

**EL SUELO Y SU FERTILIDAD: UNA VISIÓN DESDE LA ENSEÑANZA PARA LA
COMPRESIÓN EN UNA HUERTA ESCOLAR**

STIWAR REYES AGUDELO

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
MAESTRIA EN DOCENCIA DE LA QUÍMICA
BOGOTÁ D.C**

2014

**EL SUELO Y SU FERTILIDAD: UNA VISIÓN DESDE LA ENSEÑANZA PARA LA
COMPRESIÓN EN UNA HUERTA ESCOLAR**

STIWAR REYES AGUDELO

DIRECTORA:

PROFESORA DORA LUZ GÓMEZ AGUILAR

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
MAESTRIA EN DOCENCIA DE LA QUÍMICA
BOGOTÁ D.C**

2014

NOTA DE ACEPTACION

Presidente del Jurado

Jurado

Jurado

Bogotá, Noviembre del 2014

AGRADECIMIENTOS

- ✓ **Quiero agradecer a Dios Todopoderoso, porque sin su ayuda nada podríamos hacer.**
- ✓ **A mi esposa, a mi suegra, a mis padres, Hermanos y toda la familia, quienes me apoyaron en todo.**
- ✓ **A mi compañeros de Maestría (Wilson montaña, Samuel David Vargas, José Luis García, Jenny Aguilar, Miguel piraban y Laura Moreno).**
- ✓ **A mi directora la profesora Dora Luz Gómez Aguilar y los demás profesores de la Maestría por sus aportes y gran apoyo.**
- ✓ **Al profesor Manuel Erazo Parga por sus aportes y sugerencias.**
- ✓ **Al señor rector Víctor Hugo Galindo y compañeros docentes del Colegio Distrital Juan rey, por el apoyo y colaboración.**
- ✓ **A los estudiantes del grado Once (Promoción 2014) del Colegio Distrital Juan Rey.**
- ✓ **A todas las personas que contribuyeron para sacar adelante la Investigación.**

"Para todos los efectos, declaro que el presente trabajo es original y de mi total autoría; en aquellos casos en los cuales he requerido del trabajo de otros autores o investigadores, he dado los respectivos créditos" Según la Ley 23 de 1982, Circular 006 de 2002 y Acuerdo 031 de 4 Diciembre de 2007.

	<i>FORMATO</i>
	<i>RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE</i>
Código: FOR020GIB	Versión: 01
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página 6 de 140

1. Información General	
Tipo de documento	Tesis de Grado de Investigación
Acceso al documento	Universidad Pedagógica Nacional. Biblioteca Central
Título del documento	El Suelo y su Fertilidad: Una Visión desde la Enseñanza para la Compresión en una Huerta Escolar.
Autor(es)	Reyes Agudelo, Stiwari
Director	Gómez Aguilar, Dora Luz
Publicación	Bogotá. Universidad Pedagógica Nacional, 2014. 140p.
Unidad Patrocinante	Universidad Pedagógica Nacional
Palabras Claves	COMPRESION; ENSEÑANZA PARA LA COMPRESION; SUELO, FERTILIDAD; pH; POROSIDAD; PERMEABILIDAD; TEXTURA; COLOR Y INTERCAMBIO CATIONICO

2. Descripción
<p>Tesis de Grado donde el autor realizó una Investigación donde se fundamenta en la Implementación de un modelo de la enseñanza para la comprensión en estudiantes del grado undécimo del colegio Distrital Juan Rey de la Ciudad de Bogotá, para la comprensión de los tópicos generativos asociados al estudio al suelo y su fertilidad como textura, permeabilidad, porosidad, pH, color y Intercambio Catiónico. En la Investigación se realiza una Indagación previa de los tópicos generativos a los estudiantes y luego se implementa la estrategia didáctica por medio de una cartilla ilustrada donde se muestra 20 actividades con videos, lectura, experimentación y páginas de Internet de los tópicos generativos estudiados y finalmente se realizó la evaluación la estrategia didáctica, el modelo pedagógico implementado de la enseñanza para la comprensión y el avance de los estudiantes en la comprensión de los tópicos generativos.</p>

3. Fuentes

BUSTAMANTE ALONSO, I. Y P. CORRAL BARBERO, 1999. Laboratorio de Análisis Agrícola I.N.E.A. INEA.

BLYTHE, Tina. (1998), La enseñanza para la comprensión. Guía para el docente. Buenos Aires, Paidós.

CARLOS DORRONSORO FERNÁNDEZ, Catedrático de Edafología y Química Agrícola Departamento de Edafología y Química Agrícola Universidad de Granada, Introducción a la Edafología Adaptado y reeditado por Manuel Erazo Parga Profesor Universidad Pedagógica Nacional Bogotá Marzo de 2005.

GARDNER, H. (2000), La educación de la mente y el conocimiento de las disciplinas. Lo que todos los estudiantes deberían comprender. Barcelona, Paidós.

LOMBARDI, Graciela (2003) “Enseñanza para la comprensión”. En: Área de elaboración de materiales. Buenos Aires, C.A.P.A.C.Y.T. PERKINS, David. (1998), ¿Qué es la comprensión? En: STONE WISKE, Martha. La Enseñanza para la Comprensión: vinculación entre la investigación y la práctica. Quilmes, Paidós.

PATIÑO Sandra, Enseñanza para la Comprensión: Propuesta metodológica centrada en el aprendizaje del estudiante. Revista Humanizarte Año 5 N. 8 2012. Bogota, Colombia.

PERKINS, David & BLYTHE, Tina. (2005. Vol. 14, No. Abril). Ante todo, la comprensión. En: Revista Magisterio Educación y Pedagogía, Bogotá VÁSQUEZ Recio, Rosa. “Enseñanza para la comprensión: el caso de la Escuela Rural de Bolonia (Cádiz, España)”. En: Revista Iberoamericana de Educación. sept.dic.2011, n. 57, pp. 183-202.

STONE Wiske, Martha (1999), La enseñanza para la comprensión- vinculación entre la investigación y la práctica .Ed Paidós, Buenos Aires.

4. Contenidos

Según la organización de los contenidos se inicia en el capítulo uno con la Introducción, en el capítulo dos la Justificación, capítulo tres los Antecedentes, el capítulo cuatro al capítulo quinto se encuentra el Marco Teórico donde se describe el termino comprensión el modelo de enseñanza para la comprensión, la V de Gowin, el mapa mental, la Explicación del suelo sobre su importancia, características, factores de formación, propiedades físicas, química, biológicas y su fertilidad. En el capítulo sexto se encuentra la descripción del problema, formulación del problema, los Objetivos y el diseño Metodológico. En el capítulo séptimo se encuentra las fases de la metodología, análisis de resultados, las conclusiones y las recomendaciones y al final la Bibliografía.

5. Metodología

El diseño metodológico que se plantea la presente Investigación es una metodología Cuantitativa-cualitativa de tipo Cuasi-experimental, ya que sigue la lógica y los procedimientos de un experimento, aunque presenta ciertas diferencias, además la propuesta que se va a trabajar establece relaciones de causa-efecto de los factores que pueden afectar el experimento, pero no en condiciones de control y precisión rigurosos, ya que todas las variables involucradas no se pueden manipular ni controlar de igual forma. La población fueron 20 estudiantes del grado Undécimo del colegio Distrital Juan Rey de la Ciudad de Bogotá, con edades entre 15 a 17 años. La Investigación se desarrolló en cuatro etapas: **PRIMERA FASE: DIAGNÓSTICO:** Caracterización del suelo de la huerta escolar en el Instituto Colombiano Agropecuario ICA. Aplicación del pre-test a los estudiantes sobre los tópicos generativos relacionados al estudio del suelo y su fertilidad con énfasis en algunas propiedades físicas y químicas de los suelos como textura, permeabilidad, porosidad, materia orgánica, color, intercambio catiónico y pH. **SEGUNDA FASE: DISEÑO Y IMPLEMENTACION DE LA PROPUESTA:** Organización de los tópicos generativos, hilos conductores, desempeños de comprensión y valoración continua asociados al estudio del suelo y su fertilidad, por medio de una cartilla didáctica ilustrada con lecturas y análisis de artículos científicos, proyección de videos, experimentación, análisis sobre informe científicos de estudio del suelo de la huerta por medio de Corpoica y animaciones de flash, todo esto relacionado con algunas propiedades físicas y químicas del suelo como textura, permeabilidad, porosidad, color, materia orgánica, intercambio catiónico y pH. Todo esto fundamentado por medio del modelo EpC. **TERCERA FASE: EVALUACION DE LA PROPUESTA:** Desarrollo de Mapas mentales y V de Gowin, relacionados con el tópico generativo asociados al estudio del suelo y su fertilidad. Aplicación del pos-test a los estudiantes sobre los tópicos generativos relacionados al estudio del suelo y su fertilidad con énfasis en algunas propiedades físicas y químicas de los suelos como textura, permeabilidad, porosidad, color, materia orgánica, intercambio catiónico y pH. **CUARTA FASE: ANALISIS DE LA INFORMACION:** Tabulación de la Información, Elaboración de grafica análisis de resultados y conclusiones.

6. Conclusiones

De acuerdo con el problema y los objetivos planteados en esta investigación a continuación se presentan las principales conclusiones obtenidas:

- ✓ En la indagación de los conceptos previos en los estudiantes sobre con los tópicos generativos asociado al estudio del suelo y su fertilidad como textura, permeabilidad, porosidad, color, Intercambio catiónico y pH se presentó dificultades de comprensión y aprendizaje de los conceptos evaluados.
- ✓ A partir de la implementación de la propuesta, se presentó un aumento en el aprendizaje de las propiedades físicas y químicas propuestas como parámetros de fertilidad del suelo como textura, permeabilidad, porosidad, color, Intercambio Catiónico y pH.
- ✓ El abordaje de estos conceptos estudiados relacionados con el suelo y su fertilidad desde el contexto de los estudiantes mejoraron significativamente la comprensión.
- ✓ A partir de los conceptos aprendidos, los estudiantes los pueden aplicar, contextualizar, ejemplificar, generalizar, explicar, justificar y comparar mejorando el nivel epistémico, nivel de resolución de problemas y el nivel de investigación, fundamentado en el marco de la Enseñanza para la Comprensión.

Elaborado por:	Reyes Agudelo, Stiwar
Revisado por:	Gómez Aguilar, Dora Luz

Fecha de elaboración del Resumen:	28	11	2014
--	----	----	------

TABLA DE CONTENIDO

	Pag
1. INTRODUCCION	18
2. JUSTIFICACIÓN	19
3. ANTECEDENTES	20
4. MARCO TEÓRICO	23
4.1 ¿Qué es la comprensión?	23
4.2 EL MODELO DE ENSEÑANZA PARA LA COMPRESIÓN	26
4.2.1 ¿Qué es la Enseñanza para la Comprensión?	28
4.2.2 Los componentes del marco de Enseñanza para la Comprensión	28
4.2.3 LOS TÓPICOS O TEMAS GENERATIVOS	29
4.2.4 Hilos Conductores.	30
4.2.5 Metas y Desempeños de Comprensión.	30
4.2.6 Actividades de Comprensión	31
4.2.7 Evaluación Continua.	31
4.3 LA V DE GOWIN COMO INSTRUMENTO PARA EVALUAR EL APRENDIZAJE	32
4.4 EL MAPA MENTAL	33
4.5. EL SUELO	34
4.5.1 IMPORTANCIA DEL SUELO	35
4.5.2 COMPOSICIÓN DEL SUELO	35
4.6 COMPONENTES FÍSICOS, QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS DEL SUELO	37
4.7 LOS ORGANISMOS DEL SUELO	38
4.8 FORMACIÓN DEL SUELO	39
4.9 HORIZONTES DEL SUELO	40
5. FACTORES DE FORMACION DEL SUELO	41
5.1 LA ROCA COMO FACTOR FORMADOR DEL SUELO	41

5.2 EL CLIMA COMO FACTOR FORMADOR	43
5.3 ACCIONES DEL RELIEVE	44
5.4 LOS ORGANISMOS COMO FACTOR FORMADOR	47
5.5 EL TIEMPO COMO FACTOR FORMADOR	48
5.6. CONSTITUYENTES DEL SUELO	48
5.6.1 LA FASE SOLIDA DEL SUELO	48
5.6.1.1 LA MATERIA ORGÁNICA.	48
5.6.1.2 LA MATERIA MINERAL	48
5.6.2 LA FASE LIQUIDA Y GASEOSA DEL SUELO	48
5.6.2.1 Fase líquida	49
5.6.2.2 Fase gaseosa	49
5.7. PROPIEDADES FISICAS DEL SUELO	50
5.7.1 Textura	50
5.7.2 Color	53
5.7.3 Permeabilidad	56
5.7.4 Porosidad	56
5.8. PROPIEDADES FISICOQUIMICAS	56
5.8.1 pH	56
5.8.2 Intercambio Catiónico	58
5.9. TIPOS DE SUELOS SEGÚN SU TEXTURA	63
5.9.1 Suelos Arenosos	63
5.9.2 Suelos Arcillosos	64
5.9.3 Suelos Calcáreos	64
5.9.4 Suelos Humíferos	65
6. LA NUTRICION VEGETAL DEL SUELO	65
6.1 Macronutrientes	66
6.2 Micronutrientes	66
6.3. LA FERTILIDAD DEL SUELO.	68

6.3.1 Importancia de la Fertilidad en el Suelo	71
6.4. Análisis del suelo	71
6.4.1 Potasio	71
6.4.2 Calcio	72
6.4.3 Magnesio	73
6.4.4 Sodio	73
6.5. Erosión del Suelo	73
6.5.1 Causas de la Erosión	74
6.6. UBICACIÓN Y SUELO DE LA HUERTA ESCOLAR	76
6.6.1 ASPECTOS GEOGRÁFICOS Y DE LOCALIZACIÓN	76
6.6.1.1 CLIMA	76
6.6.1.2 LOCALIZACION	76
6.6.1.3 GEOMORFOLOGIA Y SUELOS	77
6.6.1.4 HIDROLOGIA	77
6.6.1.5 PROBLEMAS DE CONSERVACION DE SUELOS	77
6.6.1.6 EROSION E INESTABILIDAD DE TIERRAS	77
6.7. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	78
6.7.1 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	78
6.8. OBJETIVOS	79
6.8.1 OBJETIVO GENERAL	79
6.8.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	79
6.9. DISEÑO METODOLÓGICO	80
6.9.1 FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS	80
6.9.2 POBLACIÓN Y MUESTRA	80
6.9.3 VARIABLES	80
6.9.3.1 VARIABLES INDEPENDIENTE	80

6.9.3.2 VARIABLE DEPENDIENTE	80
7. FASES DE LA METODOLOGÍA	81
7.1 ANALISIS DE RESULTADOS	83
7.1.1 PRIMERA FASE: DIAGNÓSTICO	83
7.1.2 SEGUNDA FASE: DISEÑO Y IMPLEMENTACION DE LA ESTRATEGIA	97
7.1.3 ANALISIS DE LA EVALUACION DE LA PROPUESTA IMPLEMENTADA	112
7.2 CONCLUSIONES	129
7.3 RECOMENDACIONES	130
7.4. BIBLIOGRAFÍA	131
ANEXOS	133

ANEXOS

ANEXO 1: CUESTIONARIO SOBRE CONOCIMIENTOS PREVIOS DE LOS ESTUDIANTES	133
ANEXO2: RÚBRICA PARA EVALUAR EL DISEÑO EXPERIMENTAL CON La V DE GOWIN	135
ANEXO 3: RUBRICA CRITERIOS PARA EVALUAR UN MAPA MENTAL.	136
ANEXO 4: RUBRICA PARA EVALUAR DISCUSIONES EN CLASE Y RETROALIMENTACION	137
ANEXO 5: CUESTIONARIO FINAL PARA ESTUDIANTES	138

LISTA DE TABLAS Y FIGURAS

Tabla 1: Actividades de Compresión.	24
Tabla 2: Minerales del suelo	36
Tabla 3: Clases de texturas de suelos.	52
Tabla 4: pH en los cultivos	58
Tabla 5: Rango de pH en los cultivos	58
Tabla 6: Resultados del cuestionario de conocimientos previos.	84
Tabla 7: Organización de la preguntas del cuestionario Inicial	84
Tabla 8: Resultados de los estudiantes del cuestionario final	113
Tabla 9: Organización de la preguntas del cuestionario Final.	113
Figura 1: Modelo para la compresión	26
Figura 2: marco conceptual diseñado para cumplir con este propósito	28
Figura 3: Componentes de la Enseñanza para la Compresión EpC	29
Figura 4: Componentes del suelo	37
Figura 5: Organismos en el suelo	39
Figura 6: Imagen del Proceso de formación de los suelos	40
Figura 7: Horizontes del suelo	40
Figura 8: La roca como factor formador	42
Figura 9: El transporte en las acciones del relieve	45
Figura 10: El microclima en la formación del suelo	46
Figura 11: La topofunciones en la formación del suelo	47
Figura 12: Triangulo en la determinación de la textura del suelo	51
Figura 13: Intercambio catiónico en la fracción arcilla	59
Figura 14: Intercambio catiónico en la materia orgánica	63
Figura 15: Suelos arenosos	64
Figura 16: Suelos Arcillosos	64
Figura 17: Suelos Calcareos	65
Figura 18: Suelos Humíferos	65
Figura 19: Listado de los macronutrientes y micronutrientes en el suelo	67
Figura 20: Los factores de la Degradación del suelo	75

LISTA DE GRAFICAS E IMÁGENES

Grafica 1: Factores de formación del suelo.	41
Grafica 2: Acción del clima sobre los constituyentes.	43
Grafica 3: Acción del clima sobre los constituyentes	44
Grafica 4: Acción del clima sobre los constituyentes	44
Grafica 5: El porcentaje de Aire presente en el suelo	50
Grafica 6: Pregunta 1 cuestionario Inicial	84
Grafica 7: Pregunta 2 Cuestionario Inicial	85
Grafica 8: Pregunta 7 Cuestionario Inicial	86
Grafica 9: Pregunta 8 Cuestionario Inicial	86
Grafica 10: Pregunta 13 Cuestionario Inicial	87
Grafica 11: Pregunta 19 Cuestionario Inicial	88
Grafica 12: Pregunta 3 Cuestionario Inicial	89
Grafica 13: Pregunta 9 Cuestionario Inicial	89
Grafica 14: Pregunta 4 Cuestionario Inicial	90
Grafica 15: Pregunta 6 Cuestionario Inicial	91
Grafica 16: Pregunta 12 Cuestionario Inicial	91
Grafica 17: Pregunta 14 Cuestionario Inicial	92
Grafica 18: Pregunta 15 Cuestionario Inicial	92
Grafica 19: Pregunta 5 Cuestionario Inicial	93
Grafica 20: Pregunta 10 Cuestionario Inicial	94
Grafica 21: Pregunta 11 Cuestionario Inicial	95
Grafica 22: Pregunta 16 Cuestionario Inicial	95
Grafica 23: Pregunta 17 Cuestionario Inicial	96
Grafica 24: Pregunta 18 Cuestionario Inicial	96
Grafica 25: Pregunta 1 Cuestionario Final	113
Grafica 26: Pregunta 2 Cuestionario Final	114
Grafica 27: Pregunta 7 Cuestionario Final	115
Grafica 28: Pregunta 8 Cuestionario Final	116
Grafica 29: Pregunta 13 Cuestionario Final	116
Grafica 30: Pregunta 19 Cuestionario Final	117
Grafica 31: Pregunta 3 Cuestionario Final	118
Grafica 32: Pregunta 9 Cuestionario Final	119
Grafica 33: Pregunta 4 Cuestionario Final	120
Grafica 34: Pregunta 6 Cuestionario Final	121
Grafica 35: Pregunta 12 Cuestionario Final	121
Grafica 36: Pregunta 14 Cuestionario Final	122
Grafica 37: Pregunta 15 Cuestionario Final	123
Grafica 38: Pregunta 5 Cuestionario Final	124
Grafica 39: Pregunta 10 Cuestionario Final	125
Grafica 40: Pregunta 11 Cuestionario Final	126
Grafica 41: Pregunta 16 Cuestionario Final	127
Grafica 42: Pregunta 17 Cuestionario Final	127
Imagen 1: Mapa mental del momento uno	98
Imagen 2: Mapas mental del momento Uno	99
Imagen 3: Trabajo experimental momento dos	100
Imagen 4: Retroalimentación Momento dos	101

Imagen 5: Retroalimentación Momento dos	101
Imagen 6: Mapa mental momento dos	102
Imagen 7: Trabajo Experimental momento dos	102
Imagen 8: Trabajo experimental momento dos	103
Imagen 9: Actividad Mapa mental. Momento dos	104
Imagen 10: Actividad la textura del suelo. Momento tres	105
Imagen 11: Actividad las propiedades físicas del suelo. Momento tres	106
Imagen 12: Actividad mapa mental. Momento tres	107
Imagen 13: Actividad experimental. Momento tres	108
Imagen 14: Actividad Experimental. Momento tres	108
Imagen 15: Actividad experimental. Momento cuatro	109
Imagen 16: Actividad momento cuatro	110

1. INTRODUCCIÓN

La ciencia y el ambiente, como parte del desarrollo de una sociedad son uno de los aspectos más sobresalientes a tener en cuenta. Por lo tanto están vinculadas a la educación cuyo objetivo principal es un fin social, de carácter diverso según el contexto socio-económico y político en que se desarrolla.

Teniendo en cuenta lo anterior, el proceso de enseñanza-aprendizaje juega un papel principal en la labor educativa, formando un sistema complejo llamado aula en el que intervienen aspectos como la teoría y la práctica. Tener una perspectiva individualista de teoría y práctica, sin hallar una relación substancial, es un pensamiento “pobre” que conduce a un pensamiento parcial. Por lo tanto quien tiende un puente entre estas dos, es el profesional que reflexiona críticamente sobre el qué y el cómo hacer, actuando desde una ideología teórica y ética.

Partiendo de los anteriores hechos, el presente trabajo de investigación se centra en el desarrollo de una propuesta de enseñanza y aprendizaje basadas en el modelo de enseñanza para la comprensión, que integra la aplicación de conceptos de las ciencias específicamente la química y sus implicaciones en el uso de recursos naturales, desarrollo de productos cotidianos y el proceso en el suelo en la huerta escolar en la siembra de verduras y leguminosas como arveja presente en el colegio distrital Juan Rey, a través de un de tópico generativo como el suelo y su fertilidad, como elementos muy importante para el desarrollo de los animales y las plantas. También esta estrategia se fundamentara de lograr un aprendizaje fundamentado en el modelo de enseñanza para la comprensión.

Este enfoque posibilita la comprensión que se define como la habilidad de pensar y actuar con flexibilidad a partir de lo que uno sabe (Perkins, 1999). Desde el punto de vista práctico se puede afirmar que un estudiante ha comprendido algo cuando es capaz de explicar un tópico resolviendo un problema, argumentándolo o infiriendo elementos, entonces la comprensión se presenta cuando los individuos puedan pensar y actuar a partir de lo que saben pero la condición es que se haga de forma flexible, ya que si no sería de forma memorística y rutinaria. Si reconocemos la comprensión por medio de un criterio flexible, se puede afirmar que la comprensión es la capacidad de un desempeño flexible donde se define el desempeño de comprensión que van más allá de la memorización que implica niveles.

La estrategia metodológica permitirá que los estudiantes planteen problemas a investigar, identificar y definir problemas, indicando las condiciones en la que se encuentran inmerso, proponiendo el procedimiento a seguir para su solución siendo la consulta bibliográfica y la construcción del marco teórico importante y con una evaluación continua en el estudio de algunos conceptos en el proceso que relacionen con el suelo y su fertilidad con la ciencia química sus implicaciones , aplicaciones en una sociedad actual y en el medio ambiente.

2. JUSTIFICACIÓN

Actualmente se observa a través de los medios de comunicación la gran influencia del hombre en el deterioro que sufre el medio ambiente, a causa del inadecuado manejo de los residuos sólidos y líquidos; incluyendo la sobreproducción de gases en la atmósfera por las grandes industrias.

A causa de esta contaminación que cada día va en aumento, se propone realizar un proyecto de investigación en la Institución Educativa Distrital Juan Rey, con el propósito de realizar una propuesta didáctica de relacionar lo disciplinar de la química como de algunos conceptos del estudio del suelo y su fertilidad. De esta manera es importante relacionar de forma indisciplinar las propiedades físicas y químicas del suelo con el fundamento teórico de algunos conceptos en química, su relación con la sociedad y el medio ambiente, permitiendo en los estudiantes resuelvan problemas, argumentándolos por medio del modelo de enseñanza para la comprensión de acuerdo a las competencias científicas estipuladas en los estándares de educación en Colombia.

Teniendo en cuenta lo anterior, el proyecto tiene como fin beneficiar a la comunidad educativa y al entorno del Colegio, de tal manera que se reduzca paulatinamente la producción de residuos orgánicos en la Institución educativa con el proceso de reutilización que este amerita y a involucrarse en los aspectos físicos y químicos del suelo y su fertilidad sus impacto y beneficios en el suelo y en las plantas. Para esto también es necesario que la comunidad adquiera por parte de los estudiantes el aprendizaje experimental del proceso en el estudio de las propiedades físicas y químicas presentes en el suelo, y de esta forma multipliquen este conocimiento a sus familias y entorno en general. Un gran beneficio que aportará este proyecto, es el cuidado al medio ambiente, reducción de basuras fomentando un adecuado reciclaje y disminuyendo la producción de gases atmosféricos los cuales son perjudiciales para la salud.

También de implementar una estrategia metodológica en el mejoramiento de la enseñanza y aprendizaje de la química específicamente el estudio del suelo y su fertilidad a través del modelo de enseñanza para la comprensión, por medio del aprendizaje y enseñanza de la ciencias específicamente la química en un ambiente articulador como la huerta escolar, que es una oportunidad de aprendizaje, por el contexto del colegio que es de carácter rural, según los antecedentes del PRAE, 2012 en el colegio distrital Juan Rey de la localidad de San Cristóbal de la ciudad de Bogotá.

La Huerta escolar del colegio distrital Juan rey es una espacio de aprendizaje indisciplinar que involucra aspectos económicos, políticos, culturales y ambientales que tiene una organización de recolección de agua lluvia, utilización de abonos orgánicos por medio del compostaje y siembra de hortalizas orgánicas por la utilización de pesticidas naturales elaborados por los estudiantes.

3. ANTECEDENTES

La educación en ciencias como área de investigación tiene acuerdo en ciertos problemas que orientan el trabajo investigativo en ciencias y sirven de referencia en el origen de esta nueva disciplina. Tales problemas se debe a la enseñanza de las disciplinas científicas y estudios curriculares de las mismas, también sobre la enseñanza y aprendizaje de las ciencias, también lo relacionado en el contexto social en el cual se desarrolla el proceso de enseñanza y aprendizaje de las ciencias, la tecnología educativa en el proceso de educación en ciencias, también la relación del conocimiento común con el conocimiento escolar en lo relacionado con el razonamiento cotidiano y aprendizaje escolar.

El presente trabajo de investigación tiene una tarea en trabajar en mejorar la enseñanza y aprendizaje de la química en el estudio de los Metales Mayoritarios y Minoritarios presentes en el suelo en un ambiente de aprendizaje como la huerta escolar en el Colegio Distrital Juan Rey de la localidad de San Cristóbal de la Ciudad de Bogotá, donde se cosechan plantas medicinales, naturales y hortalizas. Este ambiente de aprendizaje ayuda a una experiencia de los estudiantes donde pueden experimentar el conocimiento común con el conocimiento escolar, este trabajo de investigación utiliza como fundamento conceptual en sus antecedentes los siguientes trabajos presentados a continuación:

ANTECEDENTE:

FUENTE: Tesis de Grado de pre-grado. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional de Colombia, Departamento de Química, 2008.

AUTORES: Beltrán Martínez Juan Camilo y Nitola Castro María Mónica.

TITULO: La Finca: Un juego basado en el Análisis Físico-Químico del suelo para el desarrollo de competencias mediante la resolución de problemas.

RESUMEN: Se desarrolló un software enfocado hacia el estudio de parámetro en el suelo, resaltando un juego llamado la finca en el cual los estudiantes deben resolver el problema de un granjero al cual no le crece la cosecha, para ello el estudiante sin desplazarse del aula de clase, puede realizar una calicata, practica de laboratorio de chemlab y finalmente dar un diagnóstico del daño del suelo.

Es de resaltar que el software involucra aspectos importantes para un aprendizaje correcto de las técnicas de laboratorio tanto físicas como químicas a la hora de analizar un tipo de suelo en este caso la resolución de un problema. A nivel pedagógico se puede decir que fue elaborado con el fin de desarrollar competencias en los estudiantes partiendo de un modelo de aprendizaje por resolución de problemas.

ANTECEDENTE:

FUENTE: Tesis de Grado de pre-grado. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional de Colombia, Departamento de Química, 2009.

AUTORES: Garzón Téllez Mónica Liliana y Hernández Rodríguez Luz Ángela.

TITULO: El inspector: Una evaluación Toxicológica de metales pesados presentes en el suelo y aguas subterráneas partiendo un análisis químico para el desarrollo de las relaciones CTSA en el aula de clase.

RESUMEN: Se desarrolló un software que involucra aspectos con prácticas de laboratorios virtuales de análisis químico de las muestras de suelos y agua, parámetros toxicológicos con el objetivo que el usuario pueda resolver el caso que se le asigne. Esta herramienta computacional pretende que a partir del análisis de metales pesados y del juego se pueda afianzar las relaciones Ciencia, tecnología, sociedad y Ambiente en el aula de clase. El proyecto fue dirigido a estudiantes de una población rural del colegio agro-industrial del municipio de Madrid Cundinamarca.

ANTECEDENTE:

FUENTE: Tesis de Grado de Posgrado. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional de Colombia. Departamento de Química, 2009.

AUTOR: Castillo Daza Hebert Javier.

TITULO: Aprendizaje de Algunos Conceptos Químicos a Partir del Tópico Generativo de pH: Una PROPUESTA DE ENSEÑANZA PARA LA COMPRENSIÓN DESDE EL ANÁLISIS FITOQUÍMICO DEL MADROÑO. *Garcinia madruño (kunth) Hammel*.

RESUMEN: Está propuesta pedagógica fue enmarcada en la enseñanza para la comprensión se aplicó a 40 estudiantes del colegio CODEMA de la jornada mañana de la localidad octava de Kennedy con el objetivo de comprender algunos conceptos químicos a partir del tópico generativo de pH, enfocada en el estudio cuantitativo de metabolitos primarios (Carbohidratos, proteínas y lípidos) de la pulpa y análisis preliminar fitoquímico de los metabolitos secundarios de la semilla y cascara en la fruta exótica "Madroño". Especie de estudio traída desde Popayán (Cauca), originaria del mediterráneo especialmente de España.

ANTECEDENTE:

FUENTE: Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Mar del Plata. Instituto Stella Maris Adoratrices, Mar del Plata. CIAEC. Facultad de Farmacia y Bioquímica, Universidad de Buenos Aires. Tesis de Maestría.

AUTOR: Lucrecia E. Moro, María Alejandra Tintori Ferreira y María Gabriela Lorenzo.

TITULO: EL SUELO COMO INTEGRADOR DE CONCEPTOS QUÍMICOS.

RESUMEN: En este trabajo presenta una propuesta didáctica innovadora para los estudiantes de la Educación Secundaria, sobre el tema suelo en la cual se tiene en cuenta el impacto de la actividad humana. Esta propuesta se implementó durante el desarrollo del tema disoluciones y ofreció una nueva alternativa para la interpretación de los conceptos de disolución y de pH. Se relacionaron los compuestos químicos con los agentes formadores del suelo y sus contaminantes. La experiencia didáctica se desarrolló simultáneamente en cinco escuelas de la Provincia de Buenos Aires empleando una metodología "en red" en el marco del Programa "Ciencia entre Todos" (CET). Se Presentó la propuesta didáctica por su carácter innovador para el tratamiento de los diseños curriculares de química, por su enfoque integrador con las problemáticas sociales de la región y la promoción del cuidado del ambiente desde el punto de vista del desarrollo sustentable.

ANTECEDENTE:

FUENTE: Facultad de Estudios Superiores Cuautitlan. Universidad Autónoma de México. Tesis de Maestría.

AUTOR: Reyes Sánchez L.B.

TITULO: Enseñanza de la Ciencia del Suelo: Estrategia y Garantía del Futuro.

RESUMEN: El objetivo del trabajo fue hacer una propuesta metodológica de enseñanza interdisciplinaria de la ciencia, que busca generar interés por el estudio y conocimiento de las ciencias general y la ciencia del suelo en particular. Se detalla cómo trabajo la propuesta pedagógica en el interior de dos escuelas con niños de 5 y 6 de educación básica, mediante un proceso metodológico que permite tanto escalar los conocimientos de los niños de lo simple a lo complejo como organizar pedagógicamente toda acción con el mismo procedimiento. A través de la propuesta de enseñanza puesta en práctica, se logró en los grupos de trabajo una construcción de conocimiento de mayor complejidad en cuanto el establecimiento de relaciones y funciones del concepto suelo.

