado de bioelementos a través de la hojarasca en ecosistemas forestales de la Sierra de Gata. Sistema Central Español. Universidad de Salamanca. Facultad de Ciencias Químicas. España

Sánchez S., Crespo G., Hernández M., and García Y. 2008. Factores bióticos y abióticos que influyen en la descomposición de la hojarasca en pastizales. Pastos y Forrajes 31(2): 99-118

Waring, R.H. & Schlesinger, W.H. 1985. Forest ecosystems: Concepts and management. Academic Press, New York Wencomo, H.B. 200

---

## **ANEXO 2.3 INFORME A MANERA DE ARTICULO CIENTIFICO**

**GRUPO: LA TRIBU HOJARASCA**

**DIANA CARRILLO, JONATHAN SEQUEDA.**

**UNIVERSIDAD DE PAMPLONA**

**2011.**

76

### **RESUMEN**

El día 21 de febrero del presente año, se visitó una zona quemada hace aproximadamente un año y siete meses, con el propósito de medir algunas variables meteorológicas para estimar su relación con la caída de hojarasca. Se formaron dos grupos, en los cuales uno se encargó de tomar las medidas de las variables dentro de un núcleo de expansión encontrado en el área de estudio, mientras nuestro grupo se encargó de tomar las medidas de las variables meteorológicas a cielo abierto.

Se implementó un multiparámetro para la toma de los datos de las variables las cuales eran: humedad relativa, velocidad del viento, nubosidad luminosidad y temperatura ambiente. A su vez se utilizó un termómetro para tomar la temperatura ambiente, las medidas fueron realizadas por un lapso de tiempo de tres segundo, en los cuales se volvió a realizar cada 10 minutos por un tiempo prolongado de una hora. Se empleó el paquete estadístico de SPSS para abordar los resultados estadísticos y sus análisis con respecto a las variables medioambientales.

### **Abstract**

On 21 February this year, visited a burned area about a year and seven months for the purpose of measuring weather variables to estimate its relationship with the litterfall. Two groups, in which one was responsible for taking measurements of the variables within the expansion core found in the study area, while our group was responsible for taking measurements of meteorological variables in the open. Implemented a multi-parameter for the collection of data variables which were: relative humidity, wind speed, cloud cover and ambient light. In turn, we used a thermometer to take temperature, measurements were made by a span of three seconds, in which again made every 10 minutes for a prolonged period of time.

**Palabras claves:** Arbusto, Bosque Andino, climatización, ecosistema, parámetros, variables.

## INTRODUCCIÓN

La totalidad de las comunidades vegetales, están conformadas por una agrupación heterogénea de especies que van desde arboles altos hasta hierbas pequeñas. Dichas especies pueden tener variados patrones y densidades. El resultado de las plantas sobre el microclima se incrementa con su tamaño y su número, de lo cual se puede decir que hay una relación entre las plantas y el clima (Camargo, 1981).

Las corrientes del aire tienen efectos sobre la distribución de las plantas, así mismo regulan en gran medida procesos como la transpiración, igualmente contribuyen a que haya ingreso de luz dentro del bosque al causar movimientos en el follaje, y son vitales para la dispersión de polen y semillas para varias especies (Camargo, 1981).

Durante el día las plantas se ven presentadas a cualquier tipo de radiación, en la noche es irradiada; parte de la radiación que llega se refleja desde la superficie de las hojas, parte se absorbe, y otra parte se transmite. El mayor porcentaje de irradiación incide directamente sobre las hojas de las especies más altas, este puede variar según la clase de especies y si el cielo está claro o nublado (Camargo, 1981).

La humedad relativa en un grupo vegetal depende principalmente del agua transpirada por las hojas de las especies más altas, la ausencia de movimientos del aire retienen el vapor de agua, así que es característico en el interior de una comunidad vegetal encontrar una alta humedad, mucho más alta que en el exterior de esta (Camargo, 1981).

La parte más alta de una comunidad vegetal es un absorbente efectivo durante el día, en la noche se comporta como un re-irradiador durante la noche, de esta manera actúa como agente de calentamiento y enfriamiento de la atmósfera adyacente. Las diferencias en el microclima, al comparar un área cubierta de vegetación con un área despejada, dependen del tipo de vegetación (Camargo, 1981).

