

*Bio - grafia. Escritos sobre la Biología y su Enseñanza.* ISSN 2027

Edición Extraordinaria. p.p. 1400-1411

Memorias del VIII Encuentro Nacional de Experiencias en Enseñanza de la Biología y la Educación Ambiental. III Congreso Nacional de Investigación en Enseñanza de la Biología.

**LA VARIABILIDAD GENÉTICA DE LA *Persea americana* M.: UN ESTUDIO SOBRE LA ENSEÑANZA DE LA BIOLOGÍA MOLECULAR DESDE EL LABORATORIO EN GRADO 10°**

**GENETIC VARIABILITY *Persea americana* M.: A STUDY ON THE TEACHING OF MOLECULAR BIOLOGY LABORATORY GRADE FROM 10<sup>th</sup>**

**Carlos Miguel Monsalve Agudelo<sup>1</sup>**

**Resumen**

El presente artículo, expone el trabajo realizado en desarrollo de proyecto de grado de maestría, con estudiantes de la I.E. San Fernando de Amagá, Antioquia, en el periodo comprendido entre Julio de 2013 y junio de 2014, en la línea de profundización de la enseñanza de la biología molecular.

Para la ejecución del trabajo se tomaron como base dos grupos, uno control y uno experimental, en los cuales se aplicó un ciclo de aprendizaje a través de videos sobre variabilidad genética explicada en la expedición de Darwin, situaciones problema, clases magistrales y trabajos de campo como la diferenciación de especies vegetales a partir de características morfológicas. En el grupo experimental se introdujo el trabajo de laboratorio como base de la enseñanza de la variabilidad genética desde la biología molecular.

Desde el punto de vista pedagógico, se considera que la intervención permitió un avance en el proceso de aprendizaje de los estudiantes en el acercamiento a los contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales referentes a la variabilidad genética. Así mismo desde el aspecto biológico, se determinó la variabilidad genética del aguacate en el

<sup>1</sup> Magister en enseñanza de ciencias exactas y naturales. Universidad Nacional- Medellín.

[miguelsalve74@yahoo.com.co](mailto:miguelsalve74@yahoo.com.co), [cmmonsalvea@unal.edu.co](mailto:cmmonsalvea@unal.edu.co)

Memorias del VIII Encuentro Nacional de Experiencias en Enseñanza de la Biología y la Educación Ambiental. III Congreso Nacional de Investigación en Enseñanza de la Biología.

municipio de Amagá, al resultar diferente dos de las muestras en la prueba del gel electroforesis PCR-RFLPs para 6 muestras de plantas de Aguacate con marcador de 50pb.

**Palabras clave:** Variabilidad genética, genética molecular, genética experimental, experiencia de Laboratorio.

### **Abstract**

This article exposes the work done in developing master's degree project, students from the IE San Fernando de Amaga, Antioquia, in the period between July 2013 and June 2014, in line with deepening teaching molecular biology.

For carrying out the work were taken as a basis two groups, control and experimental one, in which an applied learning cycle through videos on genetic variability explained in Darwin's expedition, problem situations, lectures and field work and differentiation of plant species from morphological characteristics. In the experimental laboratory work he was introduced as the basis for the teaching of genetic variability from molecular biology.

From the pedagogical point of view, it is considered that the intervention enabled an advance in the learning process of students in the approach to the conceptual, procedural and attitudinal concerning genetic variability. Also from the biological aspect, the genetic variability of avocado in the municipality of Amaga, to be different in two samples tested for PCR-RFLP gel electrophoresis 6 Avocado plant samples with a score of 50 basis points it was determined.

**Keywords:** Genetic variability, molecular genetics, experimental genetics, laboratory experience.

### **Introducción**

El presente trabajo centra su atención en la importancia de la utilización de prácticas de laboratorio en el desarrollo del conocimiento científico, considerando fundamental la interacción con el medio en la construcción de conceptos como la variabilidad genética.

Memorias del VIII Encuentro Nacional de Experiencias en Enseñanza de la Biología y la Educación Ambiental. III Congreso Nacional de Investigación en Enseñanza de la Biología.

Desde un punto de vista conceptual y procedimental, el trabajo de laboratorio posibilita la adquisición y fortalecimiento de conceptos científicos en los estudiantes, los cuales según el marco de la teoría del cambio conceptual, van adquiriendo un cierto estatus a medida que se ahonda en ellos y se utilizan en la explicación de problemáticas planteadas.