4. MARCO TEORÍCO

Para abordar el marco teórico se parte sobre la base teórica sobre el modelo de enseñanza para la comprensión en sus fundamentos y definir teóricamente sobre que es la comprensión en la enseñanza de las ciencias también se realizara un recorrido teórico sobre el suelo, su importancia, su uso, su formación, evolución, horizontes, clases de suelos, propiedades físicas, química, biológicas, macronutrientes, micronutrientes, la fertilidad y su erosión.

4.1 ¿Qué es la comprensión?

Perkins (1999) dice que “comprender es la habilidad de pensar y actuar con flexibilidad a partir de lo que uno sabe”. A partir de esta afirmación, se infiere que comprender significa algo más que adquirir información y desarrollar habilidades básicas. Siguiendo a Blythe T. & col (1999), “incumbe a la capacidad de hacer con un tópico una variedad de cosas que estimulan el pensamiento, tales como explicar, demostrar, dar ejemplos, generalizar, establecer analogías, volver a presentar el tópico de una nueva forma”. En resumen, comprender trasciende lo que entendemos convencionalmente por rendimiento, interesándose más en la promoción de desempeños cada vez más complejos que involucren situaciones de la vida real y que permitan al estudiante poner a prueba lo aprendido.

Para Gardner (2000), “lo importante es que los estudiantes exploren con una profundidad suficiente *un número razonable de ejemplos* para que puedan ver cómo piensa y actúa un científico, un geómetra, un artista, un historiador”. ¿Por qué puede ser útil que los estudiantes comprendan cómo piensan los expertos? Porque sin la estructura y la cohesión que aporta cada disciplina, corremos el riesgo de que toda la información presentada sea pronto olvidada.

¿Por qué es tan importante *la comprensión* para esta propuesta? Porque cuando los estudiantes comprenden, se encuentran en condiciones de aplicar ese conocimiento a situaciones nuevas.

Los impulsores de la Enseñanza para la Comprensión reconocen la importancia que los sistemas educativos otorgan al imperativo “cumplir con el programa”, pero agregan que si los docentes no disponen de tiempo para enseñar las formas de pensamiento disciplinario, la formación cultural de los estudiantes carecerá de base epistemológica, quedando limitada a una mezcla de conceptos y datos, ligados a la memoria y a las rutinas curriculares.

Comparto con Perkins (1995) la idea de que la comprensión no es algo que se posea, sino que es algo que se construye, que se encuentra siempre en estado de formación. Cuando comprendemos un tema o concepto, no solo hemos captado la información sino que también somos capaces de usarla para realizar ciertas actividades.

En el marco EpC estas actividades se denominan desempeños. Estos **desempeños** o **actividades de comprensión** pueden tener distinto grado de complejidad. Probablemente “encontrar ejemplos” es más sencillo que “justificar” o “generalizar”. En el siguiente tabla se muestran algunas actividades de comprensión que suelen desarrollarse en las clases: Perkins (1995).

EXPLICAR	Desarrollar la idea a partir de los conceptos comprendidos: “Dilo con tus propias palabras”
EJEMPLIFICAR	Reconocer y mencionar conceptos o situaciones similares: “Dime algún ejemplo”
APLICAR	Usar el concepto estudiado para explicar otra situación: “ ¿Cómo explicarías que ...”
JUSTIFICAR	Encontrar pruebas o evidencias: “¿Y por qué crees que eso es así?” “¿En qué basas tu opinión?” “Fundamenta”
COMPARAR	Relacionar con otros conceptos o situaciones: “Traza una línea que relaciones las dos listas...”
CONTEXTUALIZAR	Ubicar el concepto en el marco general de la disciplina: “Intenta encontrar vínculos con otros conceptos o temas de esta asignatura”. “Haz un mapa conceptual...”
GENERALIZAR	Buscar rasgos o características que también aparezcan en otras disciplinas: “¿hay algún concepto o tema en las otras asignaturas que te parezca relacionado?” Piensa en ...¿te parece que hay alguna relación con lo que acabamos de estudiar?”

Tabla 1: Actividades de Comprensión.

Las diferentes actividades de comprensión implican diferentes desafíos cognitivos, que se van enfrentando de forma gradual por parte del estudiante: **La comprensión no es “todo o nada”**. En relación con un tema dado, el estudiante puede comprender poco o mucho. ¿Qué quiere decir esto? Un estudiante que comprendió poco es el que ha sido capaz de realizar solo algunas actividades de comprensión, menos que las que pudo realizar el estudiante que ha comprendido más. Esta visión de la comprensión vinculada al desempeño favorece la idea de que se aprende por aproximaciones sucesivas.

Llegado a este punto y con el fin de evitar confusiones, deseamos enfatizar que no todas las actividades que se desarrollan en el aula son actividades de comprensión. Existen muchas tareas y actividades que no necesariamente estimulan o construyen comprensión, pero que igualmente son muy importantes para aprender, por ejemplo, memorizar información o automatizar ciertas habilidades: para aplicar una ley física hay que recordar sus fórmulas, para escribir adecuadamente hay que recordar las reglas de la ortografía y la sintaxis. También hay que automatizar habilidades como medir, o ser capaz de seguir ciertas indicaciones de una guía.

Este tipo de desempeños, bien no son “de comprensión”, son necesarios para comprender “El incorporar a práctica de las habilidades básicas en el contexto de los desempeños de comprensión permite a los alumnos percibir su verdadera importancia “ (Blythe, 1999:103).

Las actividades de comprensión exigen al estudiante profundizar en la información e ir más allá de ella, buscando reconfigurar, ampliar y aplicar los conocimientos incorporados, con el fin de reconstruirlos y producir nuevos conocimientos.

Perkis (1995:89) plantea cuatro niveles de comprensión:

Nivel de contenido: conocimiento y práctica en relación con datos y procedimientos rutinarios. En este nivel los estudiantes son capaces de realizar actividades de reproducción, tales como repetir, parafrasear, realizar procedimientos rutinarios. No se trata de verdaderas actividades de comprensión. La enseñanza tradicional alimenta fundamentalmente este nivel.

Nivel de la resolución de problemas: conocimiento y práctica en relación con enfrentar problemas rutinarios, más o menos complejos, de tipo convergente y encontrar soluciones únicas. Las actividades de comprensión están centradas en la ejemplificación y la aplicación. La enseñanza tradicional brinda la oportunidad de practicar mucho este tipo de situaciones, pero raramente se enseñan y/o se promueve la reflexión sobre las estrategias de resolución.

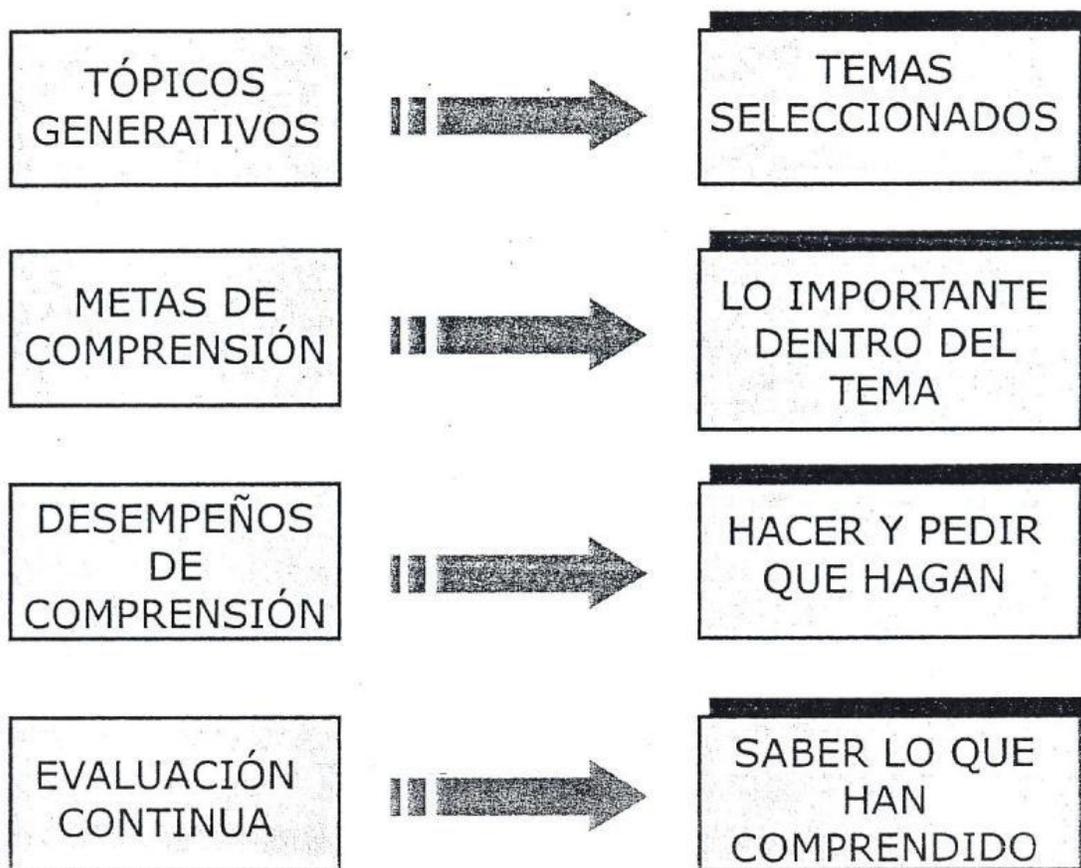
Nivel epistémico: conocimiento y práctica en relación con la justificación de la asignatura. Las actividades de comprensión están centradas en generar interpretaciones y justificaciones de los hechos, datos, fenómenos que se estudian. En la enseñanza tradicional suele dársele poca relevancia a este tipo de actividades.

Nivel de investigación: conocimiento y práctica en relación con el modo de construcción de conocimientos en la asignatura y la discusión de resultados. Las actividades de comprensión se centran en el planteo y discusión de hipótesis, crítica al conocimiento establecido, elaboración de conclusiones, etc.

Las actividades de comprensión deben estar centradas en la realización de tareas auténticas, situadas en **contextos reales**, de modo que el estudiante tenga oportunidad de aplicar sus conocimientos y habilidades. A su vez, tanto docente como estudiantes, deben tener claros, al iniciar la tarea, cuáles son las demandas de uno de otros: criterios de evaluación y estándares de desempeño claros y precisos. Muchas veces es oportuno que estos criterios y estándares surjan del consenso de docentes y estudiantes, y/o del consenso de la sala de docentes. La discusión y reflexión de estas dimensiones de la planificación aseguran la justicia y la transparencia.

Las **Tareas Situadas en contextos Reales** (TSCR) enfrentan al estudiante con un problema real o posible, situado en un contexto de la vida cotidiana o profesional con distintos desafíos y posibilidades, que admite diversas soluciones.

Figura 1: Modelo de la comprensión.



(Leymonié, 2006: 66)

4.2 EL MODELO DE ENSEÑANZA PARA LA COMPRESIÓN

La enseñanza para la comprensión hoy en día ha adquirido una importancia determinante en los sistemas educativos y constituye parte de la agenda olvidada en las reformas educacionales, por lo que se le debe prestar una atención prioritaria debido a que existe un consenso generalizado en la idea de su eficacia en el éxito escolar.

La comprensión en general y no solo a la comprensión específicamente lectora que sólo se refiere a la comprensión de textos. Muchos educadores tienen la creencia equivocada que esa tarea es esencialmente del educador de lengua, pero como veremos más adelante es responsabilidad de todos los educadores sobre todo cuando la didáctica en el lenguaje especializado en la enseñanza de una determinada área o asignatura.

Para empezar es necesario señalar que son tres los materiales que intercambian los educadores con los educandos en los procesos de enseñanza y de aprendizaje: Los conocimientos, las capacidades o competencias y la comprensión. Los conocimientos como sabemos pertenecen a la experiencia eco sociocultural e histórica, científica y tecnológica; las capacidades, se entienden como objetivos, competencias, habilidades, destrezas, y otros;

la comprensión se refiere al sentido que le damos a nuestros aprendizajes. En el presente realizamos un abordaje de las tensiones básicas de este último debido a que condiciona la estructuración de significativamente relevantes y pertinentes en la escolarización (Patiño, 2012).

En el marco de los trabajos de investigación del grupo Harvard, a comienzos de los años 90, se encuentra la Enseñanza para la Comprensión (EpC) como una propuesta metodológica en la educación en la enseñanza de las ciencias que tiene como propósito fundamental desarrollar sujetos capaces de pensar por sí mismos, de actuar de manera responsable y de emplear sus conocimientos para resolver los problemas de su vida cotidiana.

Los nuevos modelos pedagógicos, y claramente la Enseñanza para la Comprensión, busca que la enseñanza y el aprendizaje posean varias características: que sean significativo, contextualizado, interdisciplinar, dialógico, reflexivo y adaptado a las necesidades del sujeto (Vázquez, 2011). Situación que implica crear en el aula un ambiente que posibilite la participación activa de los estudiantes y que le permita al docente cuestionarse permanentemente sobre su quehacer educativo.

La Enseñanza para la comprensión, es un enfoque de tipo constructivista que incentiva la capacidad de pensar y actuar flexiblemente aplicando los conocimientos a un contexto, asumiendo que comprender es interiorizar conocimientos, traducirlos a una propia lengua y transformarlos con su aplicación o reflexión, o como lo diría (Perkins, 1998) "...comprender es la habilidad de pensar y actuar con flexibilidad a partir de lo que uno sabe. [...] la comprensión de un tópico es la capacidad de un desempeño flexible". Este tipo de comprensión del sujeto supera las barreras del memorismo, el actuar rutinario y el pensamiento bancario, genera la extrapolación de conceptos, el descubrimiento de representaciones mentales que deben ser evidenciadas en unos desempeños de comprensión, que con la constante ejercitación se convierten en dominios y competencias. Para (Perkins y Blythe, 2005) esa perspectiva de desempeño dice que "la comprensión es poder realizar una gama de actividades que requieren pensamiento en cuanto a un tema, por ejemplo, explicarlo, generalizarlo, aplicarlo, presentar analogías y representaciones de una manera nueva" (Patiño, 2012).

La Enseñanza para la Comprensión está ligada a la acción, es decir a la capacidad que tiene un individuo de dominar los conocimientos y aplicarlos a otras situaciones. Es poder transferir esos conocimientos a contextos diferentes, es tener la posibilidad de explicarlos, mostrar sus hipótesis, es emplear el pensamiento. Con tal fin es necesario tener en cuenta 4 preguntas que orientan nuestra labor educativa (Patiño, 2012)

1. ¿Qué es lo que realmente queremos que los estudiantes comprendan?
2. ¿Para qué queremos que comprendan ese tema o concepto?
3. ¿Cómo involucramos a los estudiantes en estos temas que deseamos que comprendan?
4. ¿Cómo sabrán tanto docentes como estudiantes que están construyendo esa comprensión?

Todo esto nos lleva a preguntar sobre cómo está organizado el modelo de enseñanza para la comprensión de cual surge la siguiente organización de 5 nuevos conceptos como los tópicos generativos, hilos conductores, las metas de comprensión, desempeños de comprensión y la evaluación continua.

4.2.1 ¿Qué es la Enseñanza para la Comprensión?

La enseñanza para la comprensión no tiene como objetivo una innovación radical que implique desechar lo que ya se hace. Su presunción no es ‘algo completamente nuevo y totalmente diferente’ pero sí un definitivo ‘más y mejor’.

Pero... ¿cuál es la razón de este esfuerzo?; ¿cuál es el propósito de enseñar a pensar? Para Tishman, Perkins y Jay (1994) se trata de preparar a las personas para resolver problemas con eficacia, tomar decisiones bien meditadas y disfrutar de una vida plena aprendiendo en forma permanente. En definitiva, promover una nueva “cultura de pensamiento”.

De lo cual se enmarca de acuerdo con el siguiente marco conceptual para cumplir este propósito teniendo el encuentro el marco de la enseñanza para la comprensión en el docente que desea trabajar este aspecto.



Figura 2: marco conceptual diseñado para cumplir con este propósito.

4.2.2 Los componentes del marco de Enseñanza para la Comprensión

El marco de la EpC consta básicamente de los siguientes componentes: hilos conductores, tópicos generativos, metas de comprensión, desempeños de comprensión y valoración continua.

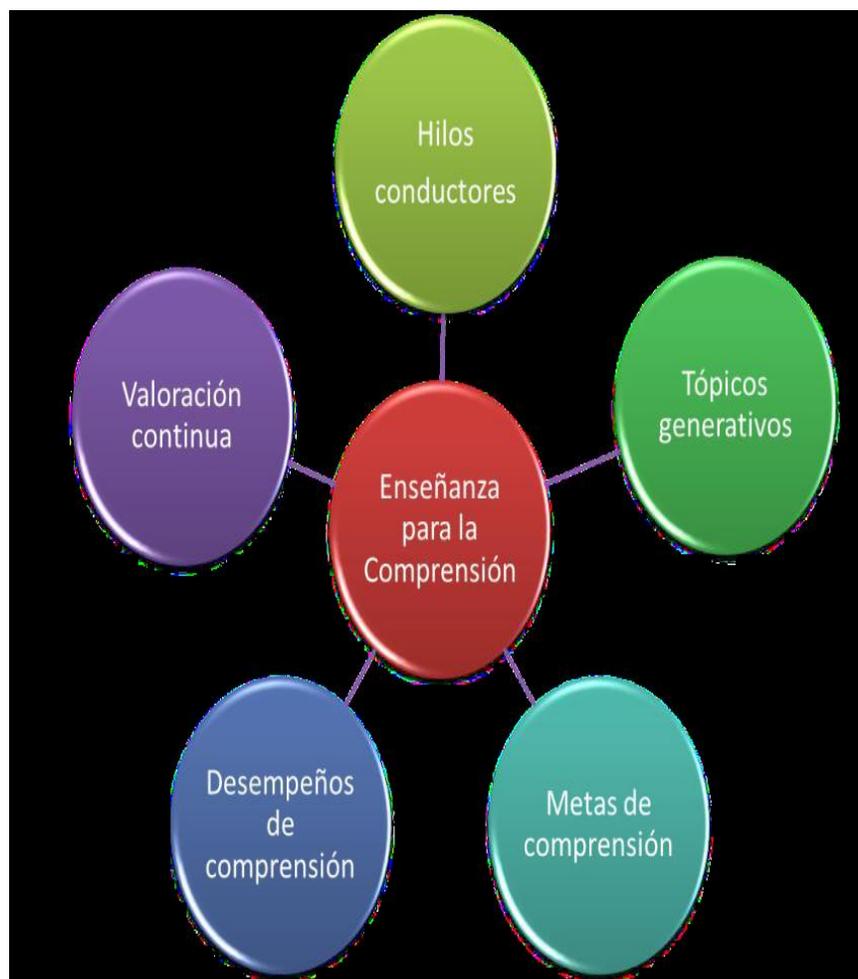


Figura 3: Componentes de la Enseñanza para la Comprensión EpC

4.2.3 LOS TÓPICOS O TEMAS GENERATIVOS

En su libro Enseñanza para la comprensión. Guía para el Docente Tina Blythe define los tópicos Generativos como “Temas Centrales para uno o más dominios o disciplinas.

Las cuestiones que promueven la comprensión dan a los alumnos la oportunidad de adquirirla, así como adquirir las habilidades necesarias para comprender con éxito trabajos más sofisticados dentro de ese dominio o disciplina” (Blythe, 1998).

Otra definición de los temas o Tópicos Generativos, “otros temas, cuestiones, conceptos, ideas, etc. que ofrecen profundidad, significado, conexiones y variedad de perspectivas en un grado suficiente como para apoyar el desarrollo de comprensiones poderosas por parte del estudiante” (Gardner, 2000).

Los Temas generativos tienen unas características y por medio de ellas usted podrá identificar si un tema permite la comprensión en sus estudiantes (Blythe, 1998).

Los temas generativos se distinguen porque:

□ **Son centrales para uno o más dominios o disciplinas.** Estos temas permiten que el estudiante adquiera habilidades y la comprensión necesaria para realizar trabajos más complejos.

□ **Suscitan la curiosidad de los estudiantes y son interesantes para el docente.** Esto último, es importante ya que el docente motivado por su curiosidad será el modelo a imitar en la adquisición de un conocimiento. Sí el maestro denota desinterés por el tema, será mal impulsador para iniciar el proceso de comprensión.

□ **Son accesibles,** la accesibilidad significa, en este caso, disponer de muchísimos recursos adecuados a la edad para investigar el tópico y poder abordarlo mediante una variedad de estrategias y actividades que ayudarán a los estudiantes a comprenderlos, cualesquiera sean sus capacidades y preferencias.

□ **Ofrece la ocasión de establecer numerosas conexiones,** es decir un tema permitirá vincularlo, conectarlo con experiencias pasadas y a su vez permitirá realizar exploraciones cada vez más profundas. En pocas palabras un tema generativo no podrá ser aislado del contexto, de la realidad del estudiante, además deberá ofrecer la oportunidad de ampliarlo a través de investigaciones.

4.2.4 HILOS CONDUCTORES

Son elementos que abarcan las etapas de un curso, atravesando los saberes y permitiendo dar respuesta al tópico generador de manera interdisciplinaria. Ellos especifican las comprensiones más importantes que deberían desarrollar los estudiantes. Los hilos conductores son aquellos cuestionamientos que plantea cada uno de los saberes en las distintas fases de trabajo (indagación e interpretación, argumentación y proposición) (Patiño, 2012).

4.2.5 METAS Y DESEMPEÑOS DE COMPRENSIÓN

Según Tina Blythe las Metas de Comprensión “Son conceptos, procesos y habilidades que deseamos que comprendan los alumnos y que contribuyen a establecer un centro cuando determinamos hacia donde habrán de encaminarse” (Blythe, 1998).

Las Metas de Comprensión se formulan de dos maneras: como enunciados ("los estudiantes desarrollarán comprensión..." o "los estudiantes apreciarán...") y como preguntas abiertas "¿Cuáles son las similitudes o diferencias más importantes entre los diversos géneros literarios?").

Para tener claro cuál es la diferencia entre metas y desempeños se tomará una breve definición del Tina Blythe: las metas de comprensión enuncia aquello que los estudiantes deberían comprender y los desempeños son aquellos que hace los alumnos para desarrollar y demostrar públicamente esa comprensión. Según lo anterior se observa como los desempeños dependen de las definiciones de las metas, sin ellas no podrá haber desempeño en los alumnos. Sí el maestro aún no tiene claro que van a comprender los alumnos, tampoco podrá exigir una acción que denote comprensión (Patiño, 2012).

Es necesario verificar que las metas estén relacionadas con:

Los Hilos Conductores:

Pregúntese: "¿Qué quiero que mis estudiantes obtengan como resultado de esta etapa de trabajo?"

El Tópico Generativo:

Pregúntese: "¿Qué es lo más importante que deben comprender mis estudiantes acerca de este tópico?"

Los Desempeños de Comprensión:

Pregúntese: "¿Qué quiero que mis estudiantes logren del ejercicio de esta actividad?"

Las Valoraciones Continuas (o Evaluaciones Diagnósticas Continuas): Pregúntese: "¿Qué criterios nos ayudarían, a mí y a mis estudiantes, a estimar lo que ellos comprenden?"

Meta de Comprensión: Ayudar a los estudiantes a comprender el proceso de escribir un ensayo eficaz y convincente.

Desempeño de Comprensión: Los estudiantes escriben un ensayo, defendiendo sus ideas o pensamientos.

4.2.6 ACTIVIDADES DE COMPRENSIÓN

Este elemento concreta en una acción los desempeños de comprensión, y los podemos entender como "aquellas actividades o acciones diversas que permiten a los alumnos aplicar el conocimiento (y a la vez profundizar tales conocimientos) en situaciones nuevas y diversas; exigen crear algo nuevo, extender y rearmar conocimientos" (Lombardi, 2003).

Los estudiantes pueden adquirir fragmentos de conocimiento a partir de los libros y de las clases magistrales, pero si no tienen la ocasión de aplicarlos a una diversidad de situaciones con la guía de un buen entrenador, es indudable que no desarrollarán ninguna comprensión.

Las actividades exigen ir más allá de la información dada con el propósito de crear algo nuevo reconfigurando, expandiendo y aplicando lo que ya saben, así como extrapolando y construyendo a partir de esos conocimientos. Las mejores Actividades de Comprensión son las que le ayudan al estudiante a desarrollar y a demostrar la comprensión (Sandra Patiño, 2012).

Las Actividades de Comprensión exigen que los estudiantes muestren sus comprensiones de una forma que pueda ser observada, haciendo que su pensamiento se torne visible. No es suficiente, pues, que éstos reconfiguren, amplíen, extrapolen y apliquen cuanto saben en la intimidad de sus pensamientos (Patiño, 2012).

4.2.7 EVALUACIÓN CONTINUA

Para finalizar los conceptos que desarrolla la Enseñanza para la comprensión, nos introducimos en la parte final, La Evaluación Diagnóstica continúa. Todo proceso en el campo educativo requiere ser evaluado por diversas razones; una de ellas es que permite realizar mejoras en el camino y además ayuda a los estudiantes y a docentes a corregir y realizar cambios que fortalezcan el proceso de comprensión.

Cuando el propósito de la instrucción es la comprensión, el proceso de valoración es más que una evaluación: es una parte importante del proceso de aprendizaje y debe contribuir

significativamente al mismo. Las valoraciones que promueven la comprensión (más que simplemente evaluarla) tienen que ser algo más que un examen al final de una unidad. Estas valoraciones permiten que docente y alumno conozcan que se ha comprendido y, a partir de ello orienta los pasos siguientes de la enseñanza y del aprendizaje (Sandra Patiño, 2012).

El proceso de Evaluación Diagnóstica continua consta de dos componentes: Establecer criterios de evaluación diagnóstica y proporcionar realimentación.

Criterios de Evaluación

Estos deben ser:

- Claros. Enunciados explícitamente al comienzo de cada Desempeño de Comprensión; aunque pueden elaborarse en el curso del desempeño mismo, sobre todo si es la primera vez que el docente y los estudiantes lo abordan.
- Pertinentes. Estrechamente vinculados a las Metas de Comprensión de la unidad.
- Públicos. Todos en la clase los conocen y los comprenden.

La retroalimentación

- Esta debe proporcionarse con frecuencia, desde el inicio hasta la conclusión de la unidad junto con los Desempeños de Comprensión. A veces la retroalimentación puede ser formal y planeada (tal como la retroalimentación sobre las presentaciones) y otras veces pueden ser más informales (como responder a los comentarios de un estudiante en las discusiones de clase).
- Proporcionar a los estudiantes información sobre el resultado de los desempeños previos y también sobre la posibilidad de mejorar los futuros desempeños.
- Informar sobre la planeación de las clases y actividades siguientes.
- Provenir de diferentes perspectivas: de las reflexiones de los estudiantes sobre su propio trabajo, de las reflexiones de los compañeros sobre el trabajo de los otros y de los docentes mismos.

Como se observa la evaluación no es algo aislado en el proceso de enseñanza, forma parte fundamental de la retroalimentación y de las mejoras que se puedan realizar en el andar de la educación. También esta herramienta permite valorar y respetar las diferencias individuales, porque se tiene en cuenta el desempeño de cada estudiante y cómo este muestra su comprensión (Patiño, 2012).

4.3 LA V DE GOWIN COMO INSTRUMENTO PARA EVALUAR EL APRENDIZAJE

Para fortalecer el proceso de enseñanza – aprendizaje, la *V de Gowin* además de fomentar en los estudiantes el “aprender a aprender” y el “aprender a hacer”, al profesor le permite evaluar las habilidades cognitivas, procedimentales y actitudinales logradas por los estudiantes.

Antes de abordar los elementos que debemos considerar para utilizar a la *V de Gowin* como instrumento de evaluación, es conveniente recordar la utilidad que representa éste diagrama para los estudiantes. Amaro, R. (2000).

Con la *V de Gowin* los estudiantes:

- **Valoran lo importante que es contar con un instrumento que les orienta y guía tanto en la investigación teórica – conceptual como en el procedimiento experimental.**
- **Identifican los conceptos que deben conocer antes de realizar el experimento.**
- **Aprenden a construir y diseñar una actividad experimental.**
- **Aprenden a organizar los contenidos conceptuales procedimentales y actitudinales que van aprendiendo.**
- **Comprenden el sentido y propósito de las actividades experimentales que se realizan en el aula – laboratorio.**
- **Ponen en práctica su creatividad al construir su reporte experimental.**
- **Valoran el trabajo colaborativo entre sus iguales.**
- **Identifican los conceptos que ya conocen, los que les falta conocer, la manera en que se relacionan entre sí y cómo con estos enlaces pueden producir el nuevo conocimiento.**
- **Hacen evidentes los aprendizajes que van logrando.**
- **Comprenden e identifican los principales conceptos y principios que se utilizan para construir el conocimiento.**
- **Entienden la manera en que van construyendo su propio conocimiento.**

4.4 EL MAPA MENTAL

Los Mapas Mentales son una manera de representar las ideas relacionadas con símbolos mejor que con palabras complicadas: la mente forma asociaciones inmediatamente y mediante el mapa las representa rápidamente. Son pues, un sistema revolucionario de organización de ideas, ya que es un recurso gráfico que integra el uso de los dos hemisferios cerebrales, posibilitando al individuo una mayor capacidad de comprensión y aprendizaje. (Ontoria, R. Gómez, de Luque, 2003).

El Mapa Mental es una manera de generar, registrar, organizar y asociar ideas tal y como las procesa el cerebro humano, para plasmarlas en un papel. (Zambrano, Steiner, 2000).

Por otro lado, El Mapa Mental es considerado una expresión del llamado “Pensamiento Irradiante” y por tanto, una función natural de la mente humana. Es una poderosa técnica que nos ofrece una llave maestra para acceder al potencial del cerebro (Buzan, 1996). Así mismo, es conveniente señalar que el Mapa Mental no es sólo considerado una técnica gráfica sino un método que destila la esencia de aquello que conocemos y lo organiza de forma visual, (Mc Carthy, 1992). Y que permite unificar, separar e integrar conceptos para analizarlos y sintetizarlos secuencialmente en una estructura creciente y organizada, compuesta de un conjunto de imágenes, colores y palabras, que integra los modos de pensamiento lineal y espacial.

4.5 EL SUELO

Nuestro planeta Tierra está formado por varios recursos naturales, siendo el suelo uno de ellos y en el cual se distinguen 3 zonas bien demarcadas, como lo son: aire, agua y suelo. En esta última zona habitan la flora, fauna y humanidad, sobre la cual realizan la mayoría de sus actividades, por lo que el estudio del suelo es obligatorio y, a la vez, fascinante. **La edafología: ciencia que estudia el suelo.**

La Pedología y la Edafología son dos ciencias que estudian el suelo; la primera estudia el suelo en el mismo lugar donde este se encuentre, es decir, en su estado natural (formación, morfología, clasificación, etc.), mientras que la edafología estudia la composición, uso y conservación del suelo, así como también los procesos químicos, físicos y biológicos que en él suceden y que están relacionados con las plantas. Estos procesos son de gran interés para las Ciencias Naturales, por lo que se descarta a la pedología y se selecciona a la Edafología como la ciencia de interés en el tema presente.

El suelo, parte superior de la corteza terrestre, es el medio ambiente en el cual se desarrollan las raíces y del cual extraen el agua y los elementos nutritivos que necesita la planta, además de servirle de sostén.

El suelo es un sistema complejo y heterogéneo compuesto por la mezcla de diversos materiales sólidos, líquidos y gaseosos. La fase sólida está constituida por una parte mineral, de partículas con formas, tamaños y composición química muy variada, y por una parte orgánica, que abarca desde organismos vivos hasta materiales orgánicos en distintas etapas de descomposición. La fase líquida consiste en agua que rellena parte de los huecos entre las partículas sólidas y que lleva disueltos distintos elementos químicos, según la composición del suelo. Por último, la fase gaseosa está integrada por el aire, que se difunde en el suelo desde la atmósfera, a través de los espacios entre las partículas y los gases producidos en el propio suelo, por lo que la composición y el volumen es variable.

La complejidad de este sistema disperso, no sólo se debe a la heterogeneidad de los elementos que lo componen, sino, sobre todo, a que se trata de un sistema muy dinámico, con una gran cantidad de interacciones entre los numerosos y variados factores que intervienen en él.

Las siguientes definiciones de suelo son válidas y se basan en los principios de las Ciencias Naturales:

- El suelo es la capa superficial de la tierra en donde se realizan actividades bioquímicas y físicas, a causa de las relaciones entre suelo, organismos y medio ambiente.
- El suelo es la primera capa de la superficie de la tierra, formada por materia orgánica e inorgánica.
- El suelo es un conjunto de capas de minerales, en donde se realizan actividades físicas, Química y biológica.
- El suelo es un recurso natural renovable en el cual los organismos realizan sus actividades.
- El suelo es una masa formada por minerales, agua, gases y materia orgánica.