Nuestro propósito fue comparar las diferencias encontradas entre variables microclimáticas en dos zonas, una de ellas era un matorral, la otra en cambio era una zona que había sido quemada aproximadamente un año atrás.

## Materiales y métodos

Para el desarrollo del presente trabajo se estuvo en un bosque andino el cual presentó un disturbio (quema), se realizaron medidas de las variables medioambientales para esta toma de datos utilizamos un aparato llamado "multiparámetro", las variables fueron: Humedad relativa, velocidad del viento, con esa misma ostentación también tomamos la incidencia y la reflejada. Luego con un termómetro tomamos la temperatura ambiental con la ayuda del tutor llevábamos el tiempo que era cada 10 minutos. Cabe recalcar que nos dividimos en dos zonas una abierta y la otra cerrada. Después de tener los datos se llevaron a comparación y posterior análisis con la ayuda Excel y el programa SPSS.

## RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.

### 1. Zona de matorral

|                 |                        | TEMPERATURA | H.RELATIVA | REFLEJADA | INCIDENCIA | V.VIENTO | ALBEDO   |
|-----------------|------------------------|-------------|------------|-----------|------------|----------|----------|
| TEMPERATUR<br>A | Correlación de Pearson | 1           | -,866(**)  | -,327     | ,275       | ,087     | ,815(*)  |
|                 | Sig. (bilateral)       |             | ,000       | ,172      | ,597       | ,722     | ,048     |
|                 | N                      | 19          | 19         | 19        | 6          | 19       | 6        |
| H.RELATIVA      | Correlación de Pearson | -,866(**)   | 1          | ,287      | -,367      | -,052    | -,801    |
|                 | Sig. (bilateral)       | ,000        |            | ,233      | ,474       | ,833     | ,055     |
|                 | N                      | 19          | 19         | 19        | 6          | 19       | 6        |
| REFLEJADA       | Correlación de Pearson | -,327       | ,287       | 1         | -,289      | ,042     | -,823(*) |
|                 | Sig. (bilateral)       | ,172        | ,233       |           | ,578       | ,865     | ,044     |
|                 | N                      | 19          | 19         | 19        | 6          | 19       | 6        |
| INCIDENCIA      | Correlación de Pearson | ,275        | -,367      | -,289     | 1          | -,034    | ,782     |
|                 | Sig. (bilateral)       | ,597        | ,474       | ,578      |            | ,949     | ,066     |
|                 | N                      | 6           | 6          | 6         | 6          | 6        | 6        |
| V.VIENTO        | Correlación de Pearson | ,087        | -,052      | ,042      | -,034      | 1        | -,597    |
|                 | Sig. (bilateral)       | ,722        | ,833       | ,865      | ,949       |          | ,211     |
|                 | N                      | 19          | 19         | 19        | 6          | 19       | 6        |
| ALBEDO          | Correlación de Pearson | ,815(*)     | -,801      | -,823(*)  | ,782       | -,597    | 1        |
|                 | Sig. (bilateral)       | ,048        | ,055       | ,044      | ,066       | ,211     |          |
|                 | N                      | 6           | 6          | 6         | 6          | 6        | 6        |

Tabla N. 1 correlación de las variables medio ambientales en una zona de matorral.

\*\* La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

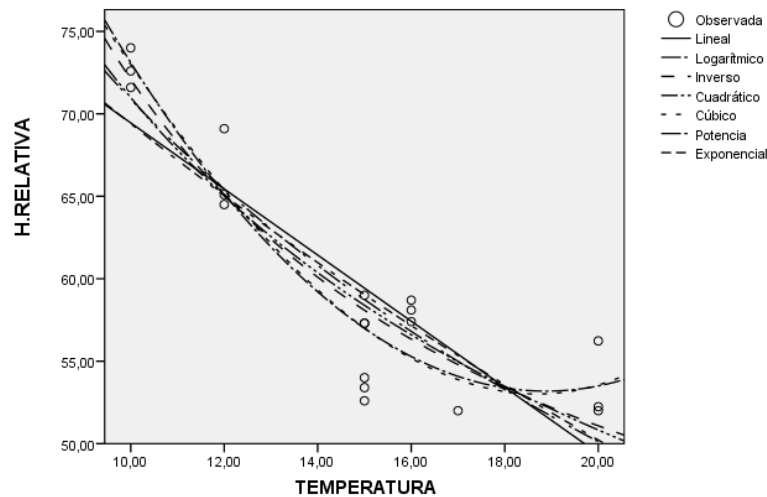
\* La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).