De acuerdo con este precepto, se plantea el interrogante ¿Cómo influye la implementación de prácticas de laboratorio sobre la variabilidad genética del aguacate (*Persea americana* M) en la conceptualización que de este tema hacen los estudiantes de grado 10° de la I.E San Fernando de Amagá?

Para el desarrollo del trabajo, se utiliza la herramienta didáctica del ciclo de aprendizaje propuesta por Jorba y Sanmartí (1994), donde se incluye el trabajo de identificación por medios procedimentales de la variabilidad genética de la *Persea americana* M, una especie vegetal producida para exportación en el municipio de Amagá.

### **Metodología**

La metodología propuesta en esta investigación se enmarcó dentro del enfoque de la investigación cuantitativa a través de un diseño cuasi experimental y tiene como base un estudio de grupos.

De acuerdo con Tamayo (1999), este tipo de investigación al enmarcarse en el campo de la educación no tendrá unas condiciones de control riguroso de todos los factores, considerando la subjetividad en el campo del aprendizaje.

De esta forma, se utiliza un diseño **pretest-postest con grupo de control no equivalente**, los cuales se aplicarán a dos grupos de trabajo, uno control (no tiene aplicación del trabajo de laboratorio) y un grupo experimental (se aplica el trabajo de laboratorio)

El cuestionario de aplicación a ambos grupos aborda preguntas referentes a genética molecular, genética experimental y variabilidad genética. Para su análisis se empleó una metodología mediante un Análisis de Varianza (ANOVA) y los análisis se hicieron a través de programas estadísticos como S.A.S o R.

Para el tratamiento se acogió el trabajo con ciclo de aprendizaje (Jorba y Sanmartí, 1994), donde se establecieron cuatro fases principales. Una primera de exploración, donde se

Memorias del VIII Encuentro Nacional de Experiencias en Enseñanza de la Biología y la Educación Ambiental. III Congreso Nacional de Investigación en Enseñanza de la Biología.

realizó el trabajo de los videos sobre expedición de Darwin y sus alcances en variabilidad genética, seguido de la introducción de nuevos conocimientos, donde hubo apoyo d elas clases magistrales y desarrollo de conceptos; posteriormente la etapa de estructuración y síntesis donde se propone el desarrollo de prácticas de laboratorio de biología molecular, buscando establecer la variabilidad genética de diferentes muestras de la especie *Persea americana M.*; finalmente se establece la etapa de aplicación, a través de la realización de trabajos de campo visualizando variabilidad en especies vegetales a partir de características morfológicas.

El análisis de datos se realiza a través de diferentes metodologías, dentro de las que se mencionan las redes sistémicas propuestas por Bliss y Ogborn (1985); distribución de porcentajes (Briones, 1996); desviación estándar y varianza muestral (Orellana, 2001) y, comparación de dos medias aritméticas a través de la fórmula "t" student, aquí la información colectada fue analizada bajo un diseño completamente al azar con dos tratamientos y veinticinco repeticiones en el programa estadístico R. Las diferencias significativas entre los tratamientos fueron determinadas mediante un Análisis de Varianza y la prueba de comparación de medidas t-student al 95% de confiabilidad.

### Resultados y discusión

El análisis de resultados fue abordado desde dos aspectos, el primero con respecto al el estatus de cambio conceptual alcanzado por cada uno de los grupos, evidenciado en el desarrollo de competencias científicas; en el segundo momento se hace una discusión en torno a los resultados obtenidos a nivel biológico en el estudio de la variabilidad genética de la especie *Persea americana M.* en el municipio de Amagá.

#### Análisis general del trabajo

Tratamiento	Indicador Estadístico	Porcentaje
Grupo Control 1	A	38,1%
Grupo Experimental 1	A	40,0%
Grupo Control 2	B	53,1%
Grupo Experimental 2	C	67,2%

Memorias del VIII Encuentro Nacional de Experiencias en Enseñanza de la Biología y la Educación Ambiental. III Congreso Nacional de Investigación en Enseñanza de la Biología.

*Cuadro 1: Resultado Estadístico R Comander para Comparación de los Tratamientos en todas las preguntas utilizando prueba Tukey con nivel de confianza del 95%(letras iguales son estadísticamente iguales)*

Los grupos marcados con el número 1, se refieren a la aplicación inicial, por su parte los marcados con el número 2, representan la aplicación final del cuestionario. Las letras que aparecen en la columna titulada indicador estadístico, muestran los resultados arrojados por el programa estadístico R Comander y la columna de porcentaje, muestra los porcentajes representativos de las respuestas acertadas de los estudiantes en la aplicación de los cuestionarios.