- El suelo es la capa superior de la superficie sólida del planeta.

En base a la mayoría de las definiciones, el suelo es un material inerte (no-vivo) porque está formado por minerales, gases y agua; si bien contiene materia orgánica, la misma se encuentra en estado de descomposición, por lo tanto muerta. Dentro del suelo viven muchos organismos vivos, los que realizan actividades físicas, químicas y biológicas, pero ellos tan solo utilizan el suelo para sus actividades, pero no forman parte del mismo.

4.5.1 IMPORTANCIA DEL SUELO

El suelo es considerado como un recurso natural renovable, del cual dependen grandemente las actividades humanas, como ser: minería, agricultura, ganadería, jardinería, construcción, urbanismo, obras civiles y militares, forestaría, etc.

El suelo es muy importante, principalmente para los organismos vivos de la tierra, por las circunstancias siguientes:

- Sirve de hábitat o vivienda.
- Nutre a las plantas, de las cuales se obtienen cosechas.
- Es fuente de materia prima para las actividades de la humanidad (petróleo, gas, carbón, oro, plata, cobre, hierro, etc.).
- Es un depósito de agua.
- Sirve de plataforma para las construcciones que realizan el hombre y ciertos animales (casas, edificios, aeropuertos, carreteras, etc.).

4.5.2 COMPOSICIÓN DEL SUELO

Todas las cosas existentes en la tierra, excepto los virus, se clasifican en 2 grandes grupos:

El aire. Está contenido en los huecos pequeños (micro poros) del suelo, y es necesario para la respiración de los animales que viven en el interior del suelo, para la respiración de las plantas por medio de sus raíces, para los procesos químicos de oxidación y reducción, este aire es más húmedo y contiene menos oxígeno que el aire de la atmósfera. Al llover, el agua va desalojando el aire del suelo y ocupando su lugar, o sea, el lugar de los microporos. Esta condición daña a las raíces si dura mucho tiempo. Se dice que el suelo respira porque existe un intercambio de aire entre el suelo y la atmósfera, lo cual es bueno para mejorar la calidad del aire del suelo. El aire representa el 25% de los componentes del suelo.

El agua. Está contenida en los huecos grandes (macroporos) del suelo, y junto con los minerales forman la *solución del suelo*, de donde toman sus alimentos las raíces y algunos microorganismos. Cuando el agua va escaseando en el suelo su lugar lo va tomando el aire. El agua del suelo procede de las lluvias y de las corrientes sub-terráneas, y actúa de transporte de minerales o alimentos para las raíces de las plantas. El agua representa el 25% de los componentes del suelo.

Cuando el agua y aire se encuentran en grandes cantidades entonces se dice que ya no son componentes del suelo, sino que representan depósitos; esto para diferenciarlos del aire y agua que se encuentra en los poros del suelo, y que en realidad forma parte del suelo.

Los minerales. Estos provienen de las rocas y constituyen el verdadero suelo; son necesarios para la alimentación vegetal, y representan una excelente fuente de compuestos químicos. Los principales minerales son: grava, arena, limo y arcilla. La fracción mineral del suelo proviene directamente de la roca madre, y está constituida por fragmentos de roca de diferentes tamaños. Los minerales del suelo representan el 45% de los componentes del suelo.

Principales minerales del suelo

<i>TIPO DE MINERAL</i>	<i>TAMAÑO</i>
1. Guijarros	64 – 256 mm*
2. Grava	4 - 64 mm
3. Gravilla	2 - 4 mm
4. Arena gruesa	1 - 2 mm
5. Arena normal	0.2- 1 mm
6. Limo	0.002-0.02 mm
7. Arcilla	< 0.002 mm

Tabla 2: Minerales del suelo * Milímetros.

La materia orgánica. Está formada por los animales y vegetales muertos y excrementos presentes en el suelo, que por acción del clima y algunos microorganismos se descomponen y se convierten con el tiempo en humus* (elementos y compuestos químicos) aprovechable por los vegetales. El humus se encuentra bien mezclado con la arcilla, formando el complejo *arcilla-humus*, de gran beneficio alimenticio para las plantas y que es la base de todas las actividades que se realizan en el suelo.

La materia orgánica del suelo procede de los restos de organismos caídos sobre su superficie, principalmente hojas y residuos de plantas. Este material recién incorporado es el que se conoce como "materia orgánica fresca" y su cantidad varía con el uso o vegetación que cubra al suelo.

La materia viva en el momento en que deja de serlo, comienza un proceso de descomposición provocado por los propios sistemas enzimáticos del organismo muerto. Además, sirve de alimento a numerosos organismos que habitan en la interface entre el suelo y los detritus.

Todos los vegetales necesitan para su desarrollo un alto contenido de materia orgánica, en los minerales no está presente el nitrógeno, pero sí en la materia orgánica.

En los suelos tropicales, la materia orgánica se descompone completamente a los 3 meses, formando un compuesto llamado humus, el cual si puede ser aprovechado como alimento por las plantas (ácidos orgánicos) y que mejora la estructura de los suelos.

El suelo contiene una mezcla de cuatro componentes muy importantes para su desarrollo. La cantidad de cada componente varía de un suelo a otro. El promedio de cada componente del suelo es:

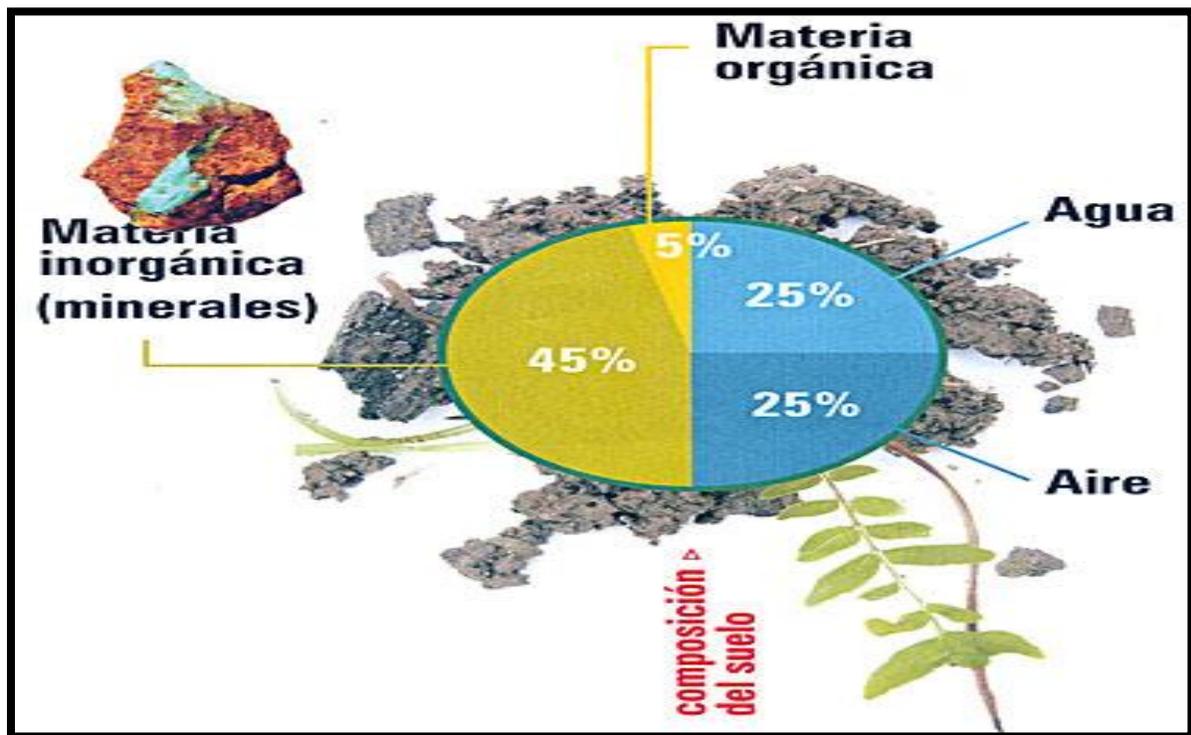


Figura 4: Componentes del suelo

4.6 COMPONENTES FÍSICOS, QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS DEL SUELO

Siendo el suelo la capa superior de la superficie terrestre se han planteado diversas teorías sobre su formación y cada una explica los factores que se necesitaron para la creación. Estas teorías son el proceso Físico, proceso biológico y el proceso Químico.

El proceso Físico, es el cual expone que la formación de los suelos se debe a cambios producidos en el ambiente. Diferencias de temperatura, corrientes de vientos, lluvias, cambios de presión, etc.

La formación del suelo comienza con la meteorización de la roca madre, los bruscos cambios de temperatura traen efectos sobre las rocas las cuales lentamente se desintegraran en pedazos más pequeños, el hielo, el agua o el sol son uno de los factores que influyen en la creación física del Suelo.

El proceso Biológico, este establece que el suelo a través de la acción de los microorganismos como los hongos y bacterias, que están presentes en la superficie de la

tierra y de algunos tipos de plantas se crea el suelo. Las raíces de árboles rompen las rocas al crecer entre ellas, los musgos y líquenes secretan sustancias capaces de disolver las rocas y fragmentarlas. La unión de organismos, materia orgánica en descomposición, hojas, ramas, heces y cadáveres de animales forman el humus un residuo negro que se mezcla con la fracción mineral para dar origen al suelo.

El proceso Químico, el cual ayuda a la formación de los suelos debido a que se produce por una serie de reacciones que ocurren en el medio ambiente, como por ejemplo el agua, el dióxido de carbono y el oxígeno producen la desintegración de las rocas. Estos elementos se introducen en el terreno para producir cambios químicos como la oxidación entre otros.

Podemos agregar la acidificación producida por el aumento de las precipitaciones y entre los procesos químicos que aportan a la creación de los suelos son la Hidrólisis, la Carbonatación.

- **Solución.** Afecta sólo a aquellos compuestos que son directamente solubles en agua:
 $\text{NaCl (halita)} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Cl}^- + \text{Na}^+ + \text{H}_2\text{O}.$
- **Hidratación:** $\text{CaSO}_4 \text{ (anhidrita)} + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (Yeso).
- **Hidrólisis.** Reacción química de los H^+ y OH^- del agua que se intercambian con los cationes y aniones de los minerales llegando en los casos extremos a destruir por completo a los minerales.

$\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$ (feldespato (anortita)) + $8\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Ca}^{++} + 2\text{Al}^{3+} + 2\text{H}_4\text{SiO}_4$ (ac. Metasilícico).

- **Oxidación/reducción.** Alteración química de los materiales del suelo por pérdida o ganancia de electrones de sus iones constituyentes.

4.7 LOS ORGANISMOS DEL SUELO

Los organismos vegetales y animales no solo hacen parte esencial del suelo sino que juegan un papel fundamental en su formación, no importa que se trate de bacterias microscópicas o de grandes mamíferos, incluido el hombre. En efecto cada organismo que vive en la superficie de la tierra o en el suelo afecta en el desarrollo de este cuerpo natural, en una u otra forma, sin duda uno de los procesos más importantes de la formación del suelo es la captura de energía a través de la fotosíntesis, y la descomposición de los residuos de las plantas, que ayudan al intercambio de nutrientes y la formación de minerales orgánicos. Como nos muestra la figura 5 se muestran los diferentes microorganismos y organismos que ayudan a la formación del suelo.

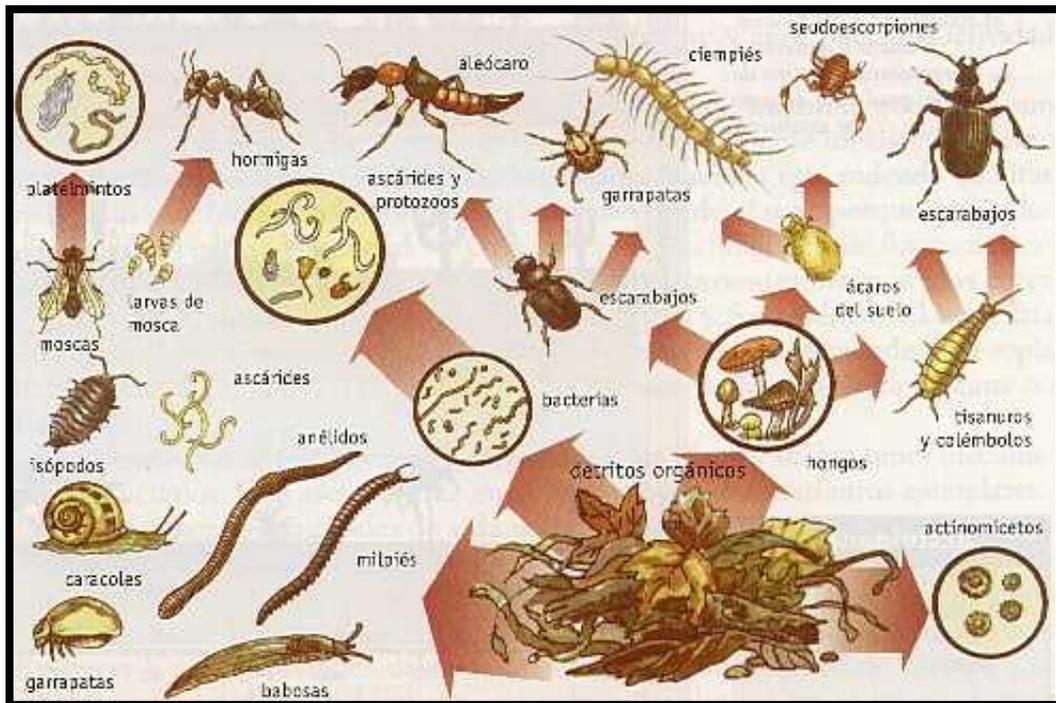


Figura 5: Organismos en el suelo.

4.8 FORMACIÓN DEL SUELO

Al proceso de formación y desarrollo de los suelos se le denomina edafogénesis. Los factores que intervienen en este proceso son: el clima, el relieve, la actividad biológica y el tiempo de actuación de todos ellos, La materia orgánica es proporcionada por los animales y vegetales y del sustrato inorgánico; como nos muestra la figura 6 de la formación del suelo pasó a paso.

El clima es el más importante de ellos, ya que determina el volumen de precipitaciones y la temperatura a la que tienen lugar las alteraciones químicas necesarias.

El relieve facilita o dificulta, según el grado de inclinación de la superficie, la infiltración del agua en el terreno; cuanto mayor sea ésta, más activo será este proceso; el relieve también determina el grado de erosión.

La actividad biológica favorece la disgregación física de la roca madre (consistente en rocas sedimentarias), fundamentalmente mediante la acción de las raíces de los vegetales, pero también interviene de forma notable en la meteorización química por medio de los ácidos húmicos, procedentes de la descomposición de restos orgánicos.

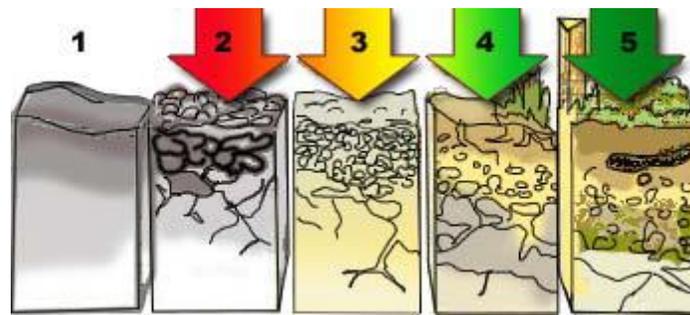


Figura 6: Imagen del Proceso de formación de los suelos

1-Roca madre; 2-Acción mecánica (cambios de temperatura, fragmentación); 3- Acción química del agua y de sus sales minerales; 4-Acción de los seres vivos; 5-Acción conjunta de todas las materias orgánicas e inorgánicas.

4.9 HORIZONTES DEL SUELO

Durante la formación del suelo, se van desarrollando capas, por medio de la superposición llamadas horizontes, las cuales son paralelas a la superficie del terreno y distinguibles entre sí por su color, contenido de materia orgánica, consistencia y su contenido de carbonato cálcico, etc.

Los horizontes del suelo se designan mediante letras mayúsculas y minúsculas. Las mayúsculas designan los tipos de horizontes principales, mientras que las minúsculas se utilizan para detallar y calificar a éstos. Los horizontes principales más frecuentes en los suelos son de tres tipos: A, B y C como lo muestra la figura 7.



Figura 7: Horizontes del suelo.

HORIZONTE A: Suelo superficial y presenta color oscuro por su alto nivel de humus (materia orgánica en descomposición) raíces y seres vivos, lo que hace que esta sea una porción de suelo fértil.

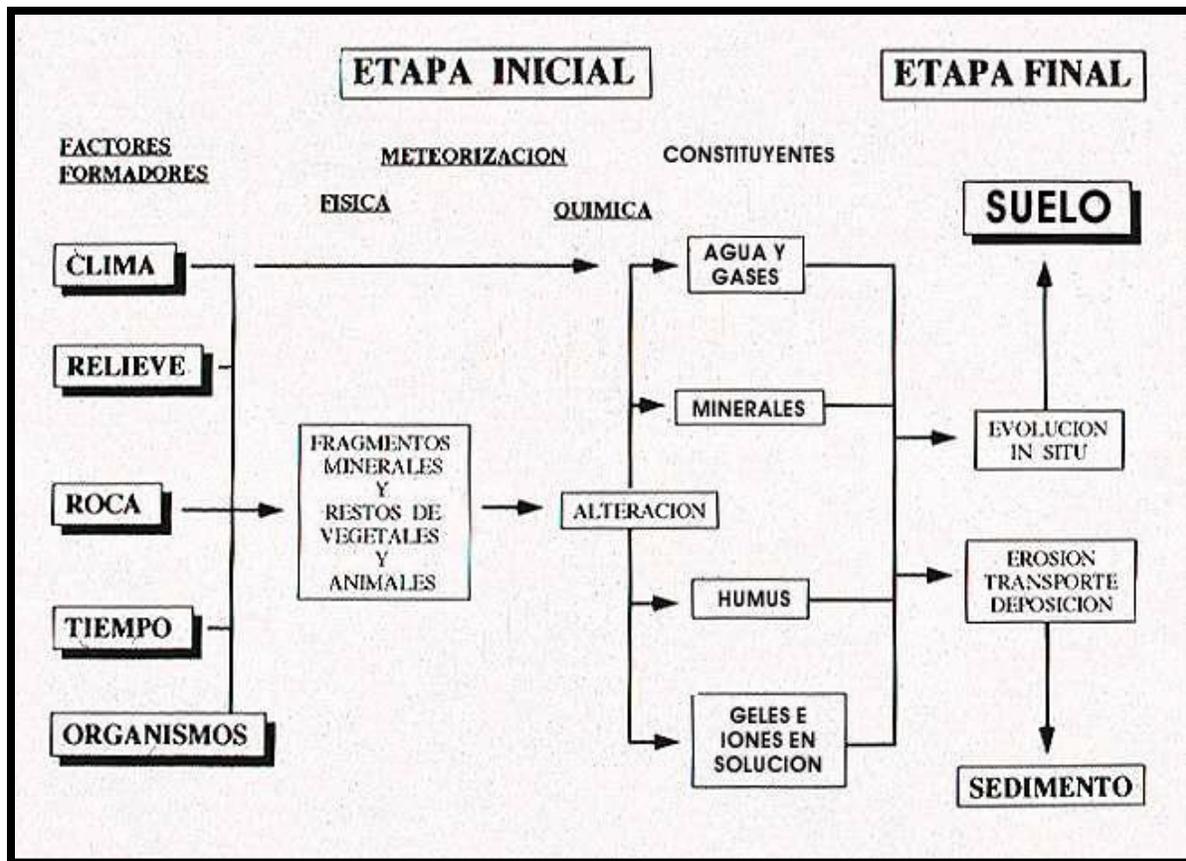
HORIZONTE B: Llamado subsuelo y se forma de acumulación de productos del horizonte A pero es de coloración más clara por la ausencia de humus.

HORIZONTE C: Se encuentra sobre la roca madre y se conforma por rocas en diferentes estados de meteorización.

ROCA MADRE: la roca madre original de la cual se deriva el suelo.

5. FACTORES DE FORMACION DEL SUELO

Los factores de formación del suelo se pueden resumir en la siguiente gráfica:



Grafica 1: Factores de formación del suelo.

5.1 LA ROCA COMO FACTOR FORMADOR DEL SUELO

La roca representa la fuente de los materiales sólidos. Generalmente, los minerales del suelo proceden directamente o indirectamente de la roca madre.

Como nos indica la figura 8. El influjo de las rocas en los constituyentes y propiedades de los suelos es muy marcado para los suelos más jóvenes, pero esta relación se va volviendo cada vez menos patente conforme va transcurriendo el tiempo.

Son muchos los parámetros de la roca que inciden en la formación y evolución de los suelos, pero de ellos podemos destacar claramente a tres.

Composición mineralógica. Aquellas rocas que contengan abundantes minerales inestables evolucionarán fácil y rápidamente para formar suelos, mientras que aquellas otras, como las arenas maduras, que sólo contienen minerales muy estables, como el cuarzo, apenas si llegan a edificarse aunque estén expuestas durante largo tiempo a la meteorización.

Permeabilidad. Regula la penetración y circulación del aire y del agua, lo que va a condicionar de un modo decisivo la fragmentación, alteración y translocación de los materiales.

Granulometría. El tamaño de las partículas de los constituyentes de la roca original, va a representar la base o el sustento para la pedogénesis de estos materiales. El tamaño de las partículas sirve de base para la clasificación de los suelos según sus texturas.



Figura 8: La roca como factor formador.

5.2 EL CLIMA COMO FACTOR FORMADOR

La decisiva acción del clima en la formación del suelo se desprende al considerar que el clima va a regular el aporte de agua al suelo, así como su temperatura. Como se muestra en la figura, ambos factores (humedad y temperatura) ejercen una influencia decisiva en los tres procesos básicos de formación de los suelos.

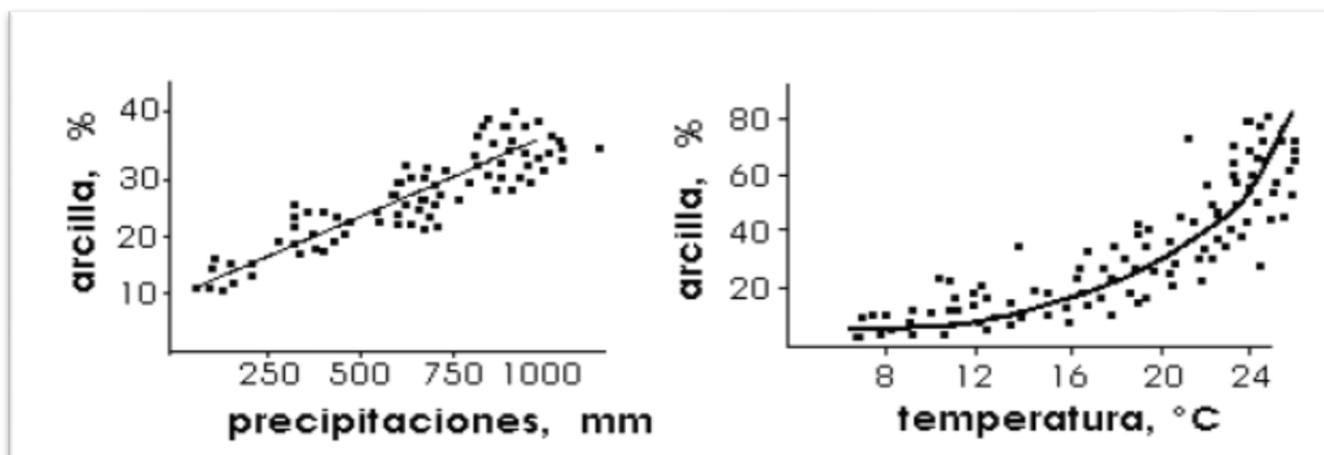
Por otra parte el clima también influye directamente en otros factores formadores, como es el factor biótico y el relieve.

La disponibilidad y el flujo de agua regulan la velocidad de desarrollo de la mayoría de los procesos edáficos. Es por ello que la intensidad de percolación (infiltración) se considera un factor decisivo en la formación del suelo (condicionada por factores climáticos, cantidad y distribución anual de las precipitaciones, y algunos parámetros edáficos, como la permeabilidad). La intensidad de percolación nos va a indicar si en un suelo se produce suficiente exceso de agua como para producir el lavado y la translocación de materiales o si por el contrario el agua queda retenida sin que apenas se desplace hacia los horizontes profundos.

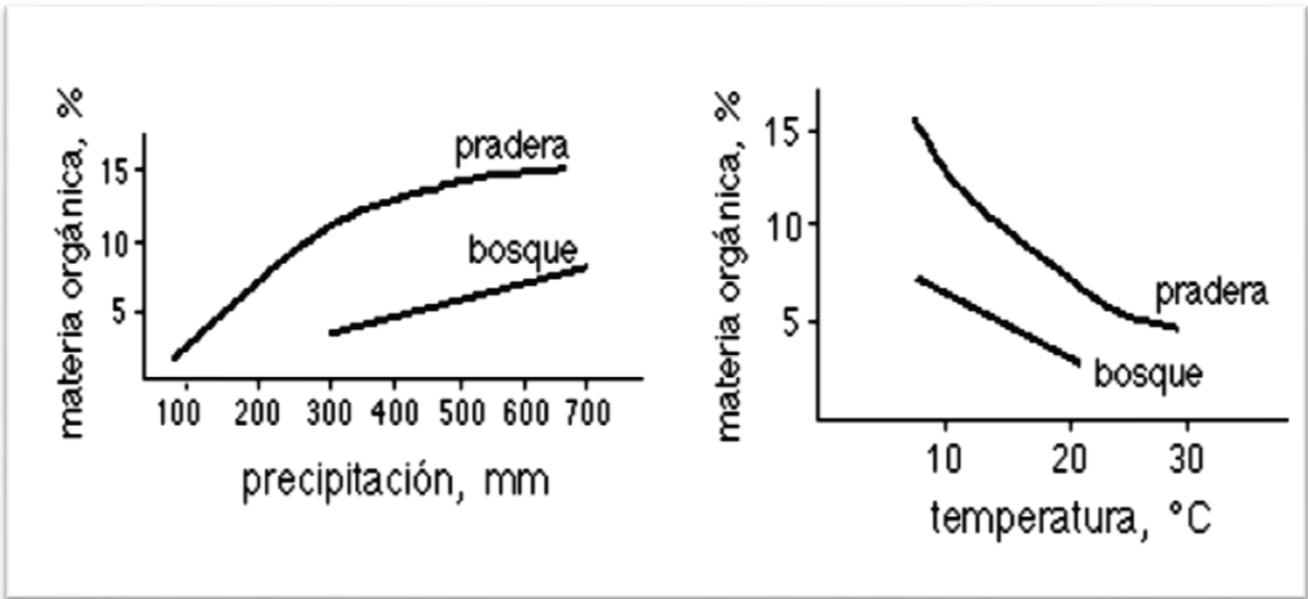
La intensidad de la alteración, la clase de procesos que se presentan, el tipo de horizontes que se formen y el espesor del suelo van a ser muy diferentes según que los suelos sean percolantes (abundante infiltración de agua) o subpercolantes.

Acción del clima sobre los constituyentes

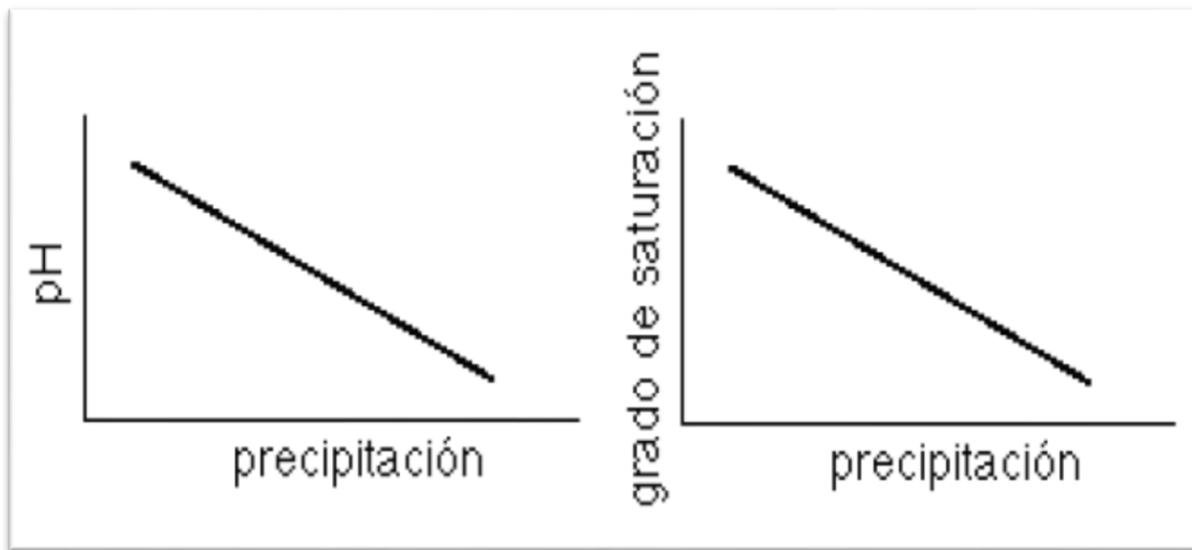
La cantidad de arcilla presente en un suelo aumenta con las precipitaciones y con la temperatura (ambos favorecen la alteración). Así como se muestra en la siguientes graficas:



Gráfica 2: Acción del clima sobre los constituyentes.



Grafica 3: Acción del clima sobre los constituyentes



Grafica 4: Acción del clima sobre los constituyentes

Igualmente se encuentra una marcada relación entre los elementos climáticos con el contenido en materia orgánica y su grado de evolución. En líneas generales, al aumentar la precipitación aumenta los porcentajes de materia orgánica (aumenta el desarrollo de la cobertura vegetal y, por tanto, sus aportes), mientras que al aumentar la temperatura disminuye el contenido de materia orgánica (prevalece la destrucción frente al aporte). Grafica 3.

5.3 ACCIONES DEL RELIEVE

El relieve ejerce tres acciones fundamentales para la evolución del suelo.

Transporte:

Por la acción de la gravedad, en el relieve se produce el transporte de todo tipo de materiales que se trasladan pendiente abajo. Dependiendo de su posición en el paisaje, el suelo se ve sometido a la acción de erosión o por el contrario puede predominar la acumulación (figura 9).

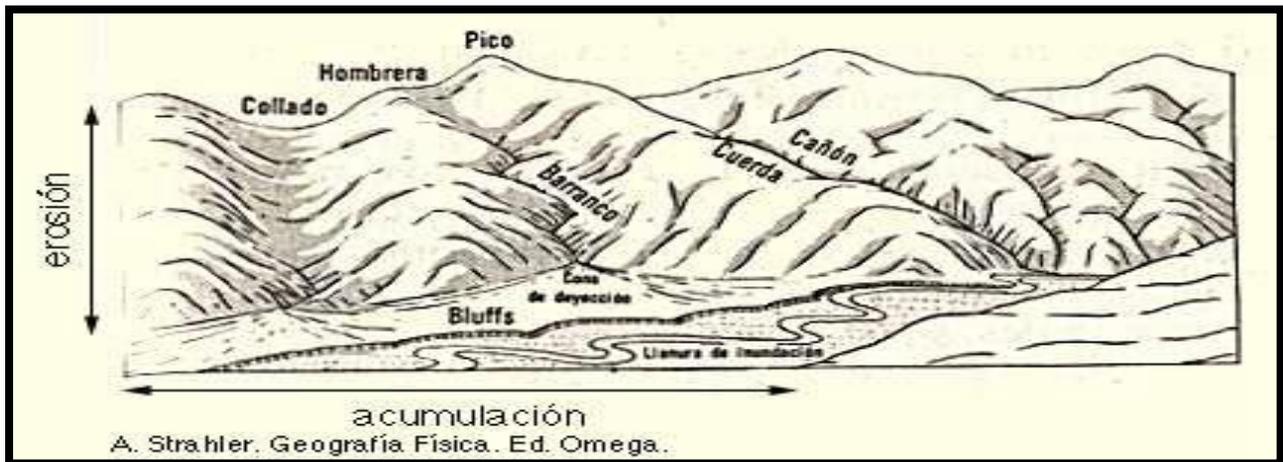


Figura 9: El transporte en las acciones del relieve.

En las zonas altas, sobre todo en las áreas en que se presentan fuertes inclinaciones, el suelo está sometido a una intensa erosión, por lo que la posición se considera residual y estará conformada por suelos esqueléticos.

A media ladera los suelos están sometidos a un continuo transporte de materiales sólidos y soluciones, por lo que suelen presentar pequeños o moderados espesores y en ellos son muy abundantes los cantos angulosos, tan representativos de los suelos coluviales.

En la ruptura de las pendientes se produce la deposición de los materiales arrastrados (compuestos solubles y partículas sólidas) por lo que en las posiciones de pie de ladera se forman suelos acumulativos que continuamente se están sobreengrosando, formándose suelos muy espesos y de texturas (granulometrías) muy finas.