Variable dependiente: H.RELATIVA

| Ecuación    | Resumen del modelo |         |     |     |      | Estimaciones de los parámetros |         |      |      |
|-------------|--------------------|---------|-----|-----|------|--------------------------------|---------|------|------|
|             | R cuadrado         | F       | gl1 | gl2 | Sig. | Constante                      | b1      | b2   | b3   |
| Lineal      | ,749               | 50,775  | 1   | 17  | ,000 | 89,497                         | -2,005  |      |      |
| Logarítmica | ,816               | 75,583  | 1   | 17  | ,000 | 139,898                        | -29,969 |      |      |
| Inversa     | ,860               | 104,284 | 1   | 17  | ,000 | 30,063                         | 420,382 |      |      |
| Cuadrático  | ,894               | 67,246  | 2   | 16  | ,000 | 143,249                        | -9,540  | ,253 |      |
| Cúbico      | ,894               | 67,405  | 2   | 16  | ,000 | 125,889                        | -5,847  | ,000 | ,006 |
| Potencia    | ,810               | 72,514  | 1   | 17  | ,000 | 215,367                        | -,482   |      |      |
| Exponencial | ,749               | 50,618  | 1   | 17  | ,000 | 95,911                         | -,032   |      |      |

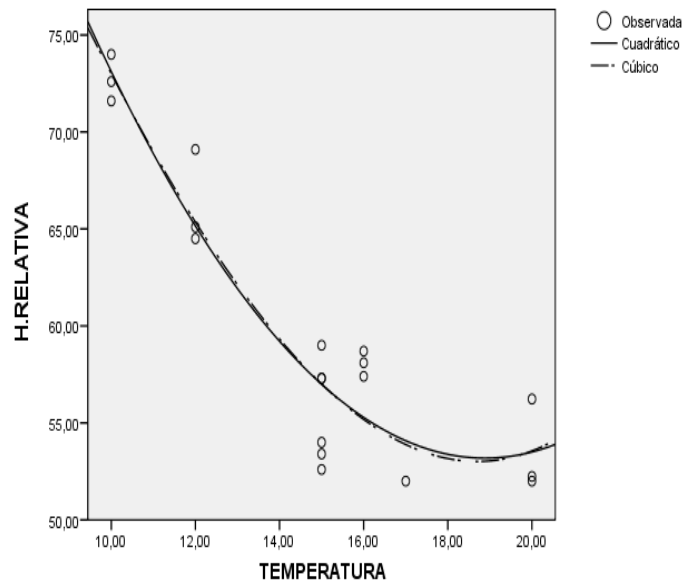
La variable independiente TEMPERATURA.

Tabla. 2. Resumen del modelo y estimaciones de los parámetros.



Gráfica 1. Representación de las variables empleando los diferentes tipos de ecuación para el ajuste adecuado de la relación entre HR y temperatura.

Los resultados expuestos en la gráfica denotan la distribución de los tipos de ecuaciones sobre las relaciones de las variables HR y la temperatura se ve reflejado que la ecuación cuadrática y la cúbica se ajustan o tienen un comportamiento más acorde con las relaciones de las variables siendo esta las de mayor importancia sobre el estudio que se está realizando.



Gráfica 2. Ecuaciones más ajustadas sobre la distribución de las variables HR y temperatura en una zona de matorral.

Los resultados de relación de la HR y la temperatura se expresan en esta gráfica, se observa que a menor temperatura existe una mayor HR ambiental, que a medida que aumenta la temperatura los valores de HR disminuyen; se aplicó la ecuación cuadrática y cúbica siendo estas las que tiene un comportamiento que se ajustan a las distribuciones de las variables. se observa que la curva contempla unos de los datos; la totalidad de los datos no tiene una dispersión amplia con respecto al comportamiento de la curva.