De este modo, puede observarse como para la aplicación inicial del cuestionario, ambos grupos tuvieron un desempeño bajo (representado por la letra **a**), según los datos del programa estadístico R, lo cual es indicativo de que los estudiantes no manejan los conceptos relacionados con la variabilidad genética desde la biología molecular. Así mismo y como soporte a lo anterior, los porcentajes revelaron un rendimiento inferior al 50% en ambos grupos, lo que se traduce en un bajo dominio de las temáticas indagadas.

En principio, los estudiantes hacen uso de sus ideas alternativas para dar explicación al fenómeno de variabilidad genética, refiriendo la importancia del entorno para que se presentaran dichos cambios, no obstante, dicha referencia no tomaba en cuenta los cambios genéticos a partir de los cambios ambientales, por lo que se aprecia un desconocimiento de los procesos celulares ocurridos.

A medida que se avanza en las actividades, los estudiantes del grupo control empiezan a mostrar un manejo conceptual más apropiado, pero la relación entre los mismos sigue siendo sesgada. Por su parte el grupo experimental empieza establecer relaciones entre los cambios en individuos y el material genético, llegando a reconocer igualmente procesos que se efectúan y el sitio donde ocurren, tal es el caso de la recombinación y las mutaciones.

Luego de realizado el trabajo de laboratorio por parte del grupo experimental, puede observarse un manejo conceptual más amplio, de modo que puede explicarse la variabilidad genética del aguacate a partir de un entramado conceptual y dando ideas de los procedimientos que se llevan a cabo para el cumplimiento de las mismas (en cuanto a descripción del proceso y desarrollo de técnicas de laboratorio). El grupo control no logra

Memorias del VIII Encuentro Nacional de Experiencias en Enseñanza de la Biología y la Educación Ambiental. III Congreso Nacional de Investigación en Enseñanza de la Biología.

hacer una diferencia marcada entre algunos de los conceptos, específicamente los procesos celulares que se llevan a cabo para que se den cambios en los individuos.

En comparación con la teoría del Cambio Conceptual, los estudiantes del grupo control alcanzaron un estatus de inteligibilidad, al conocer el significado de conceptos que están relacionados íntimamente con el mecanismo de variabilidad genética y orientar la incidencia de cada uno en el proceso. Al comparar con el estatus de plausibilidad, los estudiantes cumplieron con el requerimiento de hacer una comparación entre conceptos, tal es el caso de los factores de la variabilidad genética; sin embargo, no consideraron la influencia directa de los factores ambientales, por lo que la nueva concepción de variabilidad genética, no es totalmente creíble.

Con respecto a estos resultados y, realizando la confrontación con las condiciones de Cambio conceptual, pudo deducirse que el aprendizaje alcanzado en el grupo experimental fue inteligible, puesto que se comprende la significación de cada concepto y no resulta contradictorio. Igualmente pudo considerarse plausible, en el sentido de que al hacer comparación entre conceptos, la nueva concepción resulta creíble y útil en la explicación de fenómenos.

Ahora bien, revisando la condición de fructibilidad, el concepto resultó satisfactorio a la hora de explicar la variabilidad genética de la especie trabajada (*Persea americana M*), empero, la explicación de pequeños cambios en otras especies, resultó confusa o no es considerada como variabilidad genética por varios de los estudiantes.

En la siguiente figura, se muestra el resultado comparativo entre el cuestionario inicial y el cuestionario final en ambos grupos, haciendo alusión al porcentaje de estudiantes que logran un aprendizaje favorable con respecto a la temática trabajada.

Memorias del VIII Encuentro Nacional de Experiencias en Enseñanza de la Biología y la Educación Ambiental. III Congreso Nacional de Investigación en Enseñanza de la Biología.