En definitiva en un relieve colinado existen básicamente tres posiciones con comportamiento muy diferente: relieve residual (o erosional), relieve transposicional y relieve deposicional.

Características hídricas

El relieve también influye en la cantidad de agua que accede y pasa a través del suelo. En relieves convexos el agua de precipitación circula por la superficie hacia las zonas más bajas del relieve y se crea un área de aridez local, mientras que lo contrario ocurre para las formas con relieve cóncavo.

También el drenaje del suelo se verá influenciado por el relieve, ya que este influye decisivamente en la textura, que a su vez condicionará en gran parte la permeabilidad. En las

áreas altas tendremos un drenaje vertical rápido, que pasará a oblicuo en las laderas y quedará muy impedido en las depresiones. Por otra parte la posibilidad de aporte de agua a través de niveles freáticos también estará condicionada a la posición del suelo en el relieve.

Microclima

El relieve también modifica las características del clima edáfico, al influir en la temperatura y en la humedad en función de la inclinación (influirá en la intensidad calorífica de las radiaciones recibidas), orientación (que regulará el tiempo de incidencia de las radiaciones solares) y altitud (que influirá en los elementos climáticos generales).

Como consecuencia de todo ello también afectará al desarrollo de la vegetación y de la actividad microbiana.

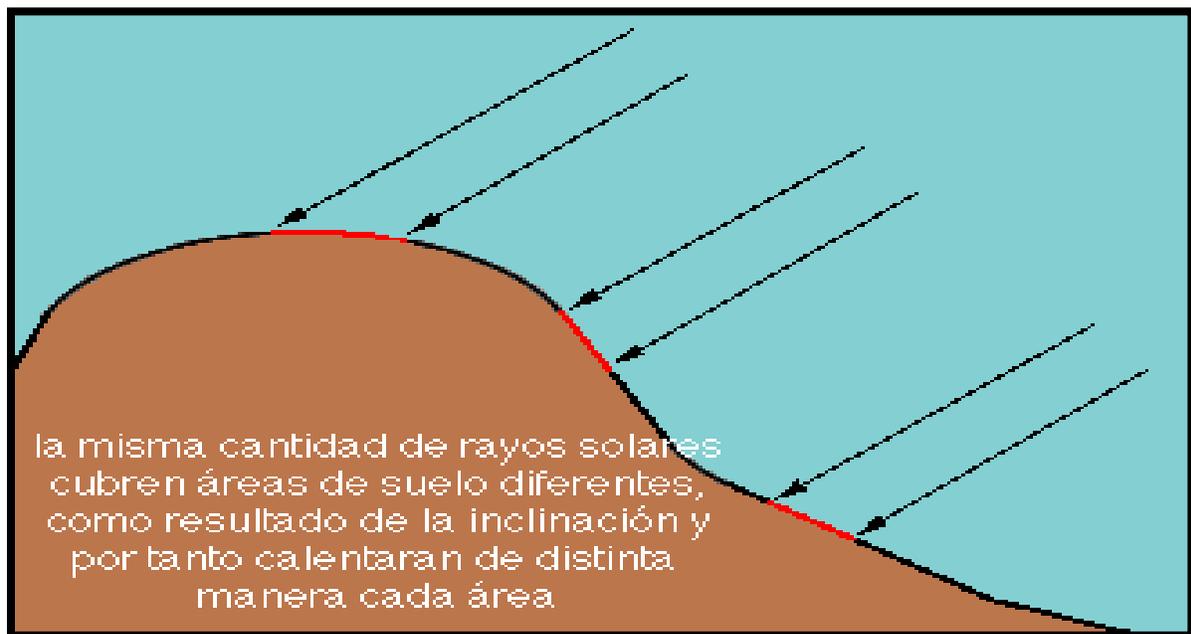


Figura 10: El microclima en la formación del suelo.

Relaciones entre el relieve y las propiedades y constituyentes del suelo

Las importantes acciones descritas en el apartado anterior se materializan en una clara dependencia de los constituyentes y propiedades del suelo con el relieve. Estas dependencias se definen como topofunciones y algunas de ellas las representamos de una manera esquemática en la figura 11.

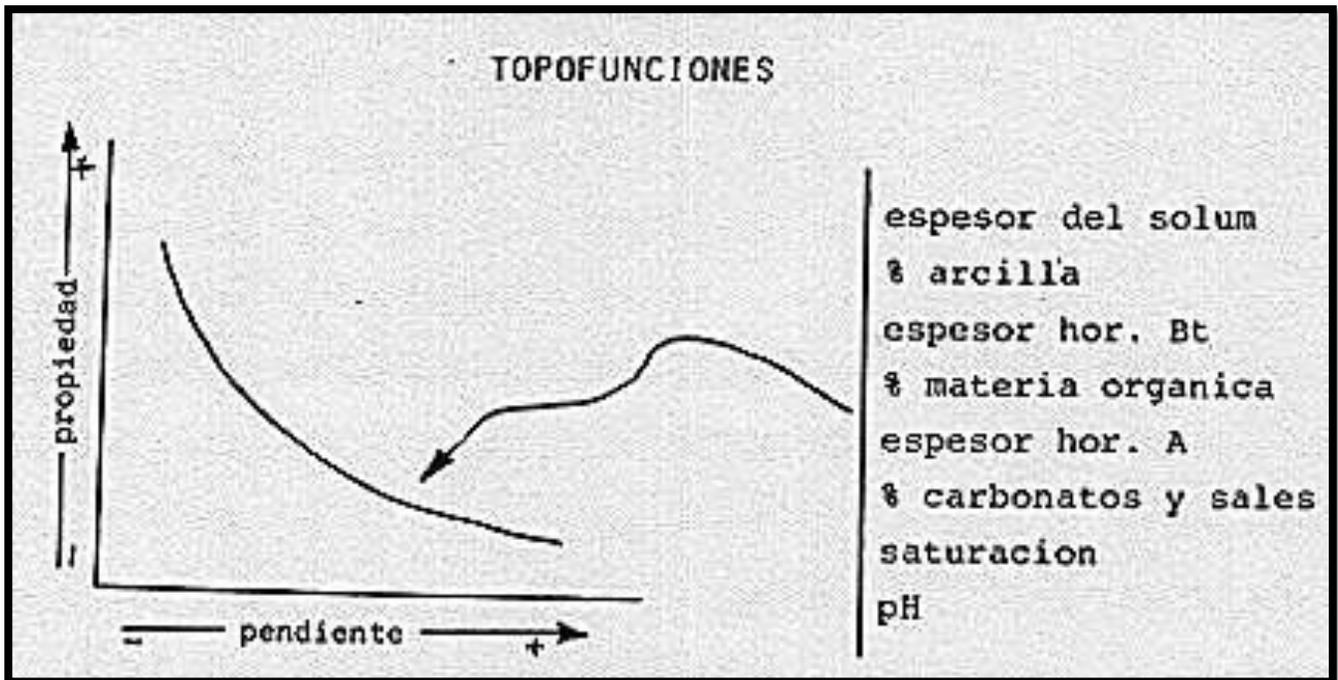


Figura 11: La topofunciones en la formación del suelo.

5.4 LOS ORGANISMOS COMO FACTOR FORMADOR

Acciones de los organismos

Básicamente los organismos ejercen tres acciones fundamentales: Constituyen las fuentes de material original para la fracción orgánica del suelo. Restos vegetales y animales que al morir se incorporan al suelo y sufren profundas transformaciones.

Ejercen importantes acciones de alteración de los materiales edáficos. Los organismos transforman los constituyentes del suelo al extraer los nutrientes imprescindibles para su ciclo vital.

El papel de los microorganismos en la transformación de la materia orgánica es tan importante como para que la humificación apenas se desarrolle en su ausencia.

Producen una intensa mezcla de los materiales del suelo como resultado de su actividad biológica.

Efectos sobre los constituyentes y propiedades

El tipo y abundancia de la materia orgánica del suelo está directamente relacionada con los organismos del mismo. Favorecen el desarrollo y estabilidad de la estructura (como consecuencia directa de su circulación a través del suelo y también al excretar residuos de intenso poder agregante).

Aumentan la porosidad del suelo y favorecen el drenaje. Influyen en el microclima (la vegetación produce sombra y disminuye la evaporación, aunque también consumen gran

parte del agua del suelo). Protegen al suelo de la erosión. Por efecto mecánico (la cobertura vegetal, así como los restos acumulados sobre la superficie, protege a éste de los impactos de las gotas de lluvia) o por el poder de agregación que unen a las distintas partículas del suelo y así quedan fuertemente retenidas.

5.5 EL TIEMPO COMO FACTOR FORMADOR

Como hemos visto el suelo, se origina por una serie de procesos y cada uno de ellos se desarrolla con diferente velocidad. Como consecuencia las propiedades del suelo, que son el resultado de la actuación de los procesos, se manifestaran también de un modo desigual.

Velocidad de Formación del Suelo

La velocidad de formación de un suelo es extraordinariamente lenta y depende del tipo de factores formadores de cada suelo. Así los suelos se desarrollaran más fácilmente sobre materiales originales sueltos e inestables que a partir de rocas duras y constituidas por minerales estables. También es lógico esperar una más rápida formación en los climas húmedos y cálidos que en climas secos y fríos. Por ello la velocidad de formación del suelo es muy variable.

5.6 CONSTITUYENTES DEL SUELO

5.6.1 LA FASE SOLIDA DEL SUELO

5.6.1.1 LA MATERIA ORGÁNICA.

Esta contiene residuos de plantas muertas, materia animal y billones de organismos vivos que habitan en el suelo. Esta materia orgánica une las partículas individuales, aumenta la capacidad del suelo para retener humedad, mejora la aireación y regula la temperatura.

Nos muestra que el suelo debe de poseer organismos que representan un factor importante para la para descomponer y/o transformar los residuos vegetales, los cuales son los que ayudan a la liberación de los elementos químicos o producción de sustancias húmicas de enorme importancia en la física-química del suelo y en la nutrición mineral de las plantas.

5.6.1.2 LA MATERIA MINERAL

Proveniente del material rocoso parental que forma a la estructura y textura física de los suelos (importa para la circulación y la retención del agua y la aireación del suelo, en permanente interacción con los procesos biogeoquímicos). Aporta nutrientes y bases para la regulación del pH. La transformación por la acción de agentes químicos y biológicos da origen a las arcillas que regulan la textura del suelo y tienen una gran actividad físicoquímica; los óxidos libres, principalmente hierro, son muy importantes y abundantes en los suelos tropicales. La mayoría de los minerales del suelo son filosilicatos pertenecientes a la fracción arcilla.

5.6.2 LA FASE LIQUIDA Y GASEOSA DEL SUELO

5.6.2.1 Fase líquida

Constituyentes, origen y localización

La fase líquida del suelo está constituida por el agua y las soluciones del suelo. El agua procede de la atmósfera (lluvia, nieve, granizo, humedad atmosférica). Otras fuentes son infiltraciones laterales, capas freáticas etc.

Las soluciones del suelo proceden de la alteración de los minerales y de la materia orgánica. El agua ejerce importantes acciones, tanto para la formación del suelo (interviene decisivamente en la meteorización física y química, y translocación de sustancias) como desde el punto de la fertilidad. Su importancia es tal que la popular sentencia "Donde no hay agua, no hay vida" podemos adaptarla en nuestro caso y decir que "Donde no hay agua, no hay suelos". La fase líquida circula a través del espacio poroso, queda retenida en los huecos del suelo y está en constante competencia con la fase gaseosa. Los cambios climáticos estacionales, y concretamente las precipitaciones atmosféricas, hacen variar los porcentajes de cada fase en cada momento.

5.6.2.2 Fase gaseosa

Es la menos estudiada, debido a que cambia fácilmente y es muy difícil de muestrear y estudiar. Sin embargo es una fase muy importante para la respiración de los organismos y responsable de las reacciones de oxidación.

Localización

Se sitúa en los poros del suelo, en ellos las fases líquida y gaseosa están en mutua competencia, variando sus contenidos a lo largo del año. Un suelo en capacidad máxima no contendrá fase gaseosa mientras que otro en punto de marchitamiento presentará valores muy altos. En condiciones ideales la fase atmosférica representa un 25%, otro 25% para el agua y un 50% para la fase sólida. Se admite que un porcentaje de aire del 10% es insuficiente.

Composición

Se supone que tiene una composición parecida a la del aire atmosférico, pero mucho menos constante. Esta composición media del aire del suelo varía no solo con la profundidad del aire sino con los cambios estacionales. En los períodos de mayor actividad biológica (primavera y otoño), hay menos O_2 y más CO_2 . El aire del suelo muestra variaciones locales principalmente en los contenidos de O_2 y CO_2 . En el suelo hay menos O_2 que en el aire y más CO_2 . Esto se explica por todos los procesos que tienen lugar en el suelo y que implican el consumo de O_2 y el desprendimiento de CO_2 , es decir aquellas reacciones en las que estén implicados todos los organismos del suelo: respiración de las plantas, actividad de microorganismos, procesos de mineralización y procesos de oxidación.

	Aire Atmosférico %	Aire suelo %
Oxígeno	21	10-20
Nitrógeno	78	78,5-80
CO ₂	0,03	0,2-3
Vapor de agua	variable	en saturación

Grafica 5: El porcentaje de Aire presente en el suelo.

5.7 PROPIEDADES FISICAS DEL SUELO

5.7.1 Textura

La textura expresa las proporciones de los diversos tamaños de las partículas inorgánicas que contiene una muestra de tierra. Se llama fracción textural al conjunto de partículas cuyos tamaños están comprendidos dentro de un cierto intervalo. Así, se definen dos macro fracciones texturales:

- ✓ Tierra gruesa: partículas de $\varnothing > 2$ mm
- ✓ Tierra fina: partículas de $\varnothing < 2$ mm

Desde un punto de vista edafológico nos va interesar la tierra fina ya que va a definir las propiedades físico-químicas del suelo. A su vez, en la macrofracción tierra fina se distinguen tres fracciones texturales: arcilla, limo y arena, que según la clasificación USDA (Departamento de Agricultura de USA):

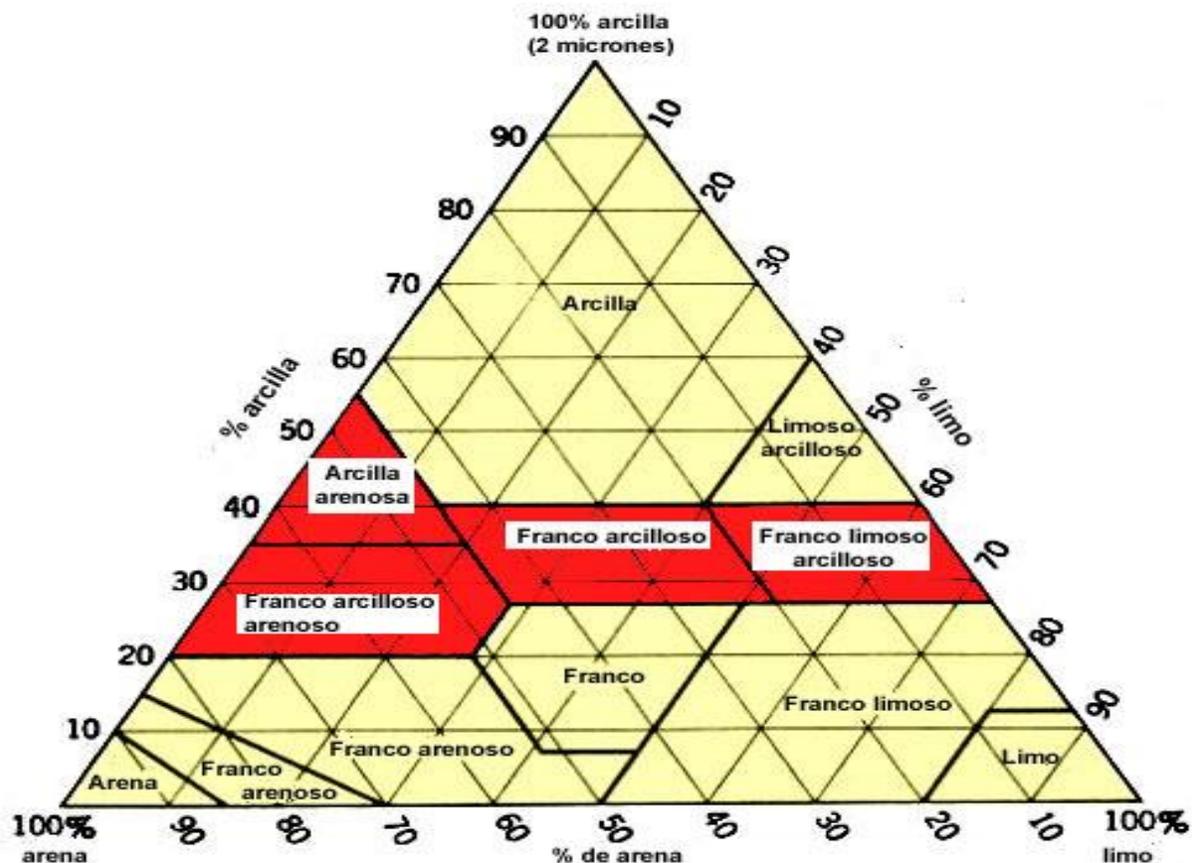


Figura 12: Triángulo en la determinación de la textura del suelo.

Diagrama triangular de las clases texturales básicas del suelo, según el tamaño de las partículas de acuerdo con la USDA.

- ✓ Arena: partículas de \varnothing entre 2,0 y 0,05 mm
- ✓ Limo: partículas de \varnothing entre 0,05 y 0,002 mm
- ✓ Arcilla: partículas de $\varnothing < 0,002$ mm

El Método Oficial para la determinación de la textura de una muestra de suelo es el Método del densímetro de Bouyoucos, que se basa en la diferente velocidad de sedimentación de las partículas del suelo en función de su tamaño.

Una vez determinados los correspondientes porcentajes de arena, limo y arcilla de una muestra de suelo, se determina la clase textural mediante el uso del triángulo textural. Este triángulo está dividido en diferentes recintos de diferentes texturas pero análogas propiedades físicas y químicas.

Desde el punto de vista de las características físicas del suelo, tienen poca capacidad de retención de agua, elevada permeabilidad, buen drenaje, buena aireación y el tiempo de tempero es mayor.

- ✓ Desde un punto de vista químico, son suelos inertes, lavados y de pH ácido.

Por el contrario, los terrenos fuertes:

✓ Desde el punto de vista de las características físicas del suelo, son capaces de retener gran cantidad de agua, pero tienen peor permeabilidad, aireación y drenaje y son más difíciles de trabajar.

✓ Desde un punto de vista químico, son suelos fértiles, con una elevada Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) y un pH más básico.

Por su parte, los terrenos medios presentan propiedades intermedias entre los ligeros y los fuertes y son los más adecuados para el desarrollo de los cultivos.

La corrección de la textura no es viable en grandes superficies.

Clases texturales de suelos, según el USDA

Nombres vulgares de los suelos(textura general)	Arenoso	Limoso	Arcilloso	Clase textural
Suelos arenosos (textura gruesa)	86-100	0-14	0-10	Arenoso
	70-86	0-30	0-15	Franco arenoso
Suelos francos (textura moderadamente gruesa)	50-70	0-50	0-20	Franco arenoso
Suelos francos (textura mediana)	23-52	28-50	7-27	Franco
	20-50	74-88	0-27	Franco limoso
	0-20	88-100	0-12	Limoso
Suelos francos (textura moderadamente fina)	20-45	15-52	27-40	Franco arcilloso
	45-80	0-28	20-35	Franco arenoso arcilloso
	0-20	40-73	27-40	Franco limoso arcilloso
Suelos arcillosos (textura fina)	45-65	0-20	35-55	Arcilloso arenoso
	0-20	40-60	40-60	Arcilloso limoso
	0-45	0-40	40-100	Arcilloso

Tabla 3: Clases de texturas de suelos.

5.7.2 Color

Sobre la base del origen de los pigmentos del suelo y su relación con determinadas condiciones ambientales, la variedad de colores es la siguiente:



Color negro: se asocia a la incorporación de materia orgánica que se descompone en humus que da la coloración negra al suelo. Este color ha sido asociado con niveles altos de materia orgánica en el suelo, condiciones de buena fertilidad, en especial presencia de cationes tales como el Ca^{2+} y Mg^{2+} y K^+ ; colateralmente tiene asociado otras condiciones físicas relacionadas con la materia orgánica, tal como la presencia de una buena estructuración del suelo y rica actividad biológica; en otras oportunidades, cuando hay acumulación de Na^+ , por ser este un agente dispersante, el suelo, aún con muy bajos niveles de materia orgánica, adquiere la coloración negra, pero tiene como condición asociada una muy mala condición estructural. En resumen, este color por lo general está asociado a la presencia de

- Carbonatos de Ca^{2+} o Mg^{2+} más materia orgánica altamente descompuesta.
- Otros cationes (Na^+ , K^+) más materia orgánica altamente descompuesta.



Color rojo: se asocia a procesos de alteración de los materiales parentales bajo condiciones de alta temperatura, baja actividad del agua, rápida incorporación de materia orgánica, alta liberación de Fe de las rocas; es indicativo de condiciones de alta meteorización, se asocia a niveles bajos de fertilidad del suelo, pH ácidos y ambientes donde predominan los procesos de oxidación. En términos generales se asocia con la presencia de

- Óxidos de Fe^{3+} (Cuadro 1), como es el caso de la hematita cuyo nombre es de origen griego con el significado de "parecido a la sangre".

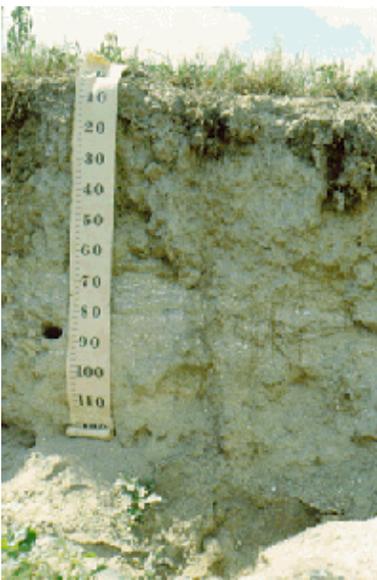
Color amarillo a marrón amarillento claro: por lo general es indicativo de meteorización bajo ambientes aeróbicos (oxidación), ocurre como en el caso de la goetita, donde cristales grandes de este mineral confieren una pigmentación amarilla al suelo, mientras de cristales pequeños de este mineral confieren tonalidades de color marrón; más frecuentemente estos colores asociados a la goetita ocurren en climas templados. Se relaciona con condiciones de media a baja fertilidad del suelo. En general se asocia con la presencia de



- Óxidos hidratados de Fe^{3+} (Cuadro 1).

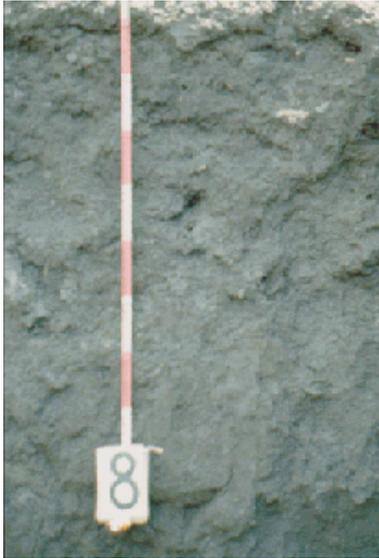
Color marrón: este color está muy asociado a estados iniciales a intermedios de alteración del suelo; se relaciona con condiciones de niveles medios a bajos de materia orgánica y un rango muy variable de fertilidad. En general se asocia con la ocurrencia de

- Materia orgánica ácida parcialmente descompuesta.
- Combinaciones de óxidos de Fe más materiales orgánicos.



Color blanco o ausencia de color: se debe fundamentalmente a la acumulación de ciertos minerales o elementos que tienen coloración blanca, como es el caso de calcita, dolomita y yeso, así como algunos silicatos y sales. En otras ocasiones, es consecuencia de la remoción de componentes del suelo por diversos procesos, en cuyo caso el suelo adquiere el color de los elementos remanentes, i.e. el horizonte álbico (Soil Survey División Staff, 1999). En general se asocia con la presencia de

- Óxidos de Al y silicatos (caolinita, gibsita, bauxita).
- Sílice (SiO_2).
- Tierras alcalinas (CaCO_3 , MgCO_3)
- Yeso ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$).
- Sales altamente solubles (cloruros, nitratos de Na^+ y K^+)



Color gris: puede ser indicativo del ambiente anaeróbico. Este ambiente ocurre cuando el suelo se satura con agua, siendo desplazado o agotado el oxígeno del espacio poroso del suelo. Bajo estas condiciones las bacterias anaeróbicas utilizan el Fe férrico (Fe^{3+}) presente en minerales como la goetita y la hematita como un aceptor de electrones en su metabolismo. En este proceso se genera la forma reducida del ión que es Fe ferroso (Fe^{2+}), que es soluble en agua e incoloro. Otras bacterias anaeróbicas utilizan Mn^{4+} como aceptor de electrones, reduciéndose a su forma incolora soluble en agua Mn^{2+} . La pérdida de pigmentos deja un color gris en la superficie del mineral y si la saturación con agua se prolonga por largos períodos, la zona completa adquiere la coloración gris. Cuando cesa la saturación con agua las forma reducida del Fe se oxida nuevamente, generándose colores característicos, como es el moteado anaranjado de la lepidocrocita (tiene la misma fórmula de la goetita, pero difieren en la estructura del cristal) en las grietas del suelo. Si el suelo se airea rápidamente se genera el moteado rojo brillante propio de la ferrihidrita en los poros y grietas; este mineral no es estable y en consecuencia, se transforma en lepidocrocita con el tiempo.

Color verde: en algunos suelos bajo condiciones de mal drenaje se genera este color, como es el caso de los suelos lacustrinos originados durante la regresión holocénica del Lago de Valencia; estos suelos están constituidos por materiales altamente calcáreos que se ubican en el denominado pantano lacustrino, distribuido en forma concéntrica alrededor del lago. Estos materiales calcáreos, bajo un ambiente anaeróbico, generan el color verde que se transforma en blanco de forma irreversible una vez que se oxida. También se asocia con la ocurrencia de

- Óxidos Fe^{2+} (incompletamente oxidados).

Color azulado: en zonas costeras, deltaicas o pantanosas donde hay presencia del anión sulfato, y existen condiciones de reducción (saturación con agua y agotamiento del oxígeno), este anión es utilizado por las bacterias anaeróbicas como aceptor de electrones, liberándose S^{2-} , que se combina con Fe^{2+} para precipitar como FeS que es de color negro, con el tiempo se transforma en pirita (FeS_2) que da un color azulado metálico. Si estos suelos son drenados y aireados se forma la jarosita, que posee un pigmento amarillo pálido muy característico. Asociado a ello los suelos se hacen muy ácidos (pH 2.5 a 3.5), convirtiéndose en suelos sulfato-ácidos que son muy corrosivos y limitan considerablemente el crecimiento de la mayoría de las plantas. Adicionalmente, esta coloración se asocia con la presencia de

- Óxidos hidratados de Al (Aloisita).
- Fosfatos ferrosos hidratados (Vivianita).

La materia orgánica juega un papel importante en la remoción de Fe y Mn en suelos

saturados con agua. Todas las bacterias, incluyendo las que reducen el Fe y el Mn requieren de una fuente de alimento; por consiguiente, las bacterias anaeróbicas se desarrollan en concentraciones de materia orgánica, particularmente en raíces muertas, en consecuencia en estas zonas se desarrollan los moteados grises.

El color es la expresión de diversos procesos químicos que actúan en el suelo. Estos procesos incluyen la meteorización de los materiales geológicos, la acción química de la oxidación-reducción sobre los minerales del suelo, especialmente aquellos que contienen Fe y Mn, y la bioquímica de la descomposición de la materia orgánica. Otros aspectos de la naturaleza, como el clima, el medio biofísico y la geología ejercen su influencia sobre la intensidad y condiciones bajo las cuales estas reacciones químicas ocurren.

5.7.3 Permeabilidad

Representa la facilidad de circulación del agua en el suelo. Es un parámetro muy importante que influirá en la velocidad de edafización y en la actividad biológica que puede soportar un suelo. Está condicionada fundamentalmente por la textura y la estructura. Se evalúa por la velocidad de infiltración que representa el caudal de agua que puede pasar por unidad de tiempo. Valores de dm/hora corresponden a suelos muy permeables, cm/hora dan suelos permeables y mm/hora para suelos poco permeables.

5.7.4 Porosidad

Representa el porcentaje total de huecos que hay entre el material sólido de un suelo. Es un parámetro importante porque de él depende el comportamiento del suelo frente a las fases líquida y gaseosa, y por tanto vital para la actividad biológica que pueda soportar. Se estudia con la técnica micromorfológica y se cuantifica de una manera indirecta en las medidas de pF y de densidad aparente.

5.8 PROPIEDADES FISICOQUIMICAS DEL SUELO

5.8.1 pH

El pH expresa la concentración de iones hidrógeno (H⁺) presentes en la solución del suelo y se define como:

$$\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$$

Los Métodos Oficiales de Análisis de Suelos determinan la acidez activa midiendo el pH de una suspensión suelo-agua (1/2,5) y la acidez potencial midiendo el pH sobre suspensiones de suelo con KCl 0,1 M (1/2,5).

El pH es muy importante en las propiedades del suelo porque:

- ☞ Regula las propiedades químicas del suelo
- ✓ Determina la disponibilidad del resto de los cationes para las plantas.
- ✓ Influye sobre la CIC, que es menor en suelos ácidos que en los básicos.

☞ Influye sobre las propiedades biológicas del suelo: tanto las plantas como los microorganismos del suelo presentan un determinado intervalo de pH óptimo para su crecimiento, generalmente próximo a la neutralidad.

Los suelos ácidos y muy ácidos no son adecuados para el correcto desarrollo de los cultivos ya que provocan:

- ✓ Carencia de Ca para plantas y microorganismos.
- ✓ Exceso de Al y Mn en la solución del suelo, tóxico para la vegetación.

El control de la acidez exige neutralizar los H⁺ de la solución del suelo (corrección de la acidez activa) y desplazar hidrogeniones del complejo de cambio que deberán ser sustituidos por bases (corrección de la acidez potencial), originando con ello una subida del pH. Se emplean habitualmente compuestos cálcicos y magnésicos (carbonatos, óxidos e hidróxidos). Debido a que es más frecuente el uso de productos cálcicos, la operación destinada a corregir la acidez del suelo, se denomina **encalado**.

El pH en los Cultivos

Cultivo	Mín.	Máx.	Cultivo	Mín.	Máx.	Cultivo	Mín.	Máx.
Acelga	6	7.5	Col de Bruselas	5.7	7.3	Nogal	6	8
Agrios	6	7.5	Coliflor	6	7.3	Olivo	6	8
Alfalfa	6.2	7.8	Colza	6	7.5	Patata	4.8	6.5
Algodón	5	6	Dactilo	5.5	7.2	Pepino	5.7	7.3
Agrostis	5	6	Escarola	5.6	6.7	Peral	5.6	7.2
Almendro	6	7	Espárrago	6.2	7.7	Pimiento	7	8.5
Apio	6.1	7.4	Espinaca	6.2	7.6	Pino	5	6
Arroz	5	6.5	Festuca ovina	4.5	6	Plátano	6	7.5
Avellano	6	7	Festuca pratense	4.5	7	Poa pratense	5.5	7.5
Avena	5	7.5	Fleo	5.5	8	Rábano	6	7.5
Ballico	6	7	Girasol	6	7.5	Remolacha	6.1	7.4
Berenjena	5.4	6	Guisante	6	7.5	Soja	6	7
Boniato	5.1	6	Judía	5.6	7	Tabaco	5.5	7.5
Brócoli	6	7.3	Lechuga	5.5	7	Tomate	5.5	7
Cacahuete	5.3	6.6	Lino	5	7	Trébol blanco	5.6	7
Calabaza	5.6	5.7	Maíz	5.5	7.5	Trébol híbrido	5.5	7
Caña de azúcar	6	8	Manzano	5.4	6.8	Trébol rojo	5.5	7.5
Castaño	5	6.5	Melitoto	6.5	7.5	Trébol violeta	5.7	7.6

Cebada	6.5	8	Melón	5.7	7.3	Trigo	5.5	7.5
Cebolla	6	7	Melocotonero	5.2	6.8	Veza	5.2	7
Centeno	5	7	Membrillero	5.7	7.2	Vid	5.4	6.8
Col	5.5	7.5	Nabo	5.5	6.8	Zanahoria	5.7	7

Tabla 4: pH en los cultivos

Todo esto ayuda a ver la importancia del pH en los cultivos y mejorar la calidad del suelo, es por eso tener en cuenta la siguiente tabla para manejar efectivamente la fertilidad del suelo:

REACCIÓN	pH
Fuertemente ácido	Menor de 5
Moderadamente ácido	5,1 – 6,5
Neutro	6,6 – 7,3
Moderadamente alcalino	7,4 – 8,5
Fuertemente alcalino (suelos sódicos)	Mayor de 8,5

Tabla 5: Rango de pH en los cultivos.