**2. Zona de quema.**

**Correlaciones**

|             |                        | TEMPERATURA | H.RELATIVA | VIENTO | REFLEJADA | INCIDENCIA | ALBEDO |
|-------------|------------------------|-------------|------------|--------|-----------|------------|--------|
| TEMPERATURA | Correlación de Pearson | 1           | -,692(**)  | -,423  | ,639(**)  | ,084       | ,041   |
|             | Sig. (bilateral)       |             | ,001       | ,056   | ,002      | ,718       | ,860   |
|             | N                      | 21          | 21         | 21     | 21        | 21         | 21     |
| H.RELATIVA  | Correlación de Pearson | -,692(**)   | 1          | ,351   | -,491(*)  | -,255      | -,222  |
|             | Sig. (bilateral)       | ,001        |            | ,118   | ,024      | ,264       | ,333   |
|             | N                      | 21          | 21         | 21     | 21        | 21         | 21     |
| VIENTO      | Correlación de Pearson | -,423       | ,351       | 1      | -,264     | ,078       | ,095   |
|             | Sig. (bilateral)       | ,056        | ,118       |        | ,248      | ,737       | ,681   |
|             | N                      | 21          | 21         | 21     | 21        | 21         | 21     |

|            |                        |          |          |       |       |          |          |
|------------|------------------------|----------|----------|-------|-------|----------|----------|
| REFLEJADA  | Correlación de Pearson | ,639(**) | -,491(*) | -,264 | 1     | -,001    | -,067    |
|            | Sig. (bilateral)       | ,002     | ,024     | ,248  |       | ,998     | ,772     |
|            | N                      | 21       | 21       | 21    | 21    | 21       | 21       |
| INCIDENCIA | Correlación de Pearson | ,084     | -,255    | ,078  | -,001 | 1        | ,998(**) |
|            | Sig. (bilateral)       | ,718     | ,264     | ,737  | ,998  |          | ,000     |
|            | N                      | 21       | 21       | 21    | 21    | 21       | 21       |
| ALBEDO     | Correlación de Pearson | ,041     | -,222    | ,095  | -,067 | ,998(**) | 1        |
|            | Sig. (bilateral)       | ,860     | ,333     | ,681  | ,772  | ,000     |          |
|            | N                      | 21       | 21       | 21    | 21    | 21       | 21       |

Tabla. 3 correlaciones de las variables medio ambientales en una zona de **quema**.

\*\* La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

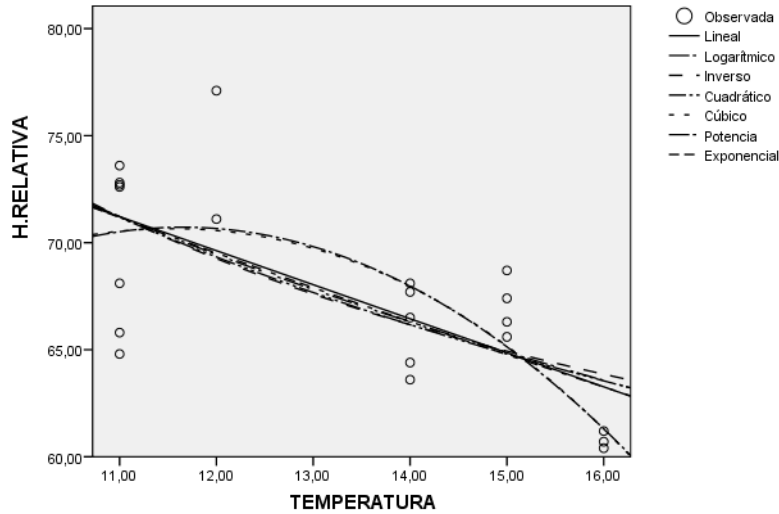
\* La correlación es significante al nivel 0,05 (bilateral).