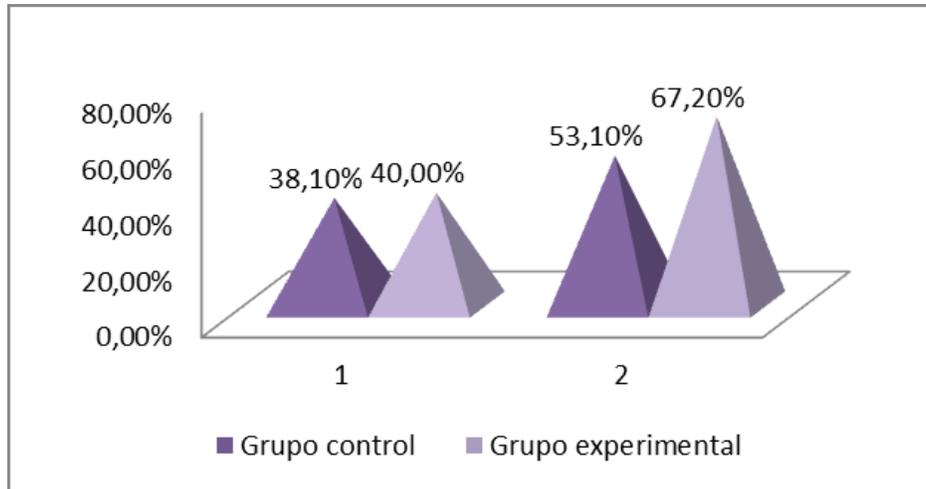
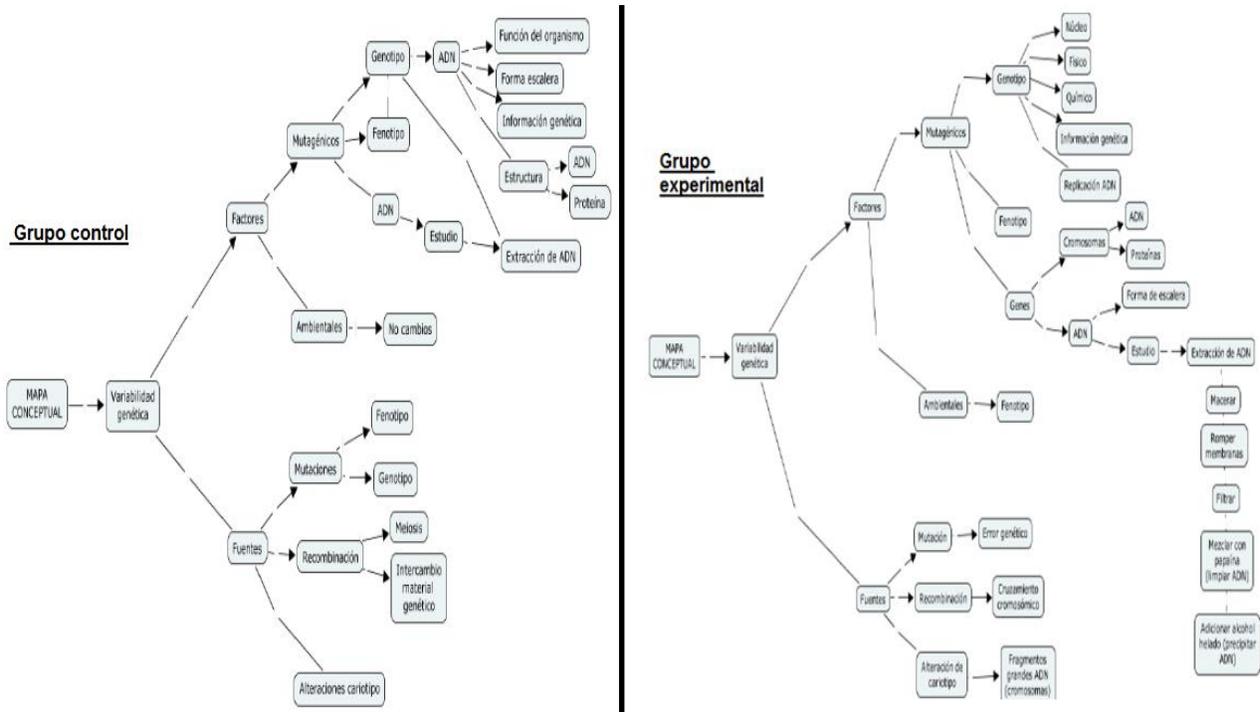


Figura 1: Comparación porcentual entre los resultados obtenidos por ambos grupos en el cuestionario inicial y final

con respecto a la gráfica se aprecia un mayor avance por parte del grupo experimental en comparación con el grupo control, lo que dio indicios de que el trabajo de la variabilidad genética desde la biología molecular, ofrece mejores resultados cuando se aborda desde la perspectiva experimental, haciendo uso del espacio del laboratorio de biología, al igual que potencia el desarrollo de competencias científicas, que para el caso de la educación colombiana y el grado de aplicación del trabajo, apuntan a la explicación de la relación del ADN, el ambiente y la diversidad de los seres vivos, además del establecimiento de relaciones entre mutación, selección natural y herencia.