5.8.2 Intercambio Catiónico

Se define como intercambio iónico a los procesos reversibles por los cuales las partículas sólidas del suelo adsorben iones de la fase acuosa liberando al mismo tiempo otros iones en cantidades equivalentes, estableciéndose un equilibrio entre ambas fases.

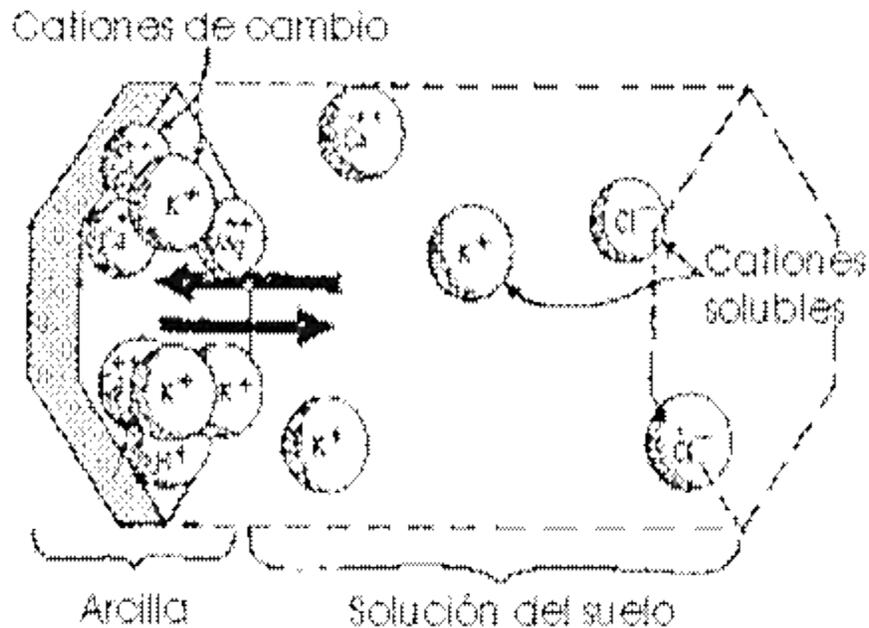


Figura 13: Intercambio catiónico en la fracción arcilla.

Es un proceso dinámico que se desarrolla en la superficie de las partículas. Como los iones adsorbidos quedan en posición asimilable constituyen la **reserva de nutrientes para las plantas**.

Las causas que originan el intercambio iónico son los desequilibrios eléctricos de las partículas del suelo. Para neutralizar las cargas se adsorben iones, que se “pegan” a la superficie de las partículas. Quedan débilmente retenidos sobre las partículas del suelo y se pueden intercambiar con la solución del suelo.

Cuanto más superficie tenga el material y más desequilibrada se encuentre, más iones se fijaran.

Según se intercambien cationes o aniones se habla de capacidad de intercambio catiónico (es el más importante) o aniónico, respectivamente.

La capacidad de intercambio catiónico (CIC) se expresa en miliequivalentes por 100 g de suelo, y es una medida de la cantidad de cationes fácilmente intercambiables que neutralizan la carga negativa existente en el suelo.

La carga negativa de los constituyentes minerales del suelo deriva principalmente, de:

-sustitución isomórfica dentro de la estructura laminar de los filosilicatos.

-disociación de grupos funcionales ácidos en las aristas y superficies externas de arcillas y en compuestos orgánicos,

La carga negativa originada por la sustitución isomórfica **es permanente** e independiente del pH, nivel de electrolitos o composición de la solución externa. La carga negativa derivada de

la disociación de grupos funcionales varía en magnitud de acuerdo al pH, no es por lo tanto una carga **permanente sino variable**.

A pH bajos los hidrogeniones están fuertemente retenidos en las superficies de las partículas, pero a pH altos los H^+ de los grupos carboxílicos primero y fenólicos después, se disocian y pueden ser intercambiados por cationes.

Esto es la consecuencia de que la capacidad de cambio de cationes aumente con el pH.

Además actúan como fuente de **cargas variables** los óxidos e hidróxidos de aluminio e hierro en suelos ácidos.

Las cargas permanentes en los minerales micáceos como biotita, vermiculita o muscovita pueden ser neutralizadas por adsorción específica y selectiva de potasio o amonio. Estos cationes intralaminares son fijados en forma difícilmente intercambiable, pero pueden ser desorbidos en los procesos de meteorización o con algunos tratamientos químicos.

La naturaleza de los cationes de cambio pueden modificar el valor de la capacidad de cambio, aumentándola o disminuyéndola, en función de su carga y de su tamaño. Así, los cationes divalentes y trivalentes, al adsorberse pueden aumentar la capacidad de cationes de cambio, mientras que los cationes de gran tamaño (radicales orgánicos) pueden disminuir la CIC al bloquear, por su tamaño, posiciones de cambio.

La CIC de un suelo por lo tanto depende de las condiciones bajo las cuales se la evalúa. Las condiciones ideales para su cuantificación se darían cuando se trabaja con una solución acuosa que tenga la misma fuerza iónica y composición, el mismo pH y constante dieléctrica que la solución del suelo en condiciones naturales. Como estas condiciones son muy variables en el tiempo y espacio, y difíciles de reproducir en laboratorio, generalmente se trabaja con soluciones estandarizadas con respecto a estos parámetros, para que los datos obtenidos sean aplicables y interpretados universalmente.

Resumiendo, los **factores** que hacen que un suelo tengan una determinada capacidad de cambio de cationes son varios, entre ellos:

- Tamaño de las partículas. Cuanto más pequeña sea la partícula, más grande será la capacidad de cambio.
- Naturaleza de las partículas. La composición y estructura de las partículas influirá en las posibilidades de cambio de sus cationes.
- Tipo de cationes cambiables (monovalentes, divalentes, de gran tamaño, etc)
- pH

La capacidad de intercambio catiónico varía entre 3 meq/100g para arcillas del tipo de la kaolinita hasta 120 meq/100g para montmorillonita, y 200 meq/100g para vermiculita. La materia orgánica contribuye con 200-400 meq/100g. En términos generales se puede considerar que existen 0,5 meq de capacidad de intercambio por cada por ciento de arcilla y

2,0 meq por cada por ciento de materia orgánica del suelo.

Los cationes que frecuentemente ocupan las posiciones de cambio en los suelos son: Ca^{++} , Mg^{++} , K^+ , Na^+ , H^+ , Al^{+++} , Fe^{+++} , Fe^{++} , NH_4^+ , Mn^{++} , Cu^{++} y Zn^{++} .

En los suelo ácidos predominan H^+ y Al^{+++} , en los suelos alcalinos predominan las bases, fundamentalmente el Na^+ y en los neutros el Ca^{++} .

Para esquematizar la distribución de estos cationes adsorbidos a las partículas sólidas del suelo se utiliza el modelo de la doble capa difusa (DCD). En este esquema tenemos una **capa eléctrica negativa rígida en la fase sólida** y una **capa difusa de cationes adsorbidos** y en equilibrio dinámico con los cationes de la solución del suelo.

La capa difusa de cationes se produce por la tendencia de los cationes a difundirse una cierta distancia desde la superficie del sólido hasta que se alcanza un equilibrio entre las fuerzas de atracción eléctrica de Coulomb y la difusión debida a la energía térmica de los iones. Como consecuencia existe un gradiente de concentración de iones desde la superficie del sólido hacia la solución de mayor a menor, respectivamente. Lógicamente, la configuración de la DCD se verá afectada por la H^0 del suelo.

Todos los cationes adsorbidos excepto los **protones y aluminio**, que constituyen la llamada **acidez de reserva**, se consideran **bases**. El **porcentaje de saturación de bases** expresa la proporción de bases que hay respecto del total de la capacidad de intercambio de cationes (CIC). Así,

Porcentaje de saturación de bases : $V = S/T \times 100$

siendo, T = capacidad de intercambio catiónico. ($T = S + \text{acidez de reserva}$)

$S = \text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++} + \text{Na}^+ + \text{K}^+$.

Cuando $V > 50\%$ el suelo está saturado.

Si $V < 50\%$ el suelo se encuentra desaturado. Las posiciones de cambio están ocupadas principalmente por H^+ y Al^{+++} ; se trata de un medio pobre en nutrientes.

Es importante saber entonces, la proporción de bases que contiene un suelo porque indica el potencial de acidez del suelo. Cuanto mayor es el porcentaje de saturación de bases menor acidez de reserva hay en el complejo de intercambio.

Por otra parte, es importante saber **cuáles son los cationes dominantes** en las superficies de los coloides por su efecto sobre la estructura del suelo.

El calcio tiene un efecto floculante, mientras que el sodio dispersa el suelo. Esta diferencia en su efecto sobre la orientación y cohesión de los coloides entre el calcio y el sodio se debe a la efectividad con la cual neutralizan las cargas negativas de los coloides. Cuánto más pequeño es el radio hidratado, y cuánto mayor la valencia de un catión, mayor es su poder de flocular el suelo. Por lo tanto el calcio es más efectivo que el sodio porque es bivalente y tiene un menor radio hidratado (0,56 Calcio, 0,76 Sodio).

El poder relativo de reemplazo entre los cationes también depende de su radio hidratado y sigue el siguiente orden: $\text{Li}^+ < \text{Na}^+ < \text{K}^+ < \text{Cs}^+ < \text{Mg}^{2+} < \text{Ca}^{2+} < \text{Sr}^{2+} < \text{Ba}^{2+}$.

Esta regla no se cumple en todos los tipos de arcillas ya que en micas el potasio se adsorbe más fuertemente de lo que se podría esperar dada su valencia y su radio hidratado.

De los cationes intercambiables solamente potasio, calcio y magnesio se consideran macronutrientes. El nivel crítico de potasio es de aproximadamente 80 ppm de K^+ intercambiable. Por debajo de este nivel los cultivos demuestran signos de deficiencia, tales como clorosis en las hojas más viejas y necrosis de estas en casos severos. La deficiencia de potasio afecta negativamente la resistencia a la sequía.

Los suelos de la zona semiárida generalmente contienen suficiente cantidad de este nutriente, deficiencias son más comunes en zonas más húmedas del país, donde la lixiviación y el consumo por los cultivos son procesos más importantes.

El valor de CIC total **varía según la textura y el contenido de materia orgánica del suelo**, entre $<$ de 10 meq/100g en suelos arenosos hasta $>$ de 40 meq/100g en suelos arcillosos con mucha materia orgánica.

Fundamentos de los Métodos de Medición de CIC:

La capacidad de adsorción de iones se puede determinar mediante la saturación de la muestra con un ión que ésta prácticamente no contiene y luego determinar la suma de todos los iones reemplazados.

Otro método consiste en medir la disminución de concentración en la solución saturante que causó la adsorción.

Como tercer alternativa, se puede reemplazar el ión con el que se saturó la muestra por otro, y determinar la cantidad del ión reemplazado.

Para el segundo método se usa normalmente una sola agitación de la muestra en la solución saturante, mientras para el tercer método se hace percolar la solución saturante por la muestra hasta la completa adsorción del ión. En el caso de una sola agitación de la muestra con la solución saturante el intercambio es incompleto, y generalmente se determina solo un 70-90% de la capacidad de intercambio. La efectividad de reemplazo depende de propiedades del ión reemplazante, especialmente de su energía de intercambio. También influye el pH y la concentración de la solución saturante (especialmente en el segundo método).

Por otra parte, el acondicionamiento de la muestra, el tiempo de contacto entre solución saturante y el suelo, entre otros, influyen en el resultado.

El método utilizado para la determinación de cationes intercambiables y la capacidad total de intercambio que tenga el suelo consiste en cuatro pasos:

- Primero se emplea una solución concentrada de amonio para **reemplazar y liberar los**

cationes propios del suelo, los cuales, de esta manera se pueden cuantificar individualmente en la solución sobrenadante. Nos han quedado entonces los NH_4 adsorbidos al suelo, saturando todas las cargas negativas de éste.

- Luego se satura el suelo con **sodio**, empleando una solución de alta concentración de este catión, para reemplazar todos los NH_4 adsorbidos (procedimiento efectuado en el paso anterior), por Na.

- Se elimina el sodio no adsorbido (y que han quedado en la solución sobrenadante) por lavados con etanol.

- Finalmente se extrae el sodio adsorbido por saturación del complejo con amonio. Los cationes amonio reemplazan a los de Na, quedando éstos en solución. La valoración del sodio en la solución extraída representa el total de cargas disponibles para el intercambio catiónico (CIC total o valor T).

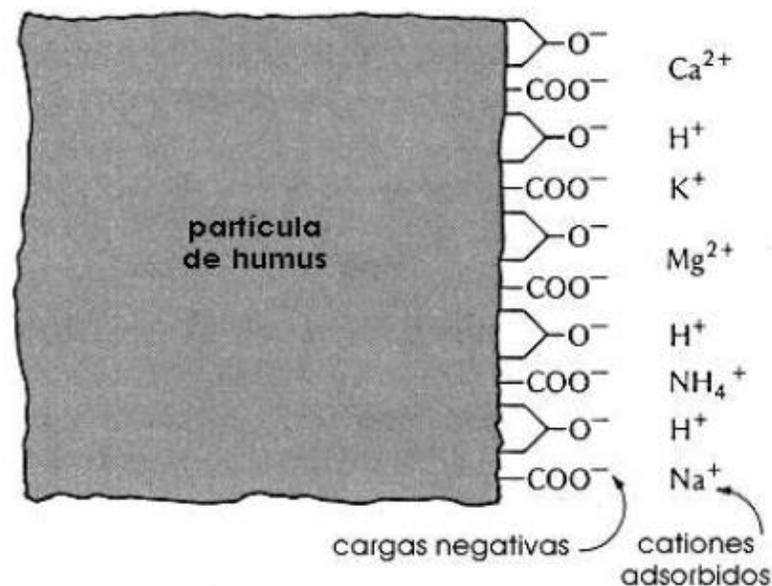


Figura 14: Intercambio catiónico en la materia orgánica.

5.9 TIPOS DE SUELOS SEGÚN SU TEXTURA

5.9.1 SUELOS ARENOSOS:

Está formado por el 75% de partículas tamaño arena, tienen una buena absorción de agua mas no tienen la capacidad de retenerla por lo tanto tampoco conserva los nutrientes que necesitan las plantas los cuales son arrastrados hacia el subsuelo, tienen grandes concentraciones en sales como calcio potasio, magnesio y sodio.

Principalmente presenta colores claros eso indica presencia de cuarzo y yeso, este tipo de suelo tienen una contextura áspera; con facilidad podemos saber que es arenoso porque al tomar un poco de él en nuestras manos se nos escapa con facilidad y no se puede formar una bola, por mucho que se manipule el seguirá suelto sin poder compactarse.

En este tipo de suelo solo se puede plantar plantas silvestres, aromáticas y mediterráneas los tipos de plantas son los siguientes: salvia, romero, lavanda, hinojo, etc. Su parte positiva es que le da buena aireación a las raíces por la porosidad que tiene este tipo de suelo.



Figura 15: Suelos arenosos.

5.9.2 SUELOS ARCILLOSOS

Contienen grandes cantidades de arcillas, las partículas que los forman son muy pequeñas, compactas, de color pardorijizo. Retienen el agua con facilidad y al secarse se agrieta y endurece.

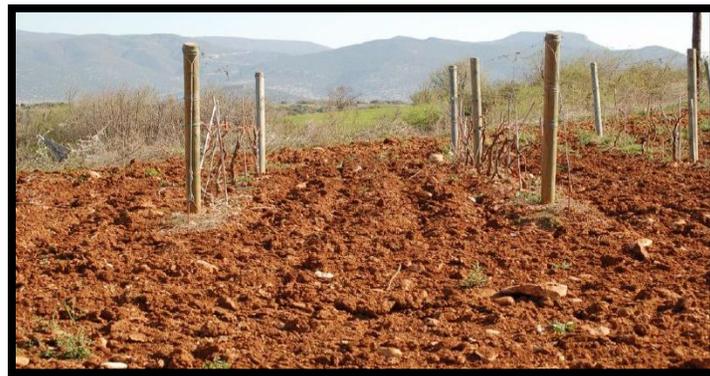


Figura 16: Suelos Arcillosos

5.9.3 SUELOS CALCÁREOS

Tienen más de 40% de sales de calcio. Son de color blanquecinos y cuando se seca se agrieta, con abundante riego y abono sirven para cultivar.



Figura 17: Suelos Calcareos.

5.9.4 LOS SUELOS HUMÍFEROS

(tierra negra): Tienen abundante materia orgánica en descomposición, de color oscuro, retienen bien el agua y son excelentes para el cultivo.



Figura 18: Suelos Humíferos.

6. LA NUTRICIÓN VEGETAL EN EL SUELO

La nutrición vegetal es el proceso mediante el cual la planta absorbe del medio que le rodea las sustancias que le son necesarias para desarrollarse y crecer. Estas sustancias son exclusivamente de tipo mineral o inorgánico.

Para garantizar la nutrición de los cultivos y asegurar sus rendimientos en cantidad y calidad se suelen emplear fertilizantes minerales. Las exigencias de sostenibilidad económica y de producción de mínimos impactos ambientales que actualmente condicionan la actividad

agrícola obligan a que la aplicación de fertilizantes minerales se calcule y aplique con el máximo rigor científico y técnico.

Los elementos nutritivos son aquellos elementos químicos que son absolutamente imprescindibles o esenciales para el desarrollo completo del ciclo vegetativo de las plantas. Son esenciales los siguientes:

Carbono (C) Hidrógeno (H) Oxígeno (O) Nitrógeno (N) Fósforo (P) Potasio (K) Azufre (S) Calcio (Ca) Magnesio (Mg) Hierro (Fe) Zinc (Zn) Manganeseo (Mn) Cobre (Cu) Molibdeno (Mo) Boro (B) Cloro (Cl)

A estos 16 elementos podrían añadirse algunos otros, tales como el sodio (Na), el silicio (Si) y el cobalto (Co), que sólo parecen ser necesarios para algunas especies. La anterior relación de elementos nutritivos no debe considerarse completa aún, pues podría incrementarse en el futuro.

De los 16 elementos nutritivos, los tres primeros se hallan libremente a disposición de la planta en el aire: anhídrido carbónico (CO_2) y oxígeno (O_2) y por medio del agua (H_2O) que absorbe. Por esto normalmente se consideran sólo como elementos nutritivos o fertilizantes los 13 restantes.

Los elementos nutritivos pueden clasificarse atendiendo a diferentes criterios. El más frecuente es aquél que responde a la cantidad utilizada por la planta y la frecuencia con que en la práctica es necesaria su aportación al cultivo. Según este criterio se clasifican en:

6.1 ✓ Macronutrientes:

N, P, K, S, Ca y Mg. Son los elementos absorbidos por las plantas en mayores cantidades. Dentro de este grupo se suele distinguir por la frecuencia de la aportación a los cultivos en primarios (N, P y K) y secundarios (S, Ca y Mg).

6.2 ✓ Micronutrientes:

Fe, Co, Zn, Mn, Mo, B y Cl. Son elementos que se absorben por la planta en cantidades mínimas.

Esta clasificación es arbitraria y no indica orden de prioridad entre los elementos. Para la planta son todos igualmente esenciales. Solamente a efectos prácticos en relación con la fertilización, es útil esta clasificación, en la que quedan bien destacados como macro elementos primarios, los tres elementos nutritivos bases de la fertilización: N, P y K.

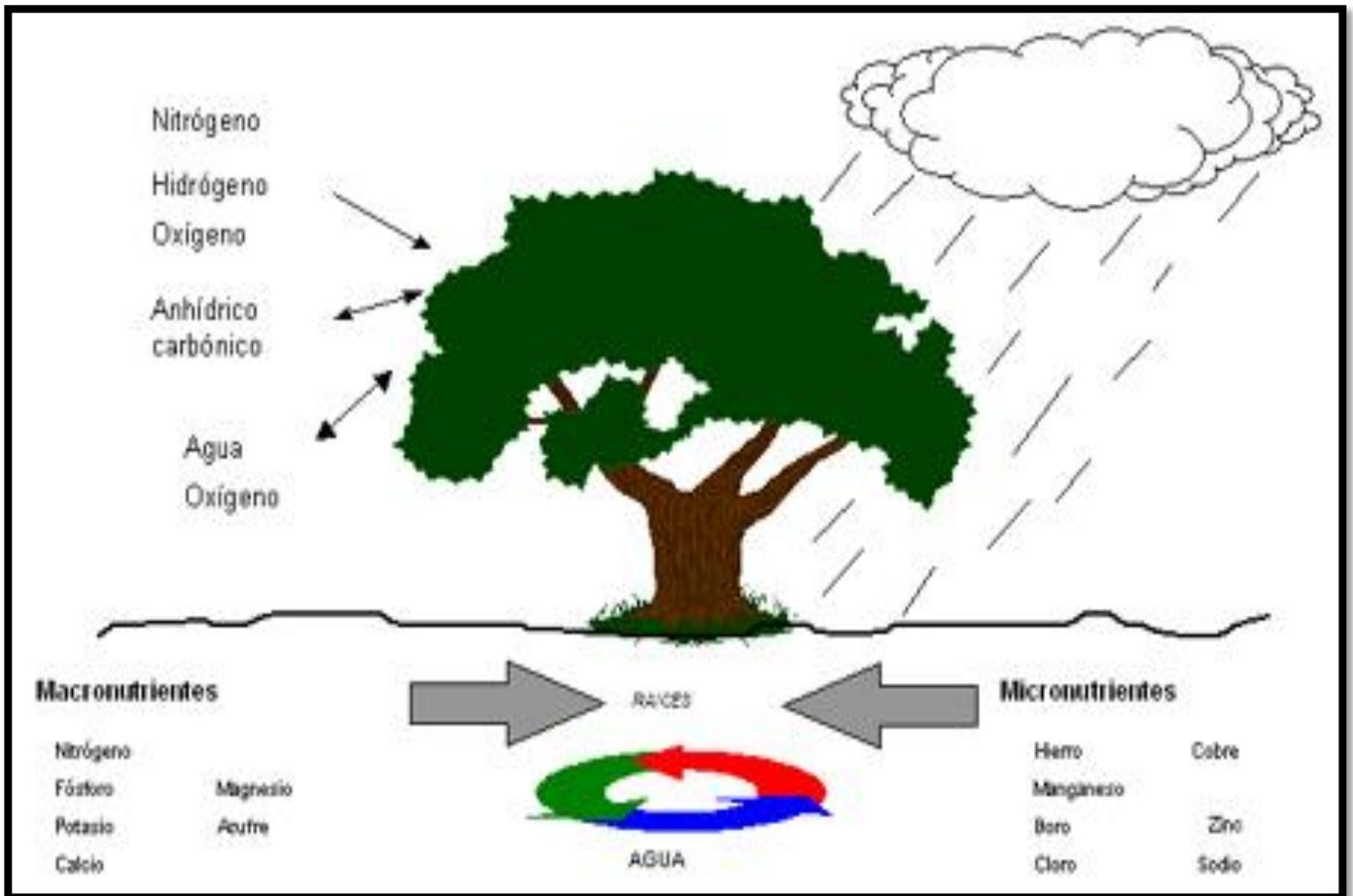


Figura 19: Listado de los macronutrientes y micronutrientes en el suelo.

Funciones de los nutrientes en las plantas y sus síntomas de deficiencia.

Nutriente	Función	Síntomas de deficiencia
Nitrógeno (N)	Estimula el crecimiento rápido; favorece la síntesis de clorofila, de aminoácidos y proteínas.	Crecimiento atrofiado; color amarillo en las hojas inferiores; tronco débil; color verde claro.
Fósforo (P)	Estimula el crecimiento de la raíz; favorece la formación de la semilla; participa en la fotosíntesis y respiración.	Color purpúreo en las hojas inferiores y tallos, manchas muertas en hojas y frutos.
Potasio (K)	Acentúa el vigor; aporta resistencia a las enfermedades, fuerza al tallo y calidad a la semilla.	Oscurecimiento del margen de los bordes de las hojas inferiores; tallos débiles.
Calcio (Ca)	Constituyente de las paredes celulares; colabora en la división celular.	Hojas terminales deformadas o muertas; color verde claro.
Magnesio (Mg)	Componente de la clorofila, de las enzimas y de las vitaminas; colabora en la incorporación de nutrientes.	Amarilleo entre los nervios de las hojas inferiores (clorosis).

Azufre (S)	Esencial para la formación de aminoácidos y vitaminas; aporta el color verde a las hojas.	Hojas superiores amarillas, crecimiento atrofiado.
Boro (B)	Importante en la floración, formación de frutos y división celular.	Yemas terminales muertas; hojas superiores quebradizas con plegamiento.
Cobre (Cu)	Componente de las enzimas; colabora en la síntesis de clorofila y en la respiración.	Yemas terminales y hojas muertas; color verdeazulado.
Cloro (Cl)	No está bien definido; colabora con el crecimiento de las raíces y de los brotes.	Marchitamiento; hojas cloróticas.
Hierro (Fe)	Catalizador en la formación de clorofila; componente de las enzimas.	Clorosis entre los nervios de las hojas superiores.
Manganeso (Mn)	Participa en la síntesis de clorofila.	Color verde oscuro en los nervios de las hojas; clorosis entre los nervios.
Molibdeno (Mo)	Colabora con la fijación de nitrógeno y con la síntesis de proteínas.	Similar al nitrógeno.
Zinc (Zn)	Esencial para la formación de auxina y almidón.	Clorosis entre los nervios de las hojas superiores.

Por tanto el correcto desarrollo de un cultivo dependerá del contenido nutricional del suelo sobre el que se desarrolla. Pero la cantidad de nutrientes a añadir al suelo, no depende solo del estado químico del suelo sino también de factores como el clima local, la estructura física, la existencia de cultivos previos y presentes, actividad microbiana, etc. Por tanto, solo tras una evaluación técnica y económica, es posible elegir la cantidad adecuada de fertilizante a añadir. Los pasos a seguir para conseguir un abonado racional son los siguientes:

1. Hacer un análisis del suelo para conocerse riqueza en elementos fertilizantes y poder adoptar la fórmula de abonado más conveniente.
2. Elegir el abono adecuado, utilizando el que tenga un equilibrio semejante a las necesidades del suelo manifestadas en el análisis.
3. Aplicar, según las necesidades del cultivo y el nivel de nutrientes, las cantidades necesarias para obtener una producción óptima.

6.3 FERTILIDAD DEL SUELO

La Fertilidad del Suelo es una cualidad resultante de la interacción entre las características físicas, químicas y biológicas del mismo y que consiste en la capacidad de poder suministrar condiciones necesarias para el crecimiento y desarrollo de las plantas.

En lo referente al suministro de condiciones óptimas para el asentamiento de las plantas, estas características no actúan independientemente, sino en armónica interrelación, que en conjunto determinan la fertilidad del suelo. Por ejemplo, un suelo puede estar provisto de suficientes elementos minerales –fertilidad química- pero que no está provisto de buenas condiciones físicas y viceversa.

Igualmente, la fertilidad del suelo no es suficiente para el crecimiento de las plantas; el clima juega un papel importante y determinante en muchos casos. Por ejemplo se puede tener un suelo fértil y que dadas las temperaturas extremas no es capaz de producir buenas cosechas, entonces en un suelo fértil, no productivo. Respecto a su constitución, en general y en promedio, en VOLUMEN, una proporción ideal está dada por 45-48% de partículas minerales, 5-2% de materia orgánica, 25% de aire y 25% de agua.

El mantenimiento de la fertilidad del suelo es fundamental en la horticultura ecológica. Uno de los indicadores que nos señalan con mayor precisión tal fertilidad es el contenido en materia orgánica. En términos generales ésta debe encontrarse entre un 2% y un 3%, dependiendo si es un suelo más arenoso o más arcilloso, respectivamente.

La materia orgánica desempeña numerosas funciones, algunas de las cuales se esquematizan en la figura 4, como las siguientes: incrementa la capacidad de intercambio catiónico, regulariza los niveles de disponibilidad de nutrientes, activa la edafogénesis (formación de suelo), incrementa el poder tampón del suelo (capacidad para impedir cambios bruscos como una variación del pH), favorece la formación de agregados reduciendo la erosión al comportarse como un cemento, mejora la infiltración y retención de agua, contribuye a reducir las pérdidas de agua por evaporación, intensifica la aireación del suelo e incrementa la actividad biológica del suelo (favoreciendo el desarrollo de fauna auxiliar y microorganismos, como bacterias y hongos, que contribuyen a mejorar la nutrición de las plantas y el control de plagas y enfermedades), entre otras.

Hay básicamente dos formas de incrementar la materia orgánica del suelo: esparcir compost de residuos animales y/o vegetales, y establecer abonos verdes. Una tercera sería la incorporación de los restos vegetales de los cultivos, en vez de retirarlos del campo y/o quemarlos, aunque en este caso la materia orgánica aportada suele ser más pequeña que en las otras dos formas.

En el primer caso, el producto más utilizado por su relativamente mayor abundancia es el estiércol, que en agricultura ecológica debe provenir de ganadería extensiva y estar sujeta a la autorización por parte del organismo de certificación. Este estiércol debe ser compostado previamente a su uso para evitar la presencia de gérmenes patógenos y hacer inviables a las semillas de hierbas que contiene.

No es fácil establecer unas cantidades concretas de materia orgánica a aplicar para mantener o incrementar la fertilidad del suelo, ya que depende de múltiples factores (tipo de suelo, temperatura, régimen de lluvias, origen y composición de la materia orgánica...). Así, en ensayos de larga duración se ha logrado incrementar de forma significativa el contenido de materia orgánica de los suelos mediante aplicaciones anuales por hectárea que varían entre 12 y 25 toneladas de estiércol de diversa procedencia (ovino, vacuno y gallinaza). Hay que tener en cuenta, que el límite legal de aplicación de nitrógeno es de 170 kg de nitrógeno por hectárea y año.

También es aconsejable realizar un análisis del estiércol compostado para determinar su contenido en nutrientes, como el nitrógeno, fósforo y potasio, para posteriormente poder ajustar las extracciones de los cultivos con la aplicación total de fertilizantes. Hay que tener en cuenta que los cultivos hortícolas cabeza de la rotación suelen ser los más exigentes en nutrientes, y son sobre los que se realiza la aplicación de estiércol. Les siguen las plantas menos exigentes o a las que no conviene la aplicación directa de estiércol (en general, los de raíz, bulbo y hoja).

Para incrementar la materia orgánica del suelo también se puede utilizar compost de otros productos, como residuos vegetales o subproductos animales procedentes en su mayoría de industrias de transformación. Actualmente numerosos abonos orgánicos autorizados son comercializados con este fin.

La otra forma efectiva, y menos costosa, de aumentar la materia orgánica en el suelo es mediante el establecimiento de abonos verdes, que son plantas cultivadas que se incorporan al suelo, generalmente durante el período de floración. Habitualmente se siembran entre dos cultivos en la rotación, aunque en ocasiones pueden acompañar durante una parte de su ciclo a un cultivo principal, solapándose.

Hay que tener en cuenta varios aspectos a la hora de elegir las especies y variedades a emplear como abonos verdes en la horticultura ecológica, como los siguientes:

- Asegurarse de que su periodo de crecimiento se adecua a la siembra o transplante del cultivo posterior.
- Aportar materia orgánica eficaz para la formación de humus, como las gramineas o las crucíferas.
- Fijar nitrógeno atmosférico, como las leguminosas, lo que nos ahorrará dinero en la fertilización posterior.
- Ser competidoras eficaces con las hierbas, ya sea porque produzcan mucha biomasa en poco tiempo y/o por liberar sustancias alelopáticas.
- Cerciorarse de que su inclusión en la rotación no agrava problemas de plagas y enfermedades. Como regla general es interesante que pertenezca a diferente familia botánica que el cultivo anterior y posterior.
- Favorecer la presencia de enemigos naturales.
- Tener un bajo coste de implantación.
- Ser poco exigentes en agua, nutrientes y cuidados.

Una vez cubiertas las necesidades de aporte de materia orgánica, es fundamental realizar el balance de nutrientes, especialmente de nitrógeno, fósforo y potasio, que se requieren anualmente. Así, hay que tener en cuenta, por un lado, las extracciones de los cultivos hortícolas y, por el otro, las aportaciones que se van a realizar en forma de compost de materia orgánica (es aconsejable analizar la composición de la misma) y/o de abono verde. Con respecto a este último, en la Tabla 5 se muestran algunas leguminosas con el nitrógeno que son capaces de fijar. No obstante, estas cantidades son orientativas ya que la fijación de nitrógeno depende de múltiples factores, como la duración del ciclo de las plantas, estado del suelo, presencia de bacterias fijadoras, contenido de fósforo en el suelo, etc.