| Ecuación    | Resumen del modelo |        |     |     |      | Estimaciones de los parámetros |         |       |       |
|-------------|--------------------|--------|-----|-----|------|--------------------------------|---------|-------|-------|
|             | R cuadrado         | F      | gl1 | gl2 | Sig. | Constante                      | b1      | b2    | b3    |
| Lineal      | ,479               | 17,438 | 1   | 19  | ,001 | 88,704                         | -1,590  |       |       |
| Logarítmica | ,461               | 16,226 | 1   | 19  | ,001 | 120,240                        | -20,441 |       |       |
| Inversa     | ,442               | 15,038 | 1   | 19  | ,001 | 47,646                         | 259,320 |       |       |
| Cuadrático  | ,551               | 11,040 | 2   | 18  | ,001 | 3,167                          | 11,597  | -,498 |       |
| Cúbico      | ,549               | 10,970 | 2   | 18  | ,001 | 33,533                         | 4,823   | ,000  | -,012 |
| Potencia    | ,466               | 16,572 | 1   | 19  | ,001 | 147,185                        | -,303   |       |       |
| Exponencial | ,485               | 17,886 | 1   | 19  | ,000 | 92,257                         | -,024   |       |       |

Variable dependiente: H.RELATIVA

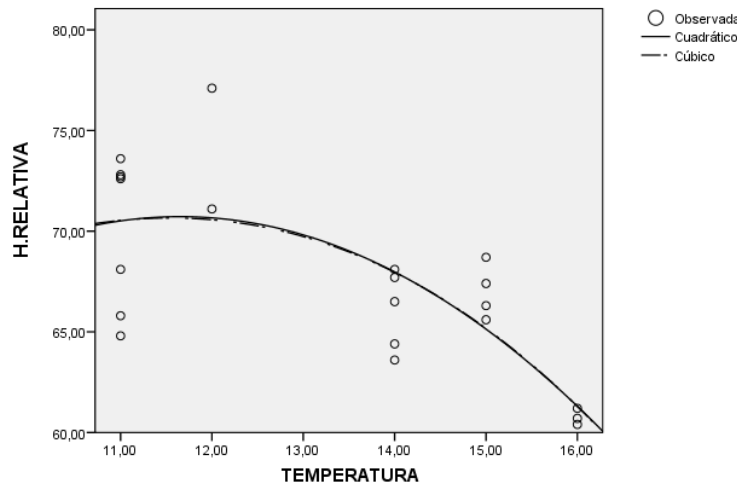
La variable independiente es TEMPERATURA.

Tabla N. 4 Resumen del modelo y estimaciones de los parámetros.



Gráfica 4 Representación de las variables empleando los diferentes tipos de ecuación para el ajuste adecuado de la relación entre HR y temperatura en una zona de quema.

En esta gráfica 4. Se expresa las diferentes ecuaciones sobre la distribución de los datos tomados de HR y temperatura, el comportamiento de las ecuaciones cuadrática y cúbica se ajustan a la distribución de la relación de estas variables.



Gráfica 5. Ecuaciones más ajustadas sobre la distribución de las variables HR y temperatura en una zona de quema.

Las ecuaciones cuadráticas y cubicas se ajustan dentro de la distribución de los datos.

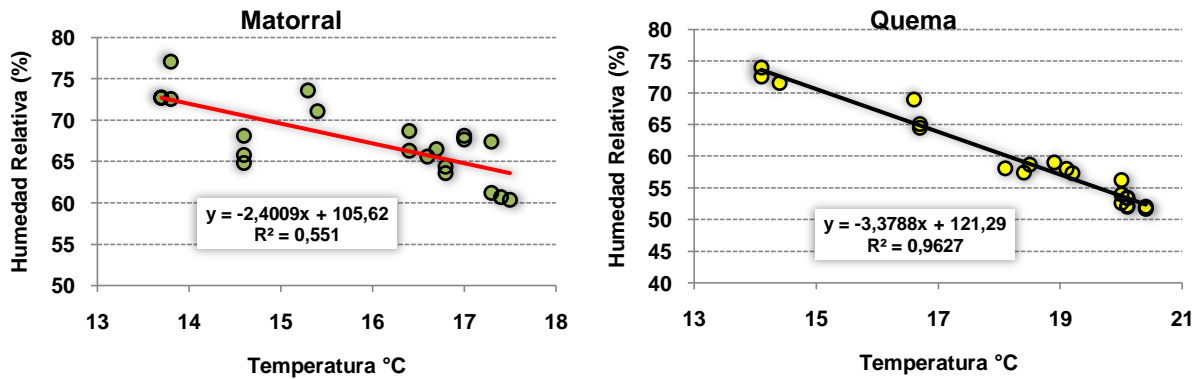
**Bibliografía.**

Camargo, U. 1981. Microclima del Bosque: Actualidades Biológicas, Vol.10, No. 36.