A continuación se presentan unos mapas conceptuales realizados por ambos grupos, donde se recoge lo aprendido acerca de los conceptos que nutren el concepto de variabilidad genética y, donde se realiza una comparación de los aprendizajes alcanzados

Memorias del VIII Encuentro Nacional de Experiencias en Enseñanza de la Biología y la Educación Ambiental. III Congreso Nacional de Investigación en Enseñanza de la Biología.



Dentro del trabajo realizado y como medio a través del cual se desarrolla la temática de la variabilidad genética, se abordó el trabajo de extracción, amplificación y determinación de la variabilidad genética de la especie de aguacate -*Persea americana* M. -en el municipio de Amagá.

Para el desarrollo de este trabajo, los estudiantes se dieron a la tarea de recolectar muestras de hojas de las diferentes especies de aguacate que se cultivan en el municipio.

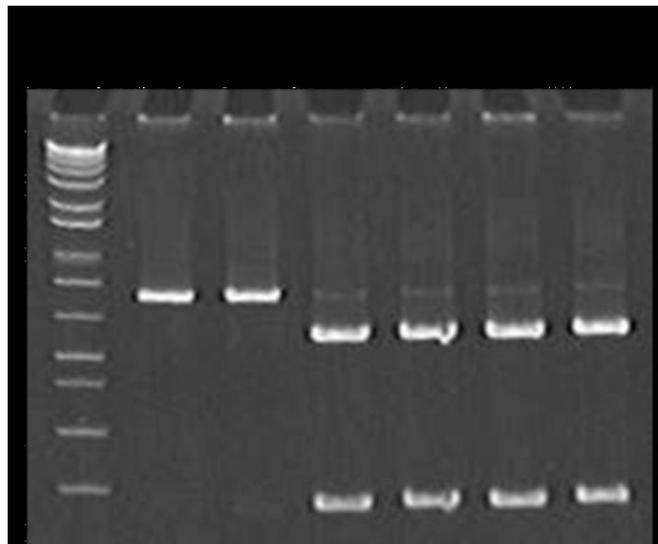
Para su estudio, se tomaron como referencia 3 subespecies, de las cuales una de ellas se cultiva con fines de exportación. Los nombres comunes que reciben dichas subespecies son Papelillo, Haz y Criollo.

Posteriormente y como parte del trabajo, los estudiantes con la asistencia del docente y un auxiliar del laboratorio de biología molecular, sometieron las muestras al análisis genético,

Memorias del VIII Encuentro Nacional de Experiencias en Enseñanza de la Biología y la Educación Ambiental. III Congreso Nacional de Investigación en Enseñanza de la Biología.

con motivo de comparación entre las mismas, buscando la presencia de variabilidad genética dentro de la especie.

Los resultados obtenidos se presentan en la siguiente figura.



*Figura 2: Gel Electroforesis PCR-RFLPs para 6 muestras de plantas de Aguacate del municipio de Amagá. Primers utilizados (ITS1-ITS4 para la subunidad menor del ribosoma). Enzimas Utilizadas EcoR1 y MSe1. Marcador de 50pb.*

De acuerdo con los resultados, pudo determinarse que las muestras que presentaron un patrón diferente en la prueba de electroforesis, correspondían con las tomadas de la especie Haz, las cuales desde la observación fenotípica presentaban igualmente diferencias morfológicas y de color con las otras dos.

### **Conclusiones**

La consecuencia del laboratorio dentro del proceso de aprendizaje puede considerarse en general como conveniente, ya que se presupuestaba que a través de las prácticas de

Memorias del VIII Encuentro Nacional de Experiencias en Enseñanza de la Biología y la Educación Ambiental. III Congreso Nacional de Investigación en Enseñanza de la Biología.

laboratorio pudiese alcanzarse un estatus de fructibilidad por el afianzamiento de conceptos concernientes a la variabilidad genética, lo cual puede considerarse logrado en cierta medida, pues los estudiantes del grupo experimental, adoptaron una postura más crítica frente a las situaciones que demandan explicaciones a partir de las fuentes de la variabilidad genética.