La aplicación de materia orgánica compostada generalmente permite cubrir las necesidades de microelementos (boro, hierro, manganeso...) de las hortalizas; sin embargo, los macronutrientes principales anteriormente señalados (nitrógeno, fósforo y potasio) son requeridos en mayor cantidad y en determinados periodos de crecimiento (floración, engrosamiento de la semilla, maduración del fruto...). Por ello, suele ser necesario (nos lo indicará el balance de nutrientes realizado) aplicar abonos ricos en estos nutrientes, bien en fondo o bien en cobertera, de los numerosos que existen en el mercado.

La nutrición vegetal, básica para un óptimo desarrollo de los cultivos, depende de la capacidad del suelo para suministrar todos y cada uno de los elementos nutritivos, en la forma, cantidad y momento adecuados a las exigencias de los mismos.

6.3.1 IMPORTANCIA DE CONOCER LA FERTILIDAD DEL SUELO

- Establecer si el suelo bajo estudio posee las condiciones necesarias para establecer y mantener un cultivo de interés(es necesario tener información sobre requerimientos del cultivo).
- Aporta información sobre la necesidad de adicionar nutrientes(fertilizantes químicos o compuestos orgánicos)y/o enmiendas para mejorar las condiciones para el cultivo.
- Tomar la decisión de que uso darle aun suelo.

6.4. ANÁLISIS DE SUELOS

Las determinaciones más frecuentes en los análisis de suelos son: textura, materia orgánica, pH, conductividad, sodio, calcio, magnesio, fósforo, potasio, nitrógeno, carbonatos, caliza activa, etc.

La primera dificultad relacionada con la estimación de la fertilidad mediante el procedimiento de analizar el suelo es la de obtener una muestra que sea razonablemente representativa, ya que el 85 % del error total del análisis de suelos se debe a la muestra. De aquí la importancia de la correcta toma de muestras.

6.4.1 Potasio

En la fracción mineral del suelo existe potasio combinado en diferentes silicatos que forman parte de las rocas de origen magmático (feldespatos, micas, etc.) y de las arcillas. También aparece potasio en compuestos de origen sedimentario, en forma de cloruros y sulfatos que, por su menor dureza y mayor solubilidad, se meteorizan más fácilmente que los silicatos.

Las formas iónicas se presentan libres en las soluciones del suelo, adsorbidas sobre el complejo de cambio y fijadas en la superficie, bordes e interior de la red cristalina de determinadas arcillas. Parte de este K cambiante y presenta un equilibrio dinámico con el K + es fácilmente de la solución del suelo.

El potasio difícilmente cambiante se encuentra incluido en los espacios interlaminares de las arcillas, lo que representa una retrogradación que depende de la naturaleza de aquellas, de los espacios interlaminares y de que éstos no estén ocupados por otros cationes. La retrogradación es máxima en suelos con arcillas expansibles del tipo 2:1 como la illita y la vermiculita.

Las plantas absorben el potasio (K^+) por vía radicular a partir de la solución del suelo (1 unidad fertilizante de potasio es igual a 1 kg de K_2O). Debido a su baja carga y pequeño radio iónico, la absorción se efectúa con facilidad y pueden, incluso, absorberse cantidades de K superiores a las necesidades de 2^+ la planta originando lo que se denomina consumo de lujo.

Según éste, la planta puede absorber cantidades elevadas de potasio sin que se observen variaciones significativas del rendimiento, en relación con el obtenido para menores cantidades de potasio absorbido.

El calcio y el magnesio presentan un claro efecto antagónico frente al potasio que puede dar lugar a situaciones de deficiencia potásica por excesos de calcio activo o de magnesio asimilable.

Con el sodio pueden darse situaciones de sustitución. En casos de deficiencia potásica, la planta puede absorber sodio, pero esta sustitución sólo resulta efectiva en el aspecto físico químico de ambos cationes, pero no en los aspectos fisiológicos.

6.4.2 Calcio

El calcio en el suelo se encuentra combinado en compuestos minerales y orgánicos. Existe además calcio iónico (Ca^{2+}) fijado sobre el complejo adsorbente o libre en la solución del suelo. En el complejo de cambio suele ser el catión más abundante.

El calcio es muy importante para el suelo:

⇒ Desde un punto de vista físico: Ca^{2+}

- ✓ Es necesario para una buena estructura (floculante del complejo arcillo-húmico)
- ✓ Aumenta la ligereza de los suelos pesados

⇒ Desde un punto de vista químico:

- ✓ Es antagónico del H, por lo que los suelos ricos en Ca presentan un pH básico.
- ✓ Regula las posibilidades de solubilización del resto de los elementos del suelo.
- ✓ Permite el desarrollo de CIC más fuertes.

⇒ Desde un punto de vista biológico:

- ✓ Es necesario para la nutrición de plantas y microorganismos.
- ✓ Permite aumentar la velocidad de descomposición de la materia orgánica.
- ✓ Actúa sobre procesos de fijación de N

Por todo lo expuesto, es necesario controlar la presencia de Ca en el suelo, y si fuera preciso se realizarán enmiendas cálcicas para alcanzar los niveles adecuados.

6.4.3 Magnesio

El magnesio se encuentra en el suelo principalmente en forma mineral como silicatos, carbonatos, sulfatos y cloruros.

La planta puede absorber el Mg^{2+} de la solución del suelo, por vía radicular, o el de las soluciones fertilizantes, a través de los estomas, por vía foliar (1 UF = 1 kg de MgO).

Las cantidades absorbidas por las plantas cultivadas son variables, según las especies y los rendimientos de las cosechas. El conocimiento del contenido en magnesio cambiante del suelo, es necesario para caracterizar su capacidad para alimentar los cultivos. Sin embargo, estas cifras consideradas aisladamente no definen con precisión esta capacidad debido a los antagonismos que se presentan entre el magnesio y otros cationes.

También se producen antagonismos entre Mg, presentándose problemas de absorción de Mg en suelos sódicos o en los cultivos regados con aguas salinas ricas en sodio; con nitrógeno amoniacal, presentándose estados carenciales comprobados en suelos ácidos o en los cultivos fuertemente fertilizados con compuestos amoniacales.

6.4.4 Sodio

Se consideran suelos sódicos aquellos en los cuales el Na ocupa más del 15 % de la capacidad de cambio del suelo. Estos suelos tienen normalmente un pH elevado del orden de 8,5 o más.

La presencia de Na en proporciones elevadas frente al Ca y al Mg, provoca la dispersión de los coloides arcillosos y húmicos originando fuerte inestabilidad estructural. Además pueden aparecer problemas de fitotoxicidad.

El Método Oficial para la determinación del sodio en una muestra de suelo es mediante fotometría de llama, previa extracción con una solución de acetato amónico 1 N a pH 7.

6.5. EROSION DEL SUELO

La **Degradación de los Suelos** (pérdida) del suelo la provocan principalmente factores como las corrientes de agua y de aire, en particular en terrenos secos y sin vegetación, además el hielo y otros factores. La erosión del suelo reduce su fertilidad porque provoca la pérdida de minerales y materia orgánica. El material erosionado puede estar conformado por:

- Fragmentos de rocas producto de la meteorización mecánica (termoclastia, gelifración, etc.) o formados por abrasión mecánica debida a la acción del viento, aguas o glaciares.
- Suelos, en especial aquellos que han sido despojados de su cubierta vegetal por tala o incendio.

6.5.1 CAUSAS DE LA EROSIÓN:

Los agentes son más eficaces en función dependiendo de qué tipo de tierra sea, la capa que la protege (hierbas, árboles, rocas, etc.), la cantidad de agua existente, el viento y su uso. Uno de los principales factores es el agua.

La acción del agua

El **agua** es un erosivo muy enérgico. Cuando el suelo ha quedado desprotegido de la vegetación y sometido a las lluvias, los torrentes arrastran las partículas del suelo hacia arroyos y ríos. El suelo, desprovisto de la capa superficial, pierde la materia orgánica (Humus) y entra en un proceso de deterioro que puede originar hasta un desierto.

La acción del viento

El **viento** es otro de los agentes de la erosión. El suelo desprovisto de la cortina protectora que forman los árboles, es víctima de la acción del viento que pule, talla y arrastra las partículas de suelo y de roca. Los paisajes generados en zonas áridas y desérticas son muestras evidentes de la acción de este factor. El aire y el agua han esculpido la tierra desde que se formó la corteza, los grandes procesos geomórficos han modificado la superficie terrestre a lo largo de millones de años. Hoy la actividad humana hace su parte y muchos sitios se modifican por ella.

La acción de los vegetales

Las **plantas** superiores, que tienen raíces, ejercen una labor intensa de excavación mecánica del suelo, en busca del agua que necesitan para su subsistencia. Algunas de estas raíces son capaces de atravesar sustratos de rocas blandas o, incluso, romper otras más duras. Pero, aunque menos visible, el trabajo de otros vegetales y organismos, como los líquenes, es quizás todavía más importante, hasta el punto que se les considera los verdaderos indicadores o pioneros de la formación de los suelos. En efecto, los líquenes actúan sobre las rocas desnudas, empiezan su descomposición y permiten que otros organismos mayores continúen la tarea.

La acción de los animales

Pequeños invertebrados como los gusanos y algunos insectos airean el suelo, pero también contribuyen al proceso de meteorización de la roca madre al permitir la entrada de aire y agua, así como de microorganismos productores de ecreciones que reaccionan químicamente con la roca, transformándola y erosionándola. La labor que llevan a cabo los animales es, en general, complementaria de la que realizan otros agentes erosivos en las etapas primarias del proceso de meteorización.

Sin embargo, tiene una especialísima importancia en la formación de los suelos. Los animales ejercen una erosión mecánica con la excavación o construcción de nidos y madrigueras, así como por el paso de grandes manadas por las mismas sendas. También ejercen un control sobre la población vegetal de la que se alimentan. Finalmente, producen

secreciones y excreciones de materiales que tienen un alto poder corrosivo y pueden descomponer las rocas, facilitando la acción de otros agentes.

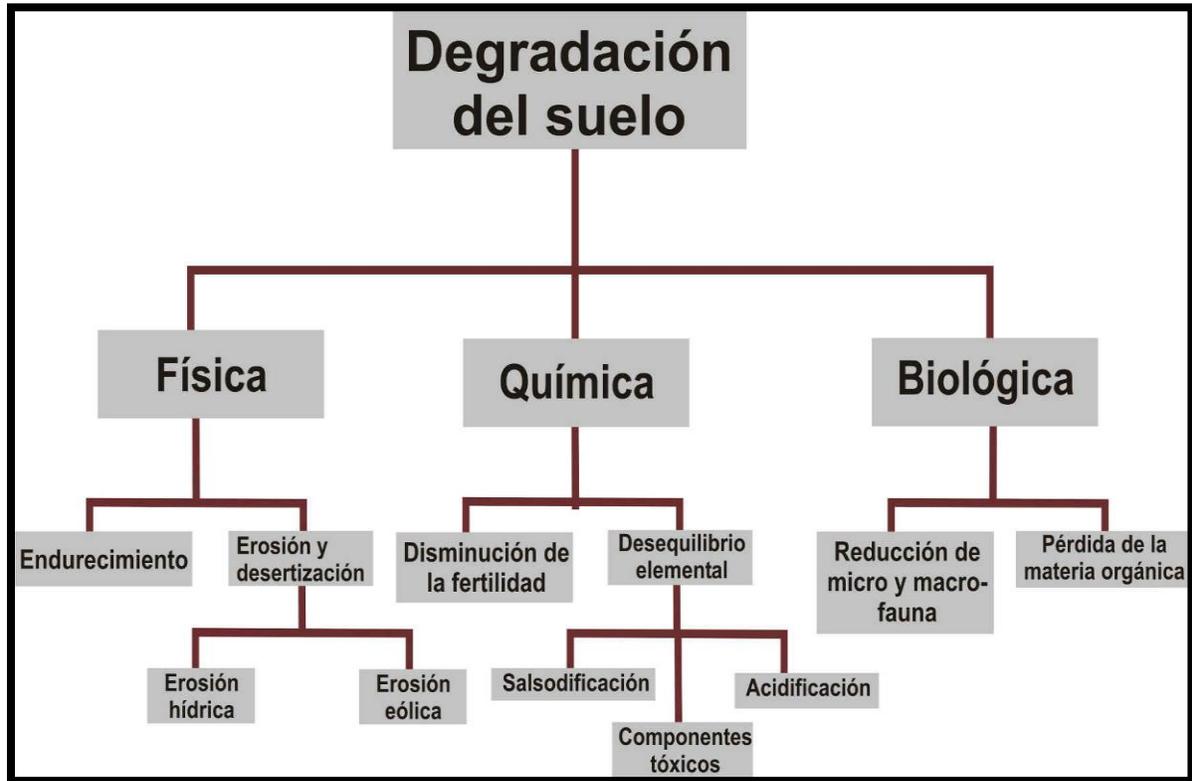


Figura 20: Los factores de la Degradación del suelo.

6.6. UBICACIÓN Y SUELO DE LA HUERTA ESCOLAR

6.6.1 ASPECTOS GEOGRÁFICOS Y DE LOCALIZACIÓN

ASPECTOS FISICOS

6.6.1.1 CLIMA

Esta localidad ocupa terrenos comprendidos entre una altitud cercana a los 2.600 msnm en la parte baja y los 3.200 msnm en la parte más alta, con una temperatura promedio anual de 13.5 grados C en la zona baja y 10.5 grados C en la zona alta. Presenta dos períodos de lluvias: de marzo a mediados de Junio y de Septiembre a mediados de diciembre. Los períodos secos son también dos: de junio a agosto y de finales de diciembre a finales de febrero.

6.6.1.2 LOCALIZACION

Geográficamente, la zona está localizada en la Cordillera Oriental de los Andes Colombianos, sobre un altiplano a 2.600 m. sobre el nivel del mar, circundado por estribaciones montañosas que superan los 3.500 metros sobre el nivel del mar. La Localidad 4 corresponde al Sur Oriente de la Ciudad de Bogotá y se extiende no sobre el altiplano, sino sobre las estribaciones montañosas que se levantan progresivamente sobre el eje principal de la Cordillera.

Remontando los cerros orientales de Santafé de Bogotá, la Localidad va rompiendo espacios de reserva mediante un proceso desordenado e ilegal de urbanización.

La Localidad es una de las diecinueve alcaldías menores en que está dividida la ciudad de Santafé de Bogotá. Es la alcaldía menor de San Cristóbal y para muchos es conocida como el suroriente de la Capital.

El margen occidental, está delimitado por la Carrera Décima hasta alcanzar la divisoria de aguas sobre el Cerro Guacamayas al Sur.

Hacia el norte, alcanza hasta la calle 1ª y su confluencia con la quebrada del Chorrerón.

Por el oriente, comprende las estribaciones montañosas que conforman la cuenca del río San Cristóbal, las cuales culminan en la divisoria de aguas de los Páramos de Cruz Verde, Zuque y Diego Largo.

Hacia el sur alcanza hasta la línea que une el Cerro Guacamayas con el Páramo de Cruz Verde.

Según la Misión Bogotá Siglo XXI esta zona tiene una superficie de 1.659.51 hectáreas, extensión que equivale al 5.1% del área total de las 19 localidades más urbanizadas del Distrito. Secretaria de Hábitat, 2011.

6.6.1.3 GEOMORFOLOGIA Y SUELOS

Geológicamente, la localidad de San Cristóbal comprende una porción menor de sedimentos lacustres del Altiplano Andino, y una porción mayor de areniscas y arcillas deslizadas sobre el altiplano, las cuales se encuentran en diferentes grados de compactación y de equilibrio, yendo desde estructuras sólidas, hasta materiales en proceso de ajuste y remociones. Esta dinámica hace parte de los procesos Orogénicos que permitieron el levantamiento de los Andes y que aún continúan en el presente.

6.6.1.4 HIDROLOGIA

La zona está irrigada por un gran número de quebradas como San Blas y Ramajal, que vierten sus aguas al río San Cristóbal, y Chiguaza Alta, Verejones, San Dionisio Sur, Morales, Moralva, El Curi, Puente Colorado y San Miguel que desembocan en el río Tunjuelito. También se encuentran obras de infraestructura como el Canal del Fucha y los colectores de San Blas y Alpes.

El sistema actual de suministro y distribución de agua potable tiene como parte de sus fuentes al río San Cristóbal que conjuntamente con el río Tunjuelito aportan 1.53/seg. Sus aguas son tratadas en la planta de Vitelma. El río San Cristóbal tiene sus aguas canalizadas directamente a la planta de Vitelma y representa una producción media de 0.3m³/seg, (EAAB, 1986).

6.6.1.5 PROBLEMAS DE CONSERVACION DE SUELOS

La voracidad de los urbanistas de todo tipo, la falta de educación de la población, el abandono de los diversos estamentos gubernamentales, hacen que estas tierras se conviertan en "tierras de nadie", donde la urgencia de crear normas y hacerlas cumplir se presentan como necesidad imperiosa para detener la ampliación del perímetro urbano y la inclemente explotación extractiva que genera una gran inestabilidad de los suelos y por lo tanto riesgos para los pobladores de los asentamientos urbanos tanto legales como ilegales.

6.6.1.6 EROSION E INESTABILIDAD DE TIERRAS

La inestabilidad de las tierras hace que los procesos de erosión de la Localidad estén presentes en todos sus sectores. En la parte baja - alrededores del Parque Distrital y de la Alcaldía de San Cristóbal - la malla verde y los corredores han desaparecido. La pendiente que inicia la subida al sector medio de la Localidad hace viva la radiografía del proceso de remoción y degradación de los terrenos. Al igual que en los alrededores del Centro la Victoria, y en los taludes de la carretera al llano.

6.7. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

La producción continua de residuos orgánicos en la Institución Educativa Distrital Juan Rey y alrededores , generando acumulación de los mismos por falta de un tratamiento adecuado en la huerta escolar, también la no articulación de la huerta escolar en el currículo del colegio como un espacio integrador de aprendizajes en los estudiantes, es una oportunidad para generar una estrategia de enseñanza y aprendizaje de las ciencias en particular la química a través del estudio del suelo y su fertilidad, por medio del modelo de enseñanza para comprensión, que esto impacto en sus vidas, en su proceso formativo y la comunidad educativa donde trascienda a las familias de los estudiantes en el manejo adecuado de la huerta escolar por medio del estudio de algunas propiedades físicas y químicas presentes en suelo que son muy importantes en el desarrollo de las plantas, animales y para el buen desarrollo de los cultivos de verduras y leguminosas, relacionando el conocimiento científico a un conocimiento escolar en el estudio de la química.

6.7.1 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Desarrollar y evaluar una propuesta didáctica aplicado a nivel de educación media, que involucre contextos reales de su entorno y se fundamente en el modelo de la enseñanza para la comprensión ayudadas en el estudio del suelo y su fertilidad en un ambiente de aprendizaje como la huerta escolar del colegio distrital Juan Rey, para promover el aprendizaje de los estudiantes.

De allí se formula la siguiente pregunta de Investigación:

- ✓ **¿Es posible lograr en los estudiantes del grado Undécimo del Colegio Distrital Juan Rey, el aprendizaje en el estudio del suelo y su fertilidad de algunas propiedades físicas y químicas como textura, permeabilidad, porosidad, color, materia orgánica, pH y Intercambio catiónico por medio del Modelo de la Enseñanza para la Comprensión ?**

6.8. OBJETIVOS

6.8.1 OBJETIVO GENERAL

Implementar un modelo de enseñanza para la comprensión en estudiantes del grado Undécimo del colegio distrital Juan Rey, para la comprensión de los tópicos generativos asociado al estudio del suelo y su fertilidad en la huerta escolar

6.8.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

Indagar sobre los conceptos previos que presentan los estudiantes con los tópicos generativos asociado al estudio del suelo y su fertilidad.

Caracterizar algunas de las propiedades físicas y químicas presente en el suelo de la huerta escolar del Colegio Distrital Juan Rey como textura, permeabilidad, porosidad, color, materia orgánica, intercambio catiónico y pH como parámetros de fertilidad.

Diseñar y Evaluar la estrategia didáctica implementada en los estudiantes del grado Undécimo del Colegio Distrital Juan Rey.

6.9. DISEÑO METODOLÓGICO

La Investigación se sustenta de la concepción Epistemológica Empírico - Analítico que plantea que, en el siglo XVIII En el Nuvum Organun, Francis Bacon procura encontrar las vías más seguras de acceso a la realidad y señala la importancia de la estadística para el progreso de las ciencias y la necesidad de la verificación empírica y rechaza todo aquello que no esté basado en la experiencia.

Sus planteamientos fueron muy influyentes en todas las nuevas formas de abordar la realidad: afirmaba que la observación y la experimentación eran las principales fuentes del conocimiento. Todo aquello que no puede ser objeto de experimentación afirmaba, será considerado como prejuicio sin validez científica.

Se plantea la presente Investigación una metodología Cuantitativa-cualitativa de tipo Cuasi-experimental, ya que sigue la lógica y los procedimientos de un experimento, aunque presenta ciertas diferencias, además la propuesta que se va a trabajar establece relaciones de causa-efecto de los factores que pueden afectar el experimento, pero no en condiciones de control y precisión rigurosos, ya que todas las variables involucradas no se pueden manipular ni controlar de igual forma.

6.9.1 FORMULACION DE LA HIPOTESIS

¿Es posible lograr en los estudiantes del grado Undécimo del Colegio Distrital Juan Rey, el aprendizaje en el estudio del suelo y su fertilidad de algunas propiedades físicas y químicas como textura, permeabilidad, porosidad, color, materia orgánica, pH y Intercambio catiónico por medio del Modelo de la Enseñanza para la Compresión ?

6.9.2 PROBLACIÓN Y MUESTRA

Veinte estudiantes de grado Undécimo, de la Institución educativa distrital Juan Rey de la localidad de San Cristóbal de la Ciudad de Bogotá.

6.9.3 VARIABLES

6.9.3.1 VARIABLE INDEPENDIENTE

La propuesta didáctica de la Enseñanza para la compresión para abordar los tópicos generativos asociados al suelo y su fertilidad en una huerta escolar.

6.9.3.2 VARIABLE DEPENDIENTE

Evaluación de la propuesta didáctica mediante la aplicación de pre-test y pos-test a los estudiantes.

7. FASES DE LA METODOLOGÍA

De acuerdo con los objetivos de la Investigación se plantearan cuatro fases con las siguientes características:

FASES	INSTRUMENTOS
PRIMERA FASE: DIAGNÓSTICO	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Caracterización del suelo de la huerta escolar en el Instituto Colombiano Agropecuario ICA. ➤ Aplicación del pre-test a los estudiantes sobre los tópicos generativos relacionados al estudio del suelo y su fertilidad con énfasis en algunas propiedades físicas y químicas de los suelos como textura, permeabilidad, porosidad, materia orgánica, color, intercambio catiónico y pH .
SEGUNDA FASE: DISEÑO Y IMPLEMENTACION DE LA PROPUESTA	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Organización de los tópicos generativos, hilos conductores, desempeños de comprensión y valoración continua asociados al estudio del suelo y su fertilidad, por medio de una cartilla didáctica ilustrada con lecturas y análisis de artículos científicos, proyección de videos, experimentación, análisis sobre informe científicos de estudio del suelo de la huerta por medio de corpoica y animaciones de flash, todo esto relacionado con algunas propiedades físicas y químicas del suelo como textura, permeabilidad, porosidad, color, materia orgánica, intercambio catiónico y pH. Todo esto fundamentado por medio del modelo EpC.
TERCERA FASE: EVALUACION DE LA PROPUESTA	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Desarrollo de Mapas mentales y V de Gowin, relacionados con el tópico generativo asociados al estudio del suelo y su fertilidad. ➤ Aplicación del pos-test a los estudiantes sobre los tópicos generativos relacionados al estudio del suelo y su fertilidad con énfasis en algunas propiedades físicas y químicas de los suelos como textura,

	permeabilidad, porosidad, color, materia orgánica, intercambio catiónico y pH .
CUARTA FASE: ANALISIS DE LA INFORMACION	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Tabulación de la Información ➤ Elaboración de grafica ➤ Análisis de resultados y conclusiones.

7.1 ANALISIS DE RESULTADOS

7.1.1 PRIMERA FASE: DIAGNÓSTICO

Dentro de la primera fase de la investigación, se aplicó un Instrumento (Anexo 1, que está basado en un cuestionario de tipo LiKert), para la identificación de los conocimientos previos de los estudiantes del colegio distrital Juan Rey ante el estudio de algunas propiedades físicas y químicas del suelo como textura, permeabilidad, porosidad, materia orgánica, color, intercambio catiónico y pH como parámetros de la fertilidad, aun total de 20 estudiantes en un rango de edad comprendido entre 15 a 19 años.

El cuestionario de entrada constaba de 19 preguntas, de las cuales la intención es de evaluar los conocimientos previos sobre algunas propiedades físicas y químicas del suelo como parámetros de fertilidad y situaciones relacionadas con el suelo y su fertilidad.

Los estudiantes debían leer cuidadosamente las preguntas y responder (marcando con una X) de acuerdo su conocimiento u opinión personal, en donde se presentaron los siguientes tipos de respuesta:

1. Significa que está totalmente de acuerdo.
2. Significa que esta medianamente de acuerdo.
3. Significa que no está de acuerdo.
4. Significa que está totalmente en desacuerdo.
5. Significa que no sabe o no responde.

Los resultados obtenidos en el cuestionario de entrada se muestran pregunta por pregunta con gráficos y tablas estadísticas con análisis correspondiente. También las preguntas tienen una agrupación por conceptos o situaciones a evaluar según la intención del instrumento y busca la habilidad de pensar y actuar con flexibilidad a partir de lo que uno sabe para explicar, vincular y aplicar. Perkins (1995). Por otro lado se relaciona la siguiente tabla 6 de los resultados del test de los conocimientos previos de los estudiantes.

PREGUNTA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
ESTUDIANTE																			
1	3	1	5	3	5	2	4	3	5	5	3	2	3	5	5	5	3	4	3
2	5	2	3	2	5	1	2	5	3	3	5	1	2	3	3	3	5	3	2
3	4	5	2	1	3	2	3	2	3	2	1	2	4	2	3	2	4	2	4
4	1	2	4	2	1	3	5	3	2	5	3	2	1	3	1	3	1	4	3
5	3	1	5	1	2	2	3	5	1	3	2	5	5	3	2	3	2	5	3
6	2	1	5	2	3	2	5	5	3	5	3	2	5	1	3	3	3	5	4
7	3	1	4	2	5	1	5	3	5	5	3	1	3	5	5	3	5	3	1
8	3	2	1	5	3	1	5	5	3	3	5	2	5	4	3	5	3	5	3
9	3	1	5	1	4	1	5	3	3	5	1	1	5	5	5	3	4	3	1
10	3	2	4	1	3	1	5	3	3	5	3	1	4	3	5	1	5	3	3
11	3	1	1	2	5	2	4	5	5	3	5	2	3	3	5	5	5	5	3
12	1	2	3	5	3	5	5	5	3	5	5	5	3	5	3	5	3	5	5
13	5	2	5	2	5	1	5	3	5	4	3	1	3	5	5	5	3	3	2
14	3	1	3	1	3	2	3	3	5	3	1	3	3	5	5	3	3	2	4
15	3	2	5	2	5	1	5	5	5	5	3	5	5	3	5	3	5	5	1
16	3	2	5	2	3	2	5	3	3	5	5	1	5	4	5	5	5	3	1

17	3	2	3	1	5	5	3	3	5	3	5	2	3	5	3	5	3	3	3
18	3	1	3	3	5	2	5	5	5	3	3	1	3	5	3	5	5	5	1
19	5	2	3	2	3	1	4	3	5	3	1	2	3	4	3	4	4	4	4
20	3	1	3	1	5	1	3	3	3	5	3	1	3	5	3	3	3	3	1

Tabla 6: Resultados del cuestionario de conocimientos previos.

CONCEPTOS O SITUACIONES A EVALUAR	PREGUNTAS
El suelo: que es, sus características, la ciencia que lo estudia, su formación y sus usos.	1, 2, 7, 8,13 y 19.
Materia Orgánica, Inorgánica y color	3 y 9
pH y Intercambio Catiónico	4, 6, 12, 14 y 15.
Textura, permeabilidad y Porosidad.	5 y 10
Fertilidad y Erosión	11, 16, 17 y 18.

Tabla 7: Organización de la preguntas del cuestionario Inicial.

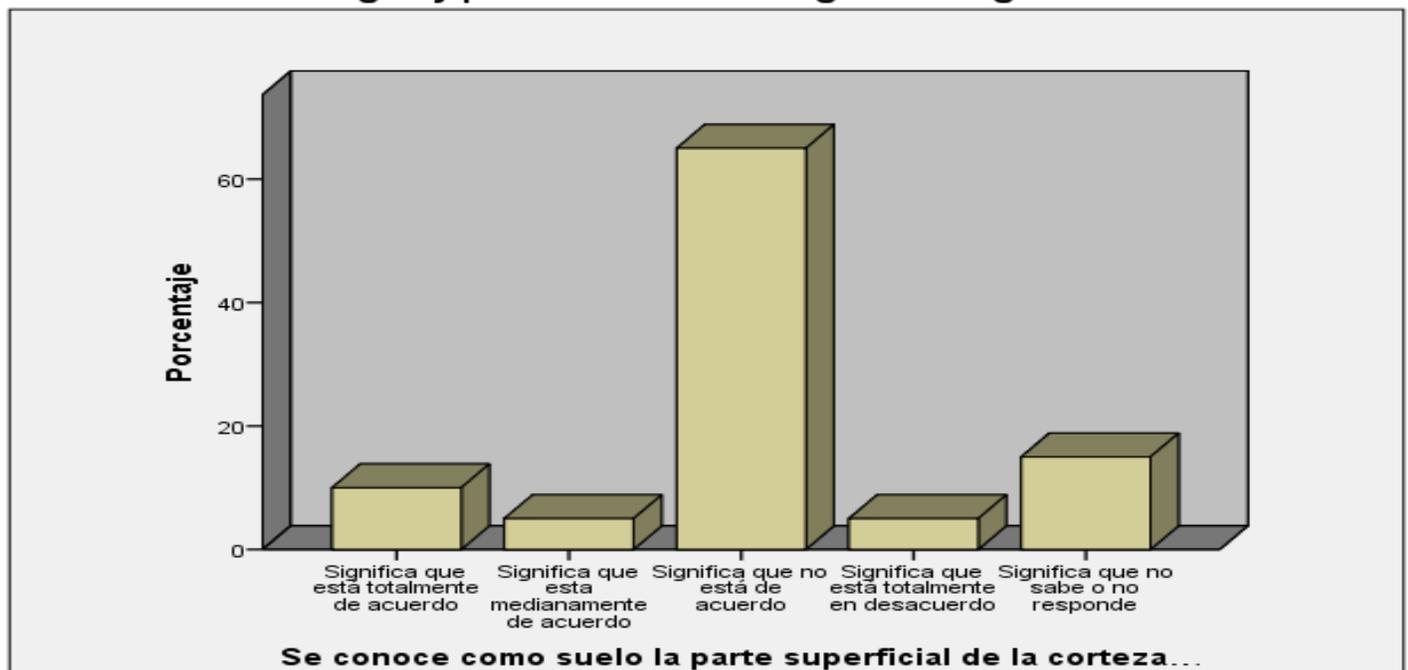
Se analizara los resultados del cuestionario según la organización presentada en la Tabla 7.

EL SUELO: QUE ES, SUS CARACTERÍSTICAS, LA CIENCIA QUE LO ESTUDIA, SU FORMACIÓN Y SUS USOS.

GRAFICAS Y ANALISIS:

PREGUNTA 1:

Se conoce como suelo la parte superficial de la corteza terrestre, conformada por minerales y partículas orgánicas producidas por la acción combinada del viento el agua y procesos de desintegración orgánica.

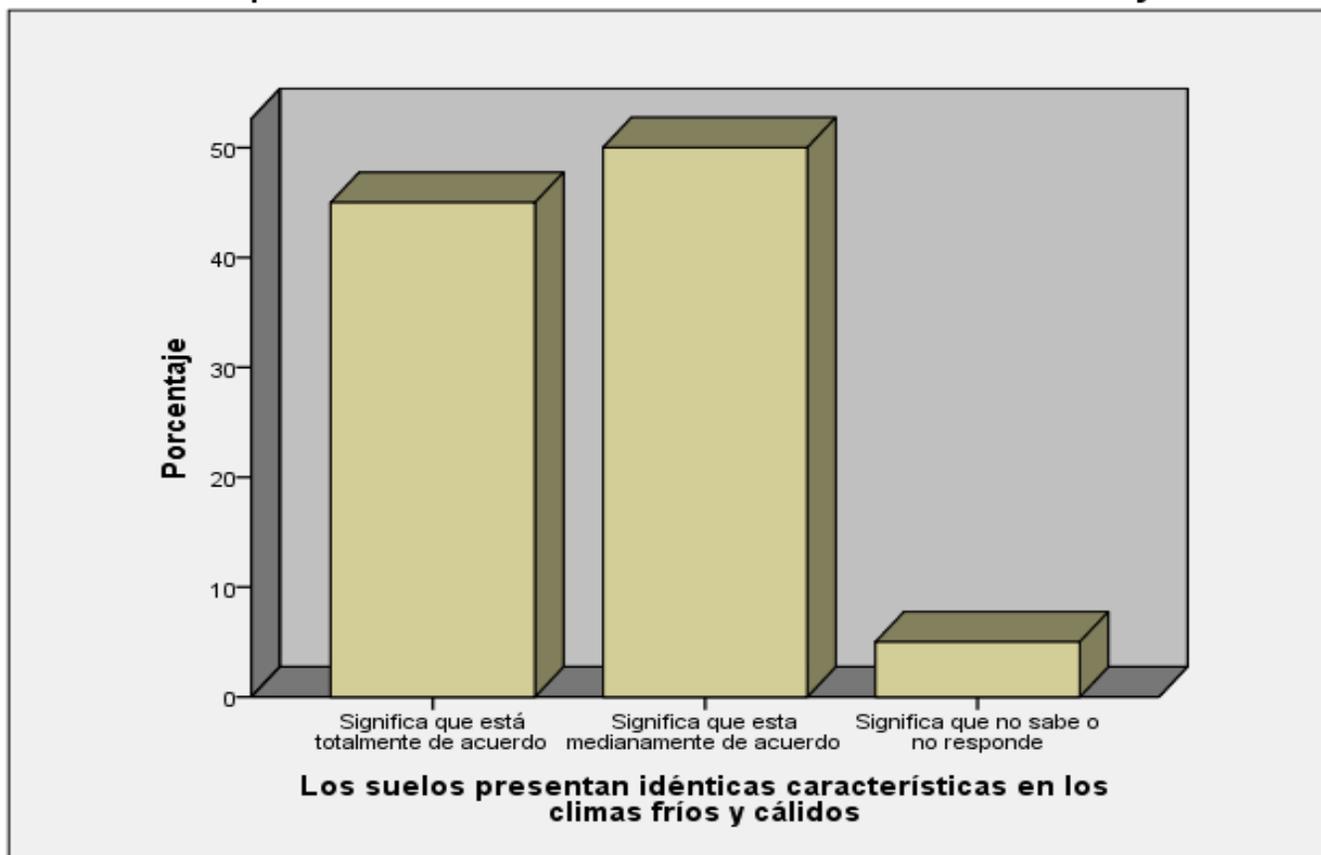


Grafica 6: Preguntas 1 cuestionario Inicial

En el análisis de la **pregunta 1** se observa que el 65% de los estudiantes indica que no está de acuerdo, el 15% que no sabe o no responde, el 10% dice que está totalmente de acuerdo y el restante se dividen entre el 5% que esta medianamente de acuerdo y que está totalmente en desacuerdo, lo que se evidencia que el 65% de estudiantes no comprende cómo está constituido el suelo, su definición, como se forma el suelo y únicamente el 10% si está totalmente de acuerdo con esta definición.

PREGUNTA 2:

Los suelos presentan idénticas características en los climas fríos y cálidos

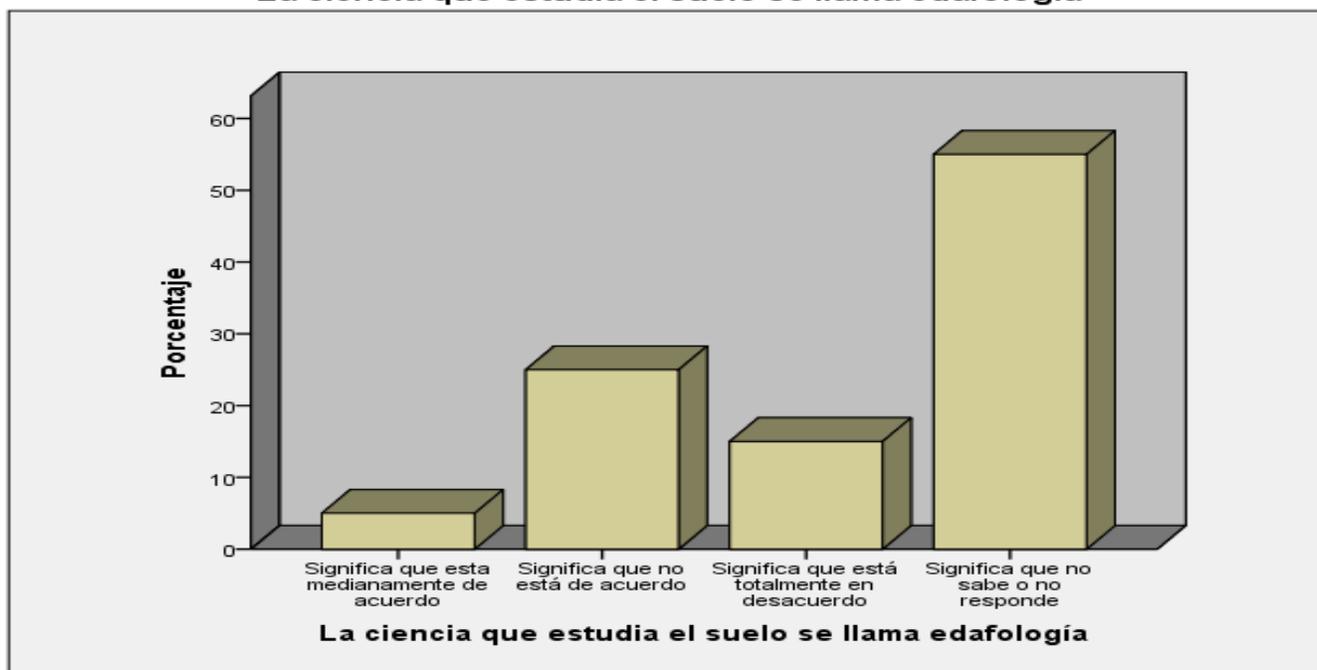


Grafica 7: Pregunta 2 Cuestionario Inicial

En el análisis de la **pregunta 2** se observa que el 45% y 50% de estudiantes no ve las diferencias entre un suelo del clima frío o cálido, desconociendo sus características de formación y solo el 5% no sabe o no responde a la pregunta lo cual se evidencia que no comparan ni aplican para usar un concepto dado para una nueva situación. Perkins (1995).

PREGUNTA 7:

La ciencia que estudia el suelo se llama edafología

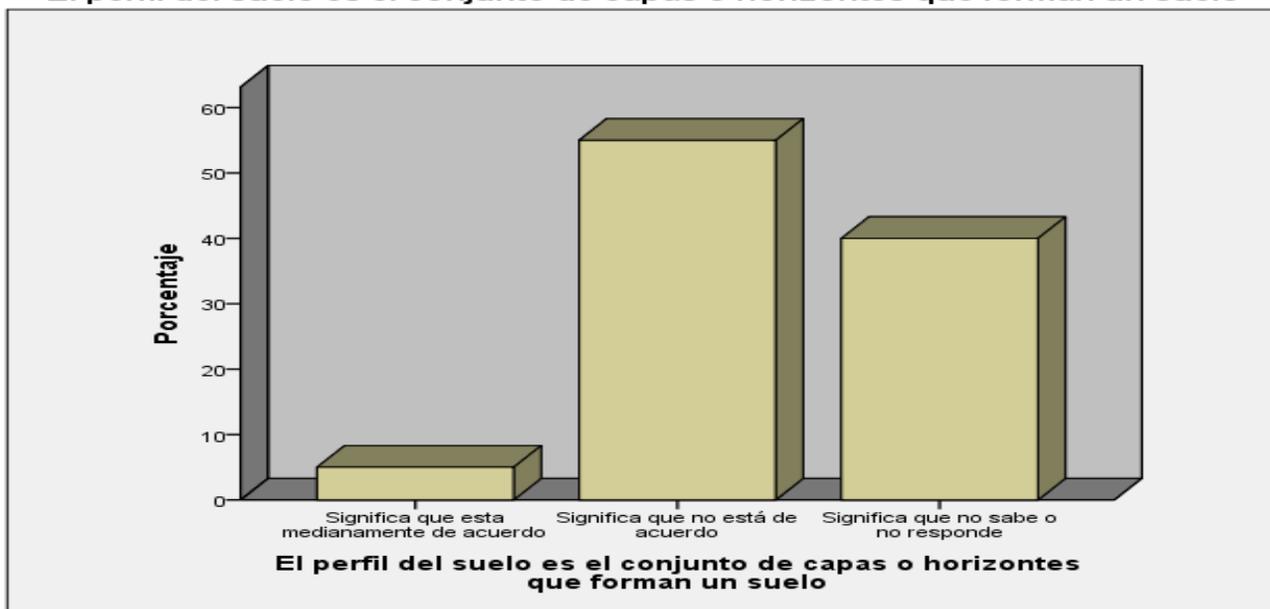


Grafica 8: Pregunta 7 Cuestionario Inicial

En la **pregunta 7** el 55% no sabe cómo se llama la ciencia que estudia el suelo, el 40% no está de acuerdo con esta pregunta y el 5% está medianamente de acuerdo con esta pregunta, lo que significa que la palabra Edafología es nueva para ellos y desconocen su estudio.

PREGUNTA 8:

El perfil del suelo es el conjunto de capas o horizontes que forman un suelo

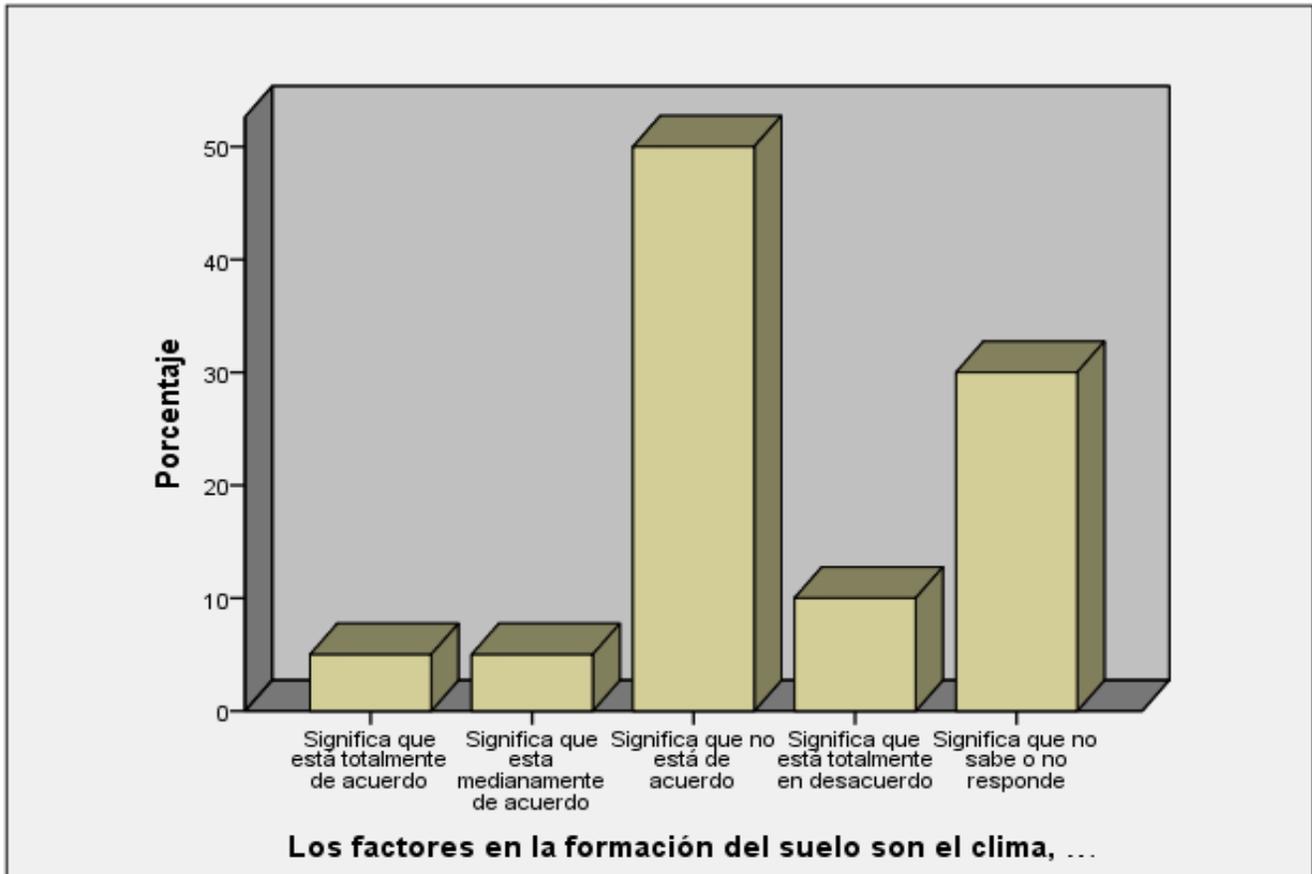


Grafica 9: Pregunta 8 Cuestionario Inicial

En la **pregunta 8** establece las capas o horizontes del suelo lo cual 55% de los estudiantes no están de acuerdo y el 40% no saben o no responde, se evidencia un desconocimiento a las capas o horizontes que está constituido un suelo en su formación.

PREGUNTA 13:

Los factores en la formación del suelo son el clima, tiempo, relieve, la roca y los organismos.

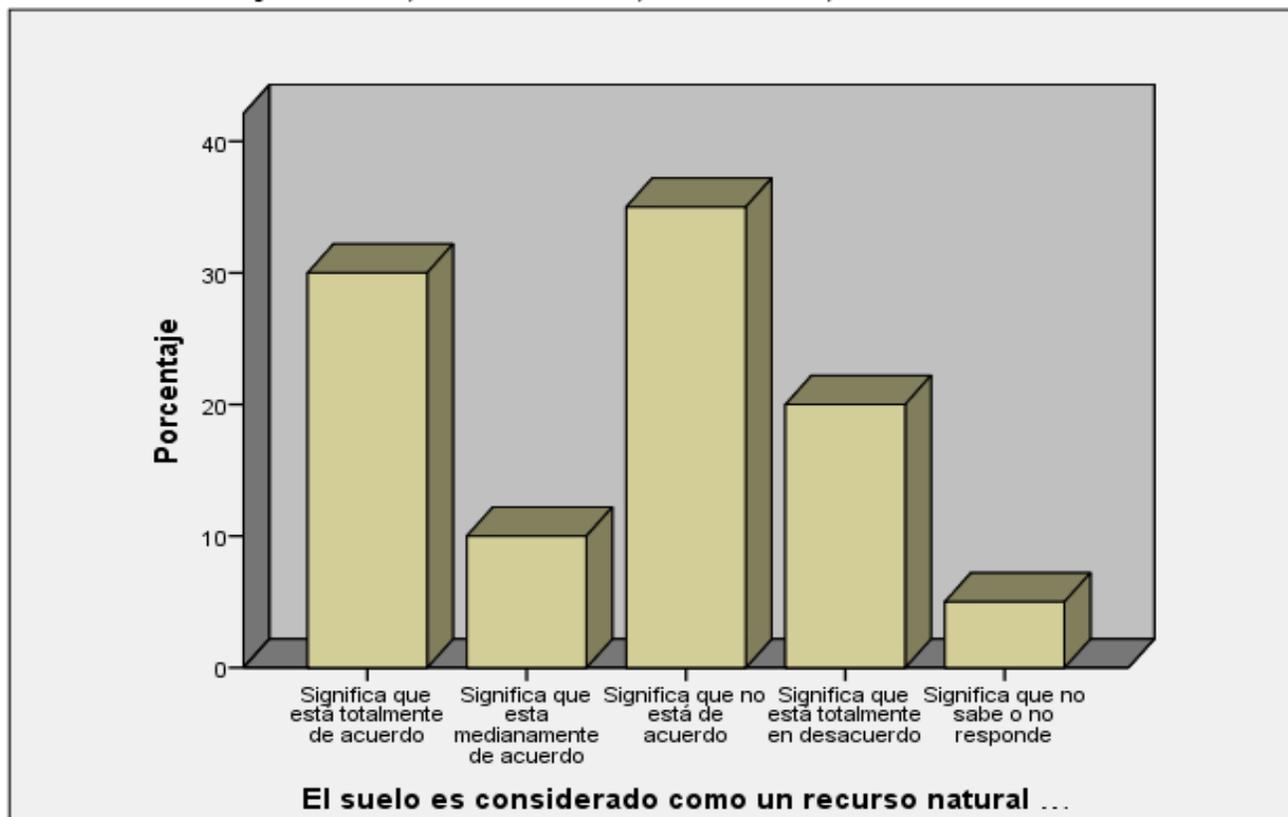


Grafica 10: Pregunta 13 Cuestionario Inicial

En la **pregunta 13** que indica los factores en la formación del suelo se observa que 50% y 30 de los estudiantes no saben cuáles son los factores que influyen en la formación del suelo y únicamente un 10% conoce los factores en la formación del suelo.

PREGUNTA 19:

El suelo es considerado como un recurso natural renovable, del cual dependen grandemente las actividades humanas, como la minería, agricultura, ganadería, jardinería, construcción, urbanismo, obras civiles.



Gráfica 11: Pregunta 19 Cuestionario Inicial

En la **pregunta 19** se analiza que el 40% de los estudiantes conoce algunos usos del suelo como un recurso natural renovable, en comparación de 60% desconoce algunos usos del suelo como un recurso natural renovable.

Según las gráficas mostradas en el primer análisis de las preguntas 1, 2, 7, 8, 13 y 19 se evidencia que aproximadamente el 65% de los estudiantes desconocen que es suelo, sus características, sus capas o horizontes, la ciencia que lo estudia, su formación y sus usos, lo cual indica que los estudiantes no ejemplifican, contextualizan, aplican, comparan y generalizan para la comprensión de los conceptos.. Perkins, (1995).

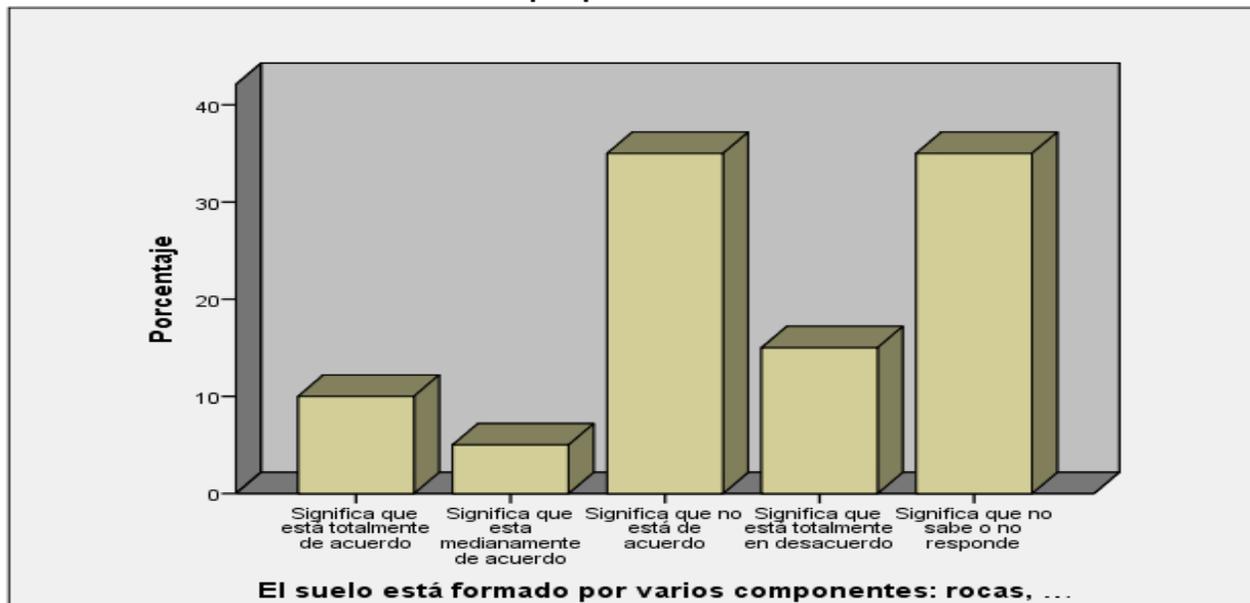
MATERIA ORGÁNICA, INORGANICA Y COLOR

Las preguntas que se refieren a la materia orgánica, Inorgánica y el color del suelo son la 3 y 9:

ANALISIS DE GRAFICAS

PREGUNTA 3:

El suelo está formado por varios componentes: rocas, arena, arcilla, humus o materia orgánica en descomposición, minerales y otros elementos en diferentes proporciones

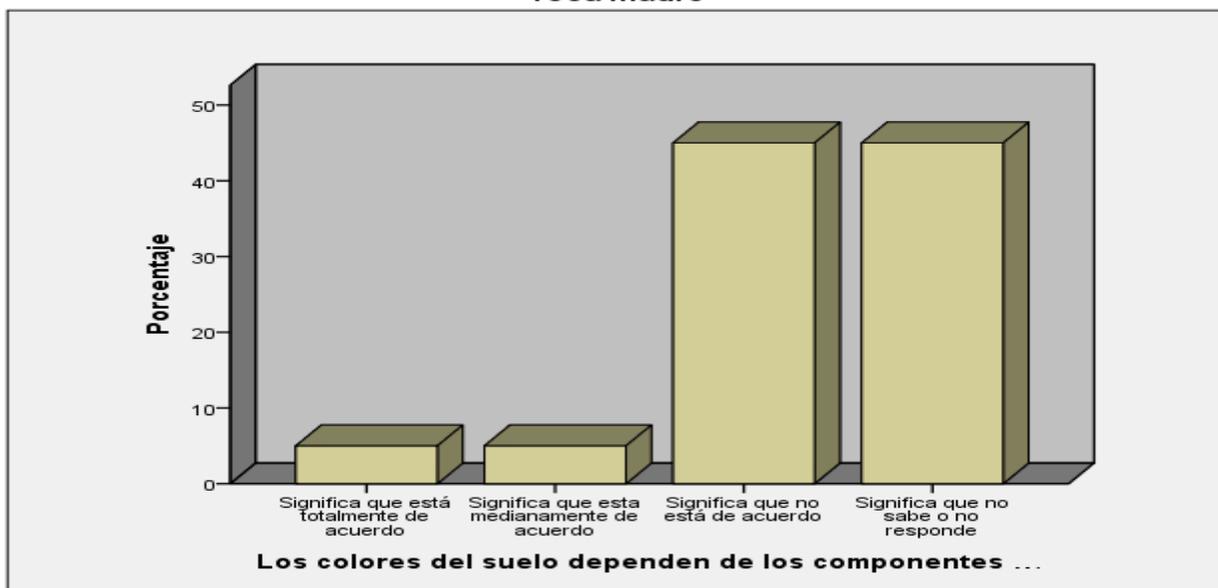


Grafica 12: Pregunta 3 Cuestionario Inicial

En el análisis de la **pregunta 3** se observa que el 85% de los estudiantes no saben cuáles son los componentes del suelo tanto orgánica como inorgánica presentes, solamente un 15% de los estudiantes reconocen que el suelo está constituido de materia Orgánica y Inorgánica.

PREGUNTA 9:

Los colores del suelo dependen de los componentes químicos y naturaleza de la roca madre



Grafica 13: Pregunta 9 Cuestionario Inicial

La **pregunta 9** se observa que el 90% de los estudiantes no reconoce los diferentes colores del suelo dependiendo de los componentes químicos y la naturaleza de la roca madre, solamente un 10% está medianamente de acuerdo que los colores del suelo dependen de los componentes químicos y la naturaleza de la roca madre.

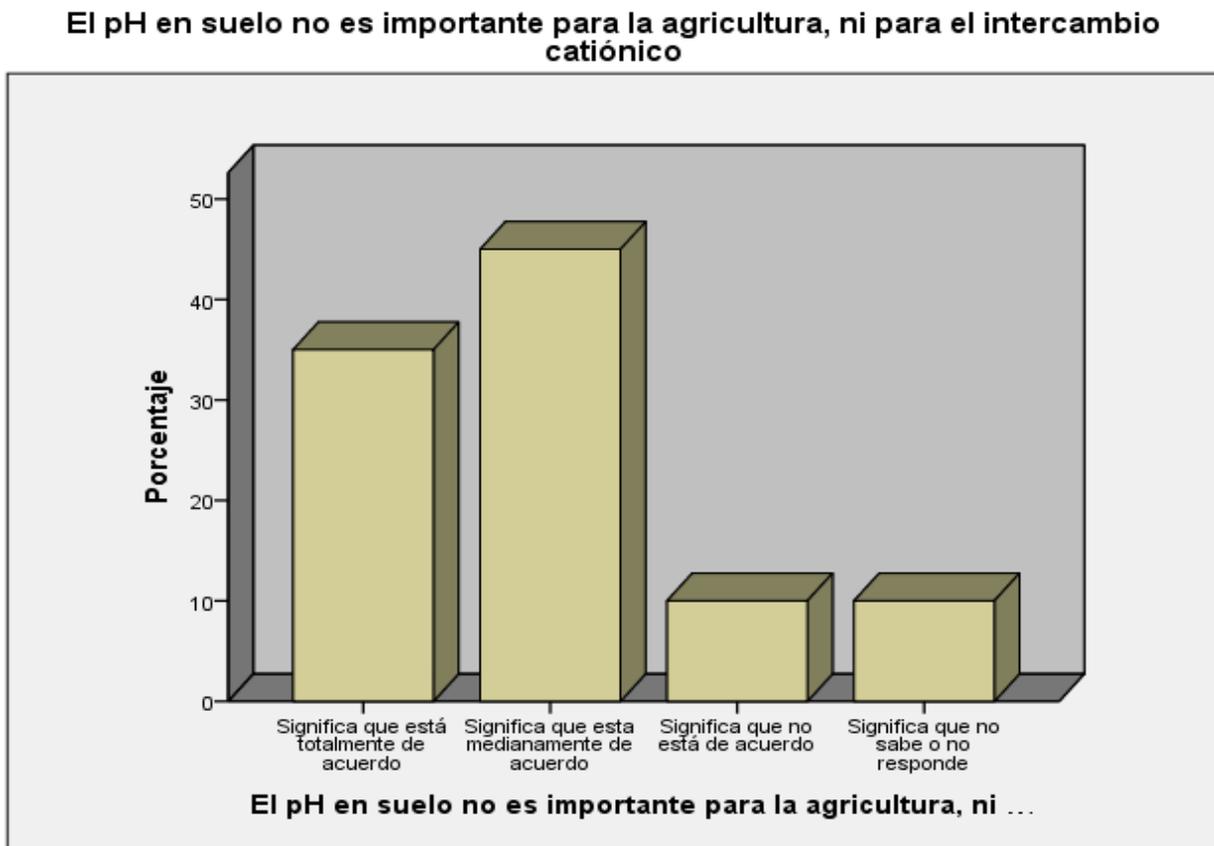
Según las gráficas presentadas de las preguntas 3 y 9 se puede indicar que aproximadamente el 90% de los estudiantes desconocen la composición del suelo tanto Orgánica como Inorgánica y los diferentes colores característicos de los suelos, según esto se puede indicar que los estudiantes presentan un nivel bajo en la resolución de problemas y epistémico ya que no interpretan, no relacionan y no aplican los conceptos que se estudian. Perkins, (1995).

INTERCAMBIO CATIONICO y pH

Las preguntas que se relaciona con el pH y el Intercambio Catiónico son 4, 6, 12, 14 y 15.

ANALISIS DE GRAFICAS:

PREGUNTA 4

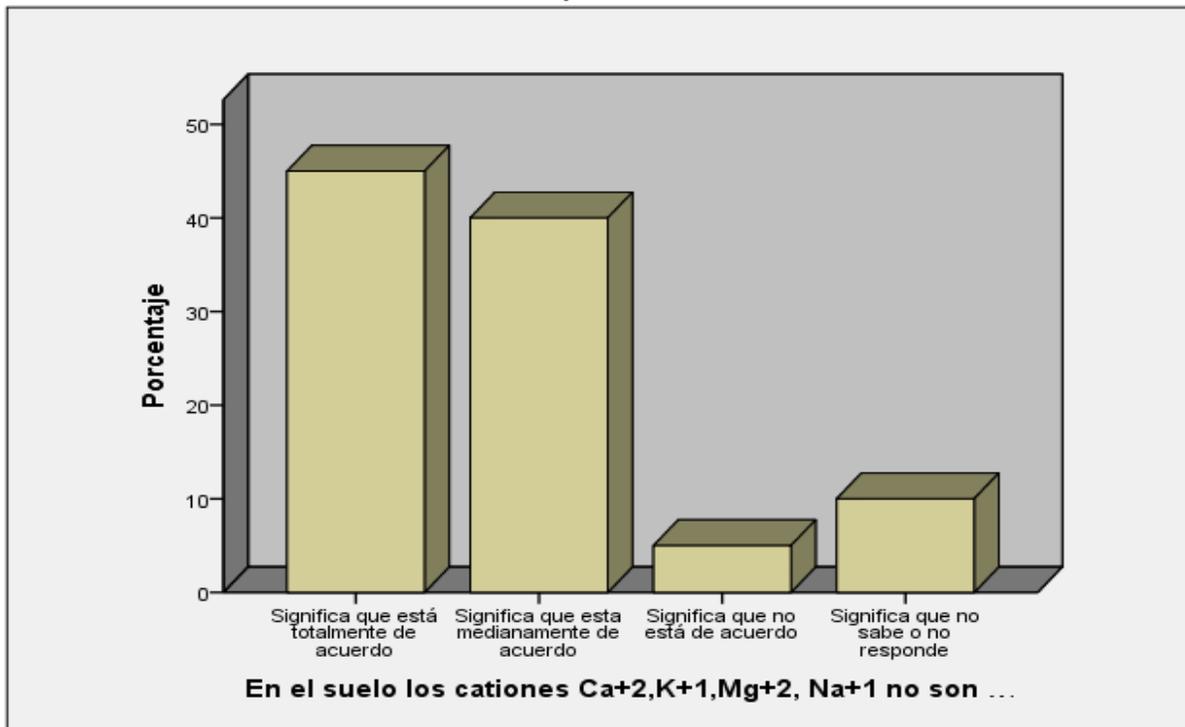


Grafica 14: Pregunta 4 Cuestionario Inicial

En la **pregunta 4** el 80% de los estudiantes considera que el pH no es importante para la agricultura ni el intercambio catiónico que ocurre en el suelo, desconociendo que el pH y intercambio catiónico como propiedades químicas favorable para el suelo y su fertilidad.

PREGUNTA 6:

En el suelo los cationes Ca^{+2} , K^{+1} , Mg^{+2} , Na^{+1} no son de gran importancia para la plantas

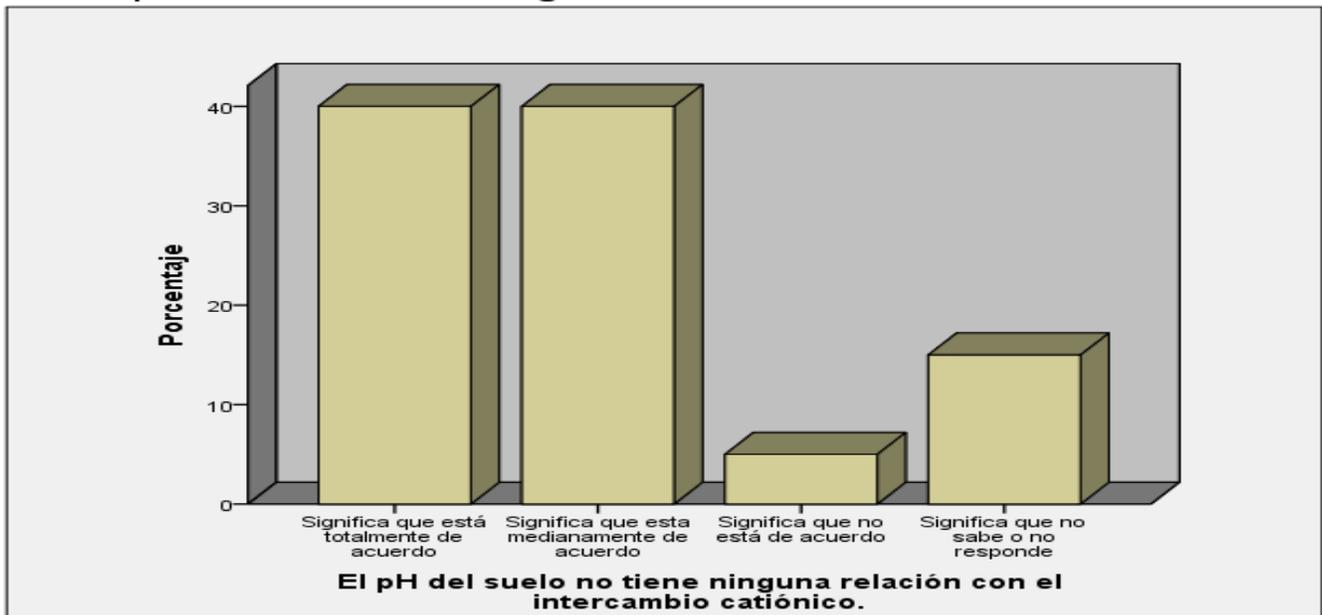


Grafica 15: Pregunta 6 Cuestionario Inicial

En la **pregunta 6** se analiza que el 85% de los estudiantes desconocen la importancia del intercambio catiónico en el suelo para un buen desarrollo de las plantas.