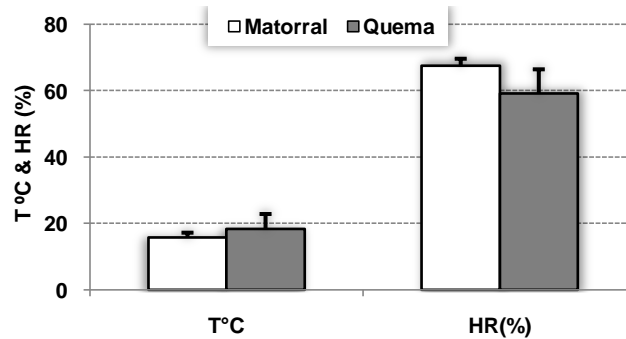
### ANEXO 3. RELACIÓN DE GRAFICAS QUE IDENTIFICAN EL MANEJO ESTADISTICO DE LOS DATOS DE FORMA GRUPAL PARA FINALIZAR EL ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN.

#### Anexo 3.1 MANEJO ESTADÍSTICO DE LOS DATOS DE FORMA GRUPAL PARA FINALIZAR EL ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

Análisis de correlaciones y de regresiones entre los elementos del clima en cada una de las zonas de estudio y comparación entre la razón de cambio de la temperatura y la humedad relativa de las dos zonas (Figura 5a ). Finalmente se analizaron los resultados estadísticos (Anova) y se pudo determinar el efecto de la vegetación sobre las oscilaciones de la temperatura y la humedad relativa (Figura 5b).



(a)



(b)

Figura.5. (a) Relación entre la temperatura y la humedad relativa del aire en dos zonas contrastantes de bosque andino en el Filo de Borrero, Pamplona-Colombia. (b) Análisis comparativo de la temperatura y la humedad relativa del aire (anova  $p < 0,0001$ ,  $n=21$ ) en dos zonas contrastantes de bosque andino en el Filo de Borrero, Pamplona-Colombia. Febrero 21 de 2011. Las barras de error indican una unidad de desviación típica.

## 12. Bibliografía

- AMÓRTEGUI, E., GUTIÉRREZ, A., & MEDELLÍN, F. Bio-grafia: Escritos sobre la Biología y su Enseñanza Vol 2. No1 ISSN 2027-1034 9
- BRAY, J. R. & GORHAM, E. 1964. Litter production in forest of the world. *Advances in Ecological research*, 2: 101- 157.
- CAMPANARIO, J & OTERO, J. 2000. .Más allá de las ideas previas como dificultades de aprendizaje: las pautas de pensamiento, las concepciones epistemológicas y las estrategias metacognitivas de los alumnos de ciencias. *Enseñanza de las ciencias* ,18(2) ,155-169
- COLL C., MARTÍN E., MAURI T., MIRAS M., ONRUBIA J; SOLÉ I & ZABALA A. 1999. El constructivismo en el aula Editorial Graó. Barcelona. 183 págs.
- CONNELLY, F.M. 1972. Liberal Education in Biology: an Inquiry Perspective. *American Biology Teacher*, 34(7) pp.385-388, 391.
- CONNELLY, F.M., FINEGOLD, M., CLIPSHAM, J. & WAHLSTROM, M. 1977. Scientific Enquiry and the Teaching of Science. The Ontario Institute for Studies in Education.
- DOMÍNGUEZ, M & STIPCICH, M 2010. Experiencias, recursos y otros trabajos una propuesta didáctica para negociar significados acerca del concepto de energía. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*. 7(1), pp. 75-92
- FACELLI, J.M. & PICKETT, S.T.A. 1991. Plant litter: its dynamics and effects on plant community structure. *Bot. Rev.* 57: 1-31
- GRAY, J, T. & SCHELESINGER, W.H. 1981. Nutrient cycling in Mediterranean type ecosystems. In: Miller PC (Ed) *Resource use by chaparral and matorral. A comparison of vegetation function in two Mediterranean Type Ecosystems: Ecological Studies* vol. 39 Springer-Verlag, New York. Pp 259-286.
- ICFES saber pro. Informes 2011. Pueba de habilidades genéricas GSA Colombia. Resultados de pilotaje. Bogotá, Colombia. 40 págs.
- JIMÉNEZ, A. 1998. Diseño curricular: Indagación y razonamiento con el lenguaje de las ciencias. *Enseñanza de las ciencias*, 16 (2), 203-216.
- JOHANSSON, M. B. 1995. The chemical composition of needle and leaf litter from Scots pine. Norway spruce and white birch in Scandinavian forests. *Forestry* 68: 49-62.
- KUMAR, B. M. & DEEPU, J.K. 1992. Litter production and decomposition dynamic in moist deciduous forests of the Western Ghats in Peninsular India. *For. Ecol. Manage.* 50: 181- 201.
- MAHMUD, M. & GUTIERREZ, O. 2008. El cambio conceptual en la transformación de las preconcepciones en las ciencias naturales. *Revista Educare*. Volumen 12 No. 2 Mayo – Agosto de 2008.
- MEENTEMEYER, V., BOX, O. E. & THOMPSON, R. 1982. World patterns and amounts of terrestrial plant litter production. *Bioscience* 32: 125- 128.