Además de esto, se atribuye al laboratorio de biología un alto poder motivacional en los procesos de conceptualización, pues fue visto dentro del trabajo, que las prácticas realizadas fueron de interés para los estudiantes por la posibilidad de interactuar y descubrir de forma aplicada, la variabilidad genética de la especie *Persea americana* M.(aguacate) en el municipio de Amagá.

La confrontación de los resultados iniciales y finales, permitió observar un avance significativo en el manejo conceptual por parte del grupo experimental, donde la apropiación de conceptos referidos a la variabilidad genética se hizo visible. No obstante, el alcance de un estatus de fructibilidad, no se hizo evidente de forma total, debido a que en algunas respuestas aún se notaban vacíos explicativos que no alcanzaban demostrar un poder competitivo del aprendizaje frente a la explicación de diferentes fenómenos. Desde este punto de vista, es conveniente anotar que el proceso de evolución conceptual no logró efectuarse significativamente, en parte por la heterogeneidad presentada en las respuestas ofrecidas por el grupo experimental.

El trabajo llevado a cabo con la especie *Persea americana* M, fue de gran importancia, puesto que la especie vegetal es conocida por los estudiantes, debido a que es un producto de exportación en el municipio. De esta forma se considera la efectividad del trabajo contextualizado, en la evolución de los aprendizajes y el desarrollo de competencias científicas.

### **Bibliografía**

Audesirk, T. & Audesirk, G. (1996). Biología: La Vida en la Tierra. (4ª ed.) México: Prentice Hall Hispanoamericana, S.A.

Memorias del VIII Encuentro Nacional de Experiencias en Enseñanza de la Biología y la Educación Ambiental. III Congreso Nacional de Investigación en Enseñanza de la Biología.

Blaxter, L. Hughes, C. & Tight, M. (2000). *Cómo se hace una investigación*. Gedisa. Barcelona, España.

Briones, G. (1996). *Metodología de la investigación cuantitativa en las ciencias sociales. Módulos de Investigación*. ICFES. Bogotá, Colombia.

Casas, G. (2008). Aplicación de métodos de comparaciones múltiples en Biotecnología Vegetal. *Revista Biotecnología Vegetal*. Cuba 8 (2), 67-71.

Campbell, N; Reece, J. (2005). *Biología*. (7ª. ed.). Editorial Médica Panamericana S.A. Madrid, España

CeaD" Ancara, M. (1998). *Metodología cuantitativa. Estrategias y técnicas de investigación social*. Madrid, España.

Florez, Caballero & Moreira. (2009). El laboratorio en la enseñanza de las ciencias: una visión integral en este complejo ambiente de aprendizaje. *Revista de Investigación*. 33 (68)Caracas. [Disponible en línea]: [http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1010-29142009000300005&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1010-29142009000300005&lng=es&nrm=iso&tlng=es)(28 de Septiembre 4:00 pm)

Jorba& Sanmartí. (1994). *Enseñar, aprender y evaluar: un proceso de regulación continua. Propuestas didácticas para las áreas de ciencias naturales y Matemáticas*. Barcelona, España.

Ley General de Educación(Ley 115 de 1994-Febrero 8). (1995). Ecoe Editores. República de Colombia.(Autor)

Lineamientos Curriculares: Ciencias Naturales y Educación Ambiental. (1998). Editorial Cooperativa Magisterio. Bogotá, Colombia.(Autor)

López, L. ; Arriaga, R. ; Barrientos, A. (1997). Biodiversity of the genus *Persea* spp. and related species in germplasm banks of the state of México. *Revista Chapingo Serie Horticultura*. 3(1), 129-133.

Memorias del VIII Encuentro Nacional de Experiencias en Enseñanza de la Biología y la Educación Ambiental. III Congreso Nacional de Investigación en Enseñanza de la Biología.

Monsalve, A, C.;Blandón, J. (2010). *La extinción: ¿Una consecuencia dela selección natural o los efectos antrópicos? Un estudio de caso sobre el aprendizaje en el MUUA*. Trabajo de grado. Universidad de Antioquia. Colombia.249 p.

Orellana, L. (2001).*Estadística descriptiva*.Universidad de Buenos Aires. Argentina

Tamayo& Tamayo, M. (1999). Aprender a investigar. Módulo 2: *La investigación*. ICFES. Bogotá, Colombia.

Treagust& Duit. (2008). *Conceptual Change. A discussion of theoretical, methodological and practical challenges for science education*. Alemania