PREGUNTA 12:

El pH del suelo no tiene ninguna relación con el intercambio catiónico.

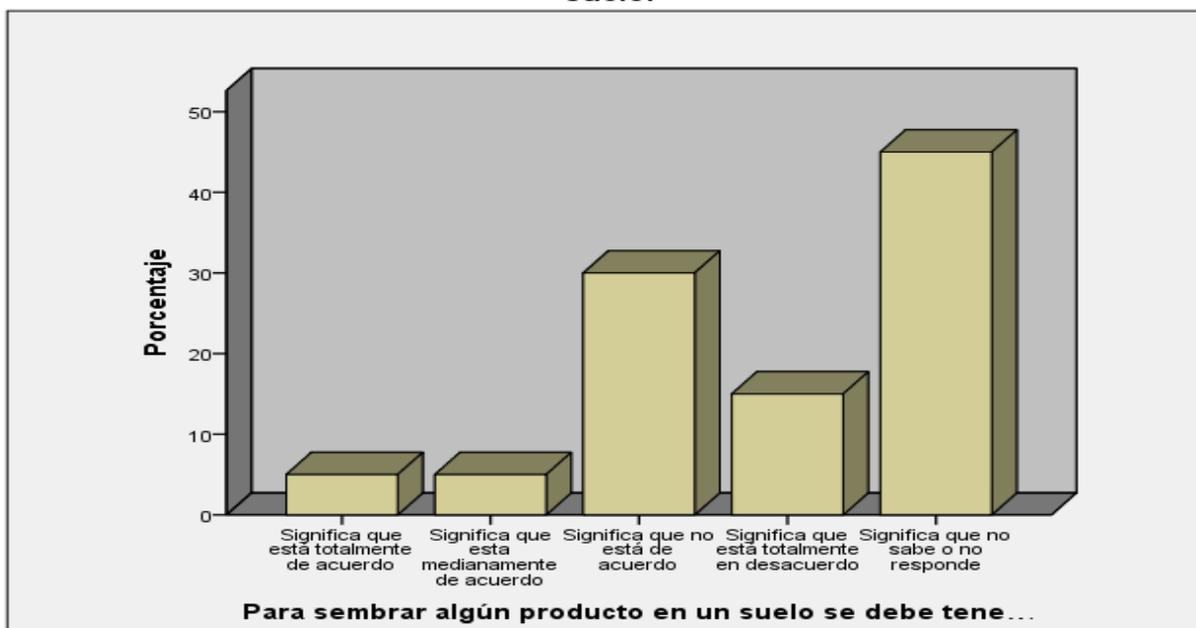


Grafica 16: Pregunta 12 Cuestionario Inicial

Se analiza en la **pregunta 12** que un 80% de los estudiante no relaciona el pH con el intercambio catiónico en el suelo como un factor importante en el intercambio de lones en las fases del suelo.

PREGUNTA 14:

Para sembrar algún producto en un suelo se debe tener en cuenta el pH del suelo.

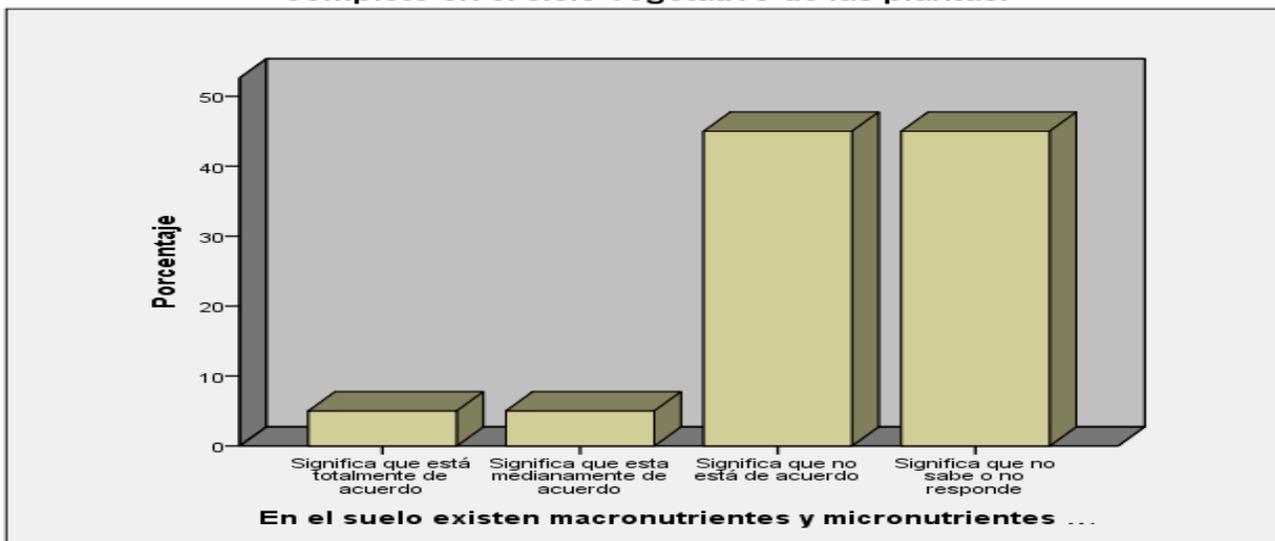


Grafica 17: Pregunta 14 Cuestionario Inicial

En la **pregunta 14** se observa que un 90% de los estudiantes no relaciona el pH con las buenas cosechas o malas cosechas y como un factor importante para saber que sembrar en un suelo.

PREGUNTA 15:

En el suelo existen macronutrientes y micronutrientes que ayudan al desarrollo completo en el ciclo vegetativo de las plantas.



Grafica 18: Pregunta 15 Cuestionario Inicial

En la **pregunta 15** se observa que el 90% de los estudiantes no reconoce que es macronutriente, ni micronutrientes que ayuda al desarrollo de las plantas y también en el intercambio catiónico del suelo para una buena fertilidad.

Según las gráficas presentadas de las preguntas 4, 6, 12, 14, y 15 se puede indicar que aproximadamente el 85% de los estudiantes desconocen la importancia del pH y el Intercambio Catiónico en el suelo con relación la fertilidad, para saber sus ventajas en las buenas cosechas o malas cosechas, desconociendo la relación, la aplicación, contextualización y ejemplificación en los niveles epistémico, de resolución de problemas y de contenido para generar una buena comprensión. Perkins, (1995).

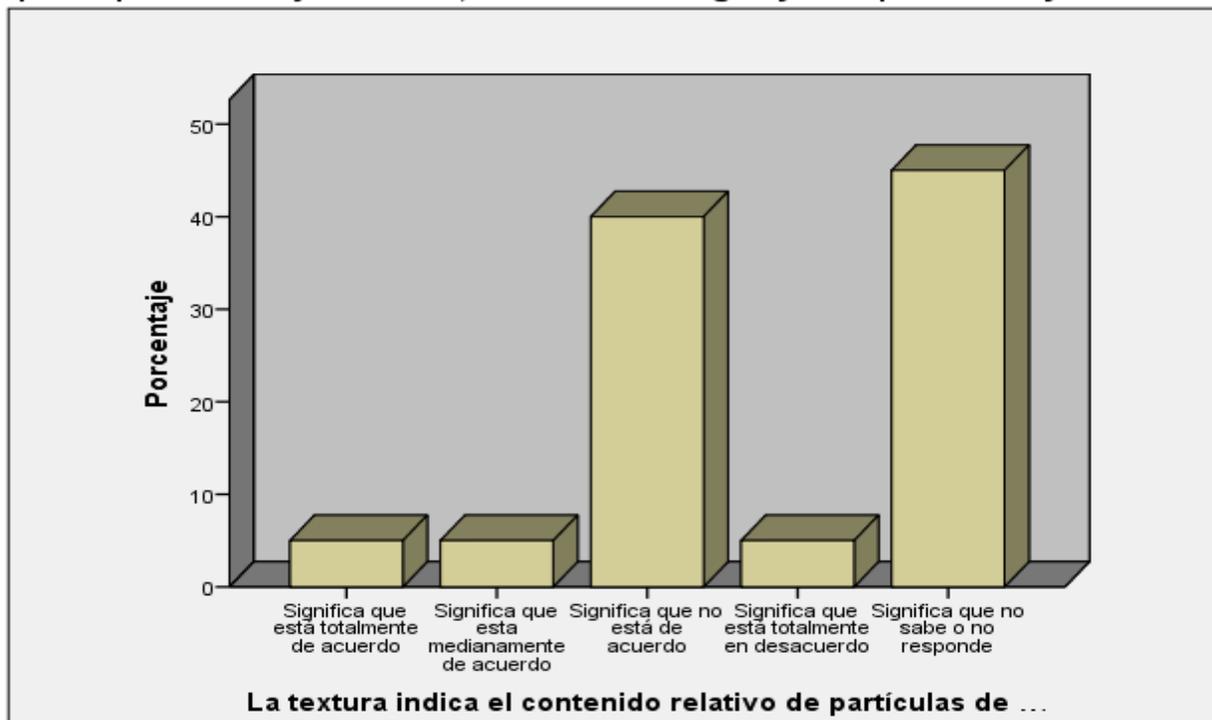
TEXTURA, PERMEABILIDAD Y POROSIDAD.

Las preguntas que relacionan la textura, permeabilidad y porosidad del suelo son la 5 y 10.

ANALISIS DE GRAFICAS:

PREGUNTA 5:

La textura indica el contenido relativo de partículas de diferente tamaño, como la arena, el limo y la arcilla, en el suelo. La textura tiene que ver con la facilidad con que se puede trabajar el suelo, la cantidad de agua y aire que retiene y la velocidad

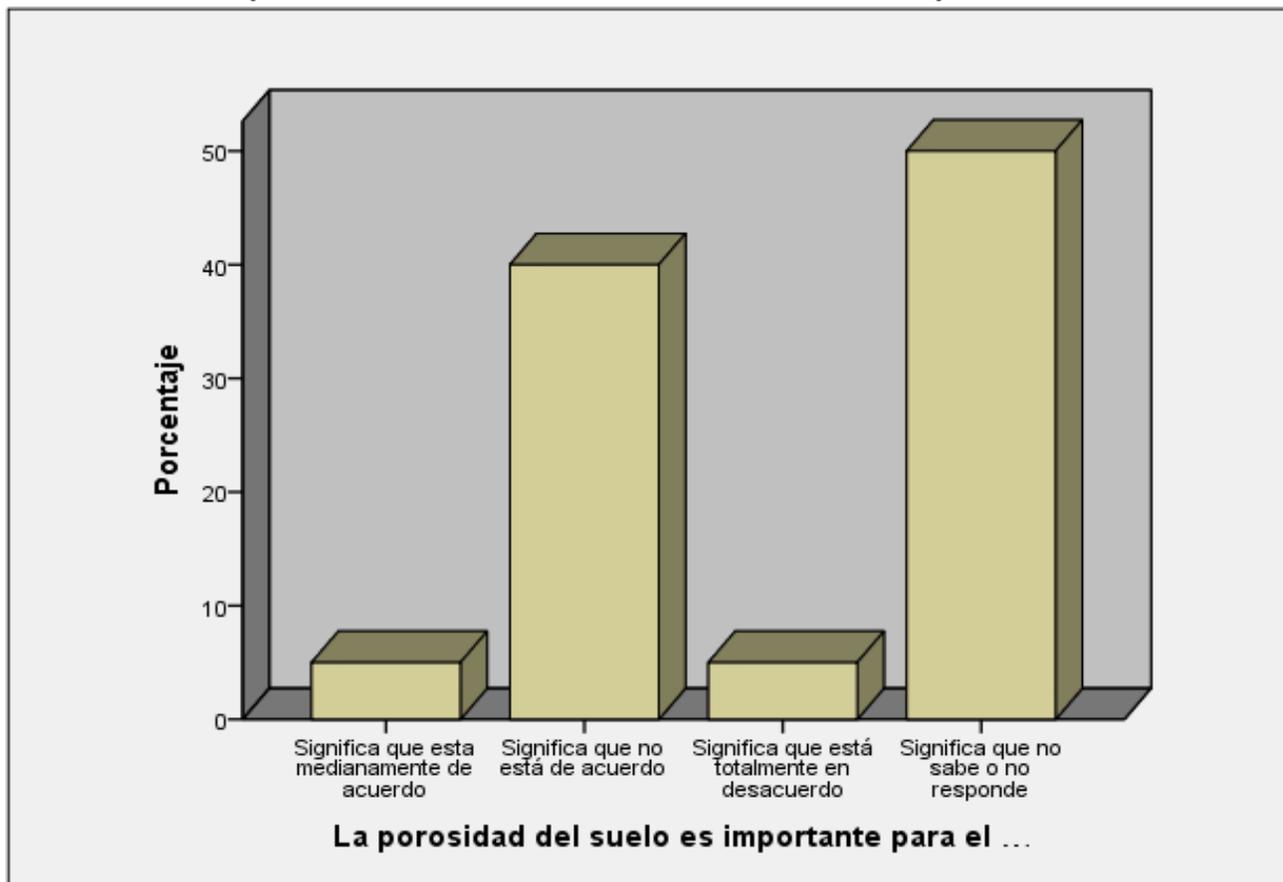


Grafica 19: Pregunta 5 Cuestionario Inicial

En la **pregunta 5** se evidencia que un 90% de los estudiantes desconoce la importancia de la textura del suelo y la relación con la permeabilidad.

PREGUNTA 10:

La porosidad del suelo es importante para el almacenamiento de agua, aire y para el buen desarrollo de las raíces de las plantas



Gráfica 20: Pregunta 10 Cuestionario Inicial

En la **pregunta 10** en su análisis se demuestra que el 95% de los estudiantes no comprenden sobre que es la porosidad y su relación con las fases del suelo.

Según las gráficas presentadas de las preguntas 5 y 10 se puede indicar que aproximadamente el 90% de los estudiantes desconocen la importancia de la textura, permeabilidad y porosidad en suelo y en relación con la fertilidad.

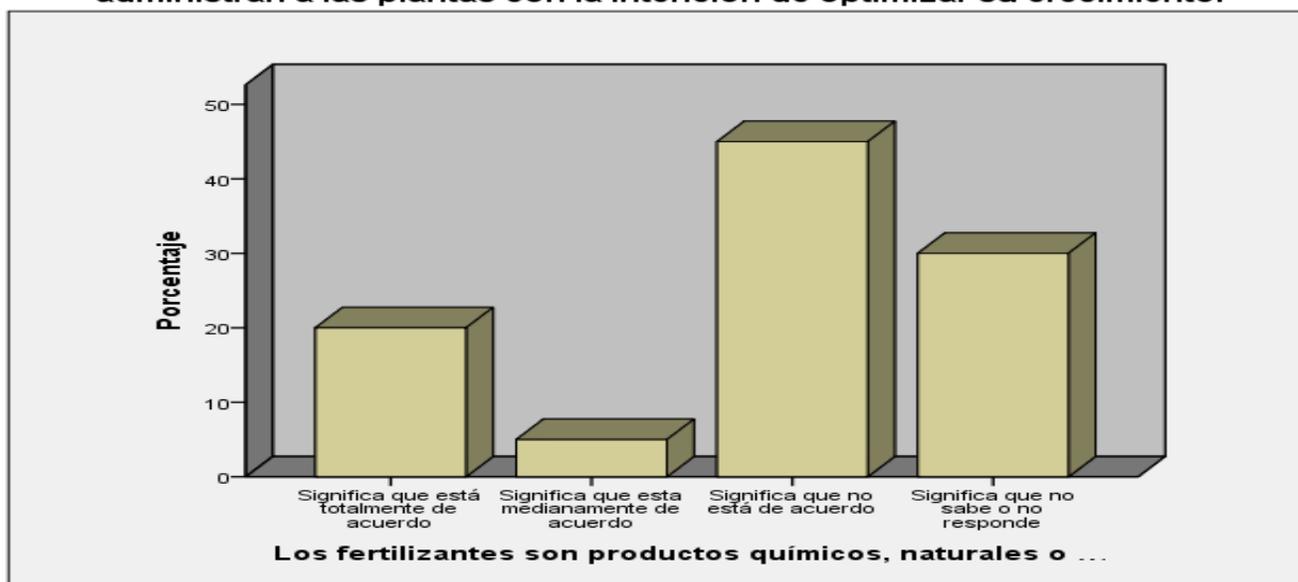
FERTILIDAD Y EROSIÓN

Las preguntas que relacionan la fertilidad y la Erosión del suelo son 11, 16, 17 y 18.

ANÁLISIS DE GRÁFICAS:

PREGUNTA 11:

Los fertilizantes son productos químicos, naturales o industrializados que se administran a las plantas con la intención de optimizar su crecimiento.

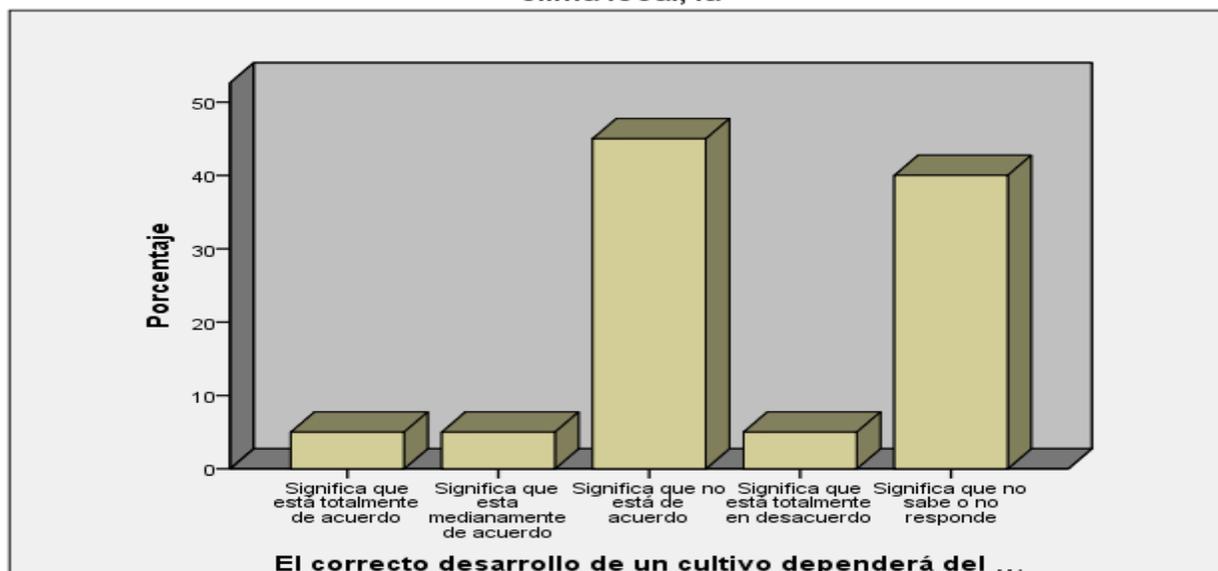


Grafica 21: Pregunta 11 Cuestionario Inicial

En la **preguntas 11** el 75% de los estudiantes no tiene claro que es un fertilizante y su función en el suelo y en el desarrollo del crecimiento de las plantas.

PREGUNTA 16:

El correcto desarrollo de un cultivo dependerá del contenido nutricional del suelo sobre el que se desarrolla, pero la cantidad de nutrientes a añadir al suelo no depende solo del estado químico del suelo, sino también de factores como el clima local, la

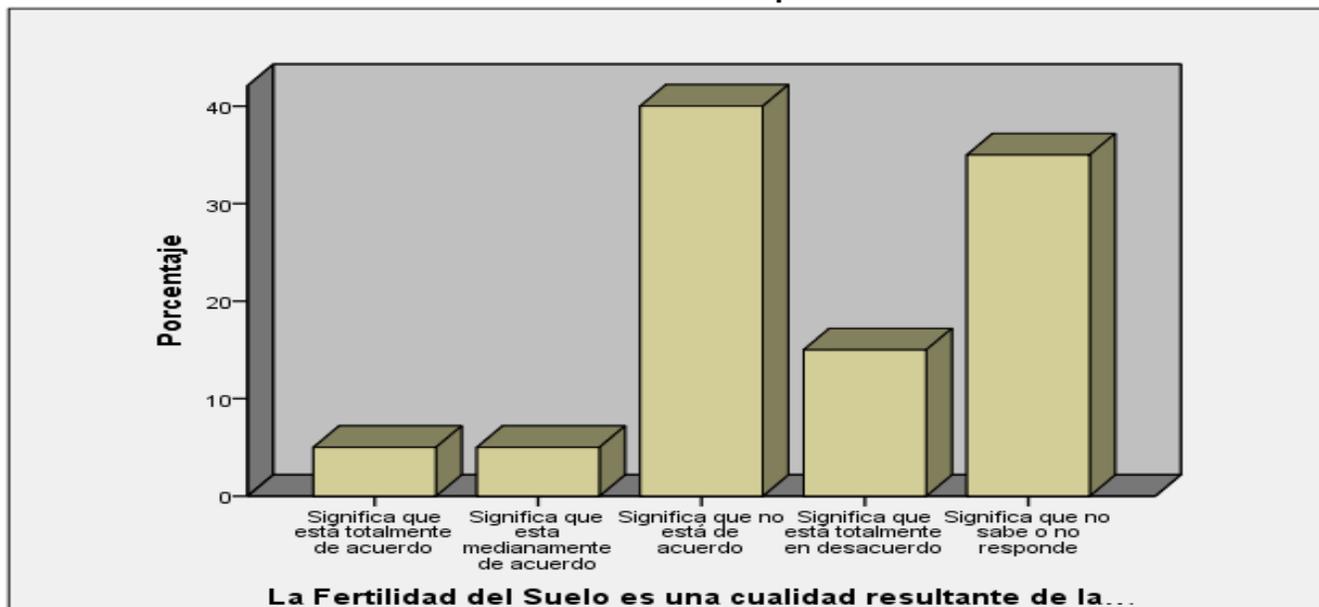


Grafica 22: Pregunta 16 Cuestionario Inicial

En la **pregunta 16** se observa que un 90% desconoce los factores generales que se deben tener en cuenta para una buena fertilidad en el suelo relacionado con las propiedades físicas, químicas y biológicas.

PREGUNTA 17:

La Fertilidad del Suelo es una cualidad resultante de la interacción entre las características físicas, químicas y biológicas del mismo y que consiste en la capacidad de poder suministrar condiciones necesarias para el crecimiento y desarrollo de las plan

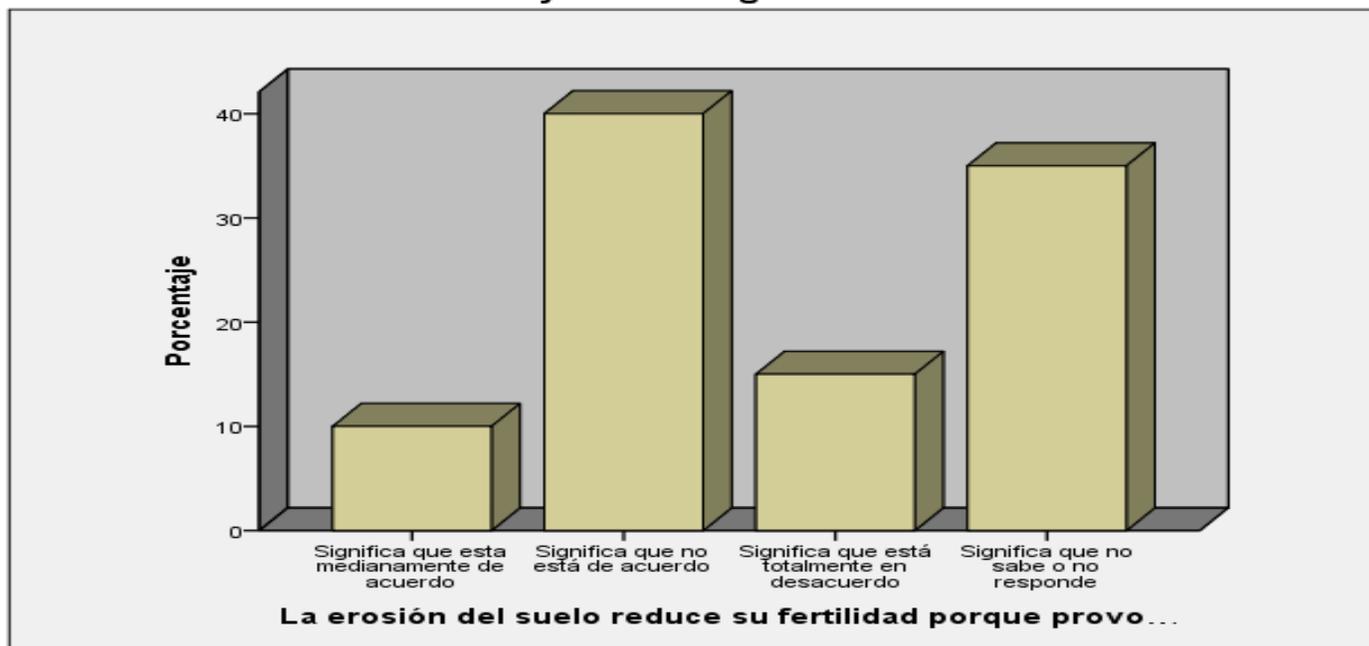


Grafica 23: Pregunta 17 Cuestionario Inicial

En la **pregunta 17** el 90% de los estudiantes desconoce las relaciones de las características físicas, químicas y biológicas con la fertilidad del suelo para el buen crecimiento y desarrollo de las plantas.

PREGUNTA 18:

La erosión del suelo reduce su fertilidad porque provoca la pérdida de minerales y materia orgánica



Grafica 24: Pregunta 18 Cuestionario Inicial

La **pregunta 18** se evidencia que el 90% de los estudiantes desconoce qué consecuencias tiene la erosión en los suelos y cómo influye en la materia Orgánica y Inorgánica.

Según las gráficas presentadas de las preguntas 11, 16, 17 y 18 se puede indicar que aproximadamente el 80% de los estudiantes desconocen la importancia de la fertilidad del suelo en su función, en sus características y también el término de la erosión como un factor de pérdida de la fertilidad y componentes Orgánicos como Inorgánicos presentes en el suelo, también se evidencia la falta de relación y de contextualización en el nivel epistémico, de contenido y resolución de problemas. Perkins, (1995).

7.1.2 SEGUNDA FASE: DISEÑO Y IMPLEMENTACION DE LA ESTRATEGIA

Conforme a la metodología se diseñó una Cartilla didáctica titulada como **EL SUELO Y SU FERTILIDAD**, la cual será presentada impresa de manera individual, donde está organizada bajo el modelo pedagógico y didáctico **de la Enseñanza para la comprensión** por cinco momentos que está ilustrada por medio 20 actividades, lo cual cada momento se desarrolló 6 horas, que aproximadamente son 6 semanas de clases, que involucra algunas propiedades físicas y químicas del suelo como textura, permeabilidad, porosidad, color, pH, Intercambio catiónico y sobre los factores, el origen, las características, los usos y las fases. También se ilustra sobre el término de la fertilidad del suelo como un factor importante en la interacción de las propiedades físicas, químicas y biológicas y el término de erosión como factor importante para el desarrollo del suelo y su fertilidad.

Se realizó un estudio científico del suelo de la huerta escolar en la corporación de Investigación Agropecuaria CORPOICA, donde se relaciona algunas propiedades físicas y químicas del suelo y una recomendación de fertilización, para que el estudiante tenga un acercamiento a los informes científicos propuesto por una autoridad competente del tema.

Se realizara una evaluación de cada actividad propuesta en la cartilla por media la rúbrica (ANEXO 2) para la evaluación de la V de Gowin, la rúbrica (ANEXO 3) para la evaluación de los mapas mentales y rubrica (ANEXO 4) para evaluar las discusiones en clase y retroalimentación. Se realiza un análisis de resultados por cada actividad desarrollada en cada momento:

PRIMER MOMENTO:

En este momento se desarrolló el tema ¿Que es el suelo y porque es Importante? donde su tópico generativo es ¿Cómo se forma el suelo y porque es Importante para los seres vivos?, se tiene en cuenta la valoración continua para el desarrollo del momento. La actividad que se desarrolló en este momento fue la 1: En esta actividad los estudiantes tenían que realizar dos mapas mentales de la lectura sobre LOS CULTIVOS SIN SUELO y sobre dos videos sobre cómo se forma el suelo. Utilizando las rubricas para la evaluación de los mapas mentales se observó que el 85% de los estudiantes desarrollo un nivel alto, el 10% un nivel medio y 5% un nivel bajo, lo cual se evidencio que la mayoría de estudiantes comprendieron los conceptos involucrados en la formación del suelo, se relaciona algunos mapas mentales.

A continuación se muestran las imágenes de las actividades realizadas por los estudiantes:



Imagen 1: Mapa mental del momento uno

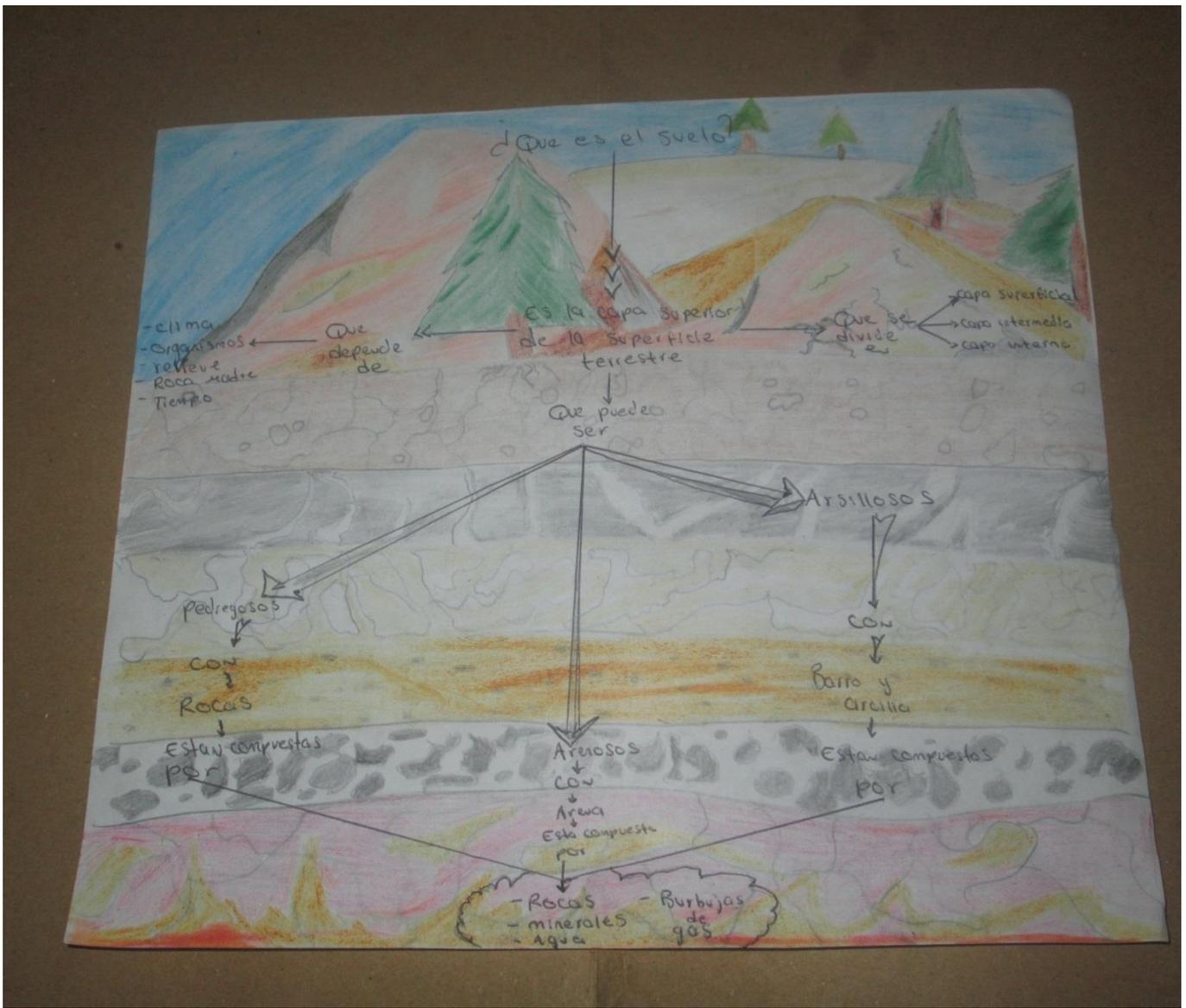