- MORA, L. 2004. Respuestas adaptativas de plantas de páramo de bioforma contrastante, frente a las fluctuaciones acentuadas del clima y del fotoperíodo. Separata. VII congreso latinoamericano y II Colombiano de botánica. Bogota. Colombia
- MURCIA, M. 2010. Productividad primaria neta del bosque alto andino en la cuenca del río Pamplonita (Norte de Santander - Colombia) metabolismo de la sucesión regenerativa. Tesis doctoral programa de doctorado en biología línea biodiversidad y conservación: Universidad Nacional de Colombia. 185 págs
- NEWBOULD, P. J. 1967. Methods for estimating the primary production on forest. IBP: Handbook 2. Blackwell, Oxford.
- PABÓN, J. 2004. Aplicación de la información sobre el clima en la agricultura en la Región Andina. En: Organización Meteorológica Mundial 2004. Servicios de Información y Predicción del Clima (SIPC) y Aplicaciones Agrometeorológicas para los Países Andinos. Actas de la Reunión Técnica llevada a cabo en Guayaquil, Ecuador, del 8 al 12 de diciembre de 2003. Ginebra, Suiza: Organización Meteorológica Mundial.
- SÁNCHEZ, F & PONTES, A. 2010. La comprensión de conceptos de ecología y sus implicaciones para la educación ambiental. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, Vol 7, N° Extraordinario, pp. 271-285.
- SPAIN, A. V. 1984. Litterfall and the standing crops of litter in three Tropical Australian rainforests. L. Ecol. 72:947-961.
- SORIANO, M., BARBIRI, C. & SPELTINI, Y. 2006. Método de indagación guiada en cursos de química general. Análisis de casos. Actas de las VII Jornadas de Enseñanza universitaria de la Química, Facultad regional Buenos Aires
- TORRES, M. I. 2010. La enseñanza tradicional de las ciencias versus las nuevas tendencias educativas Revista Electrónica Educare Vol. XIV, N° 1, [131-142], ISSN: 1409-42-58, Enero-Junio 2010
- VAN WESEMAEL, B. 1993. Litter decomposition and nutrient distribution in humus proliques in some Mediterranean forest in southern Tuscany. Ecology and Management 57: 99- 114.
- VENEKLAAS, E. J. 1991. Litterfall and nutrient fluxes in two montane tropical rain forests, Colombia. Journal of trop. Ecology. 7: 319-336
- WILLIAMS G & J TOLOME. 1996. Litterfall, temperate and tropical dominant tree, and climate in a Mexican lower montane forest. Biotropica 28(4b):649-56.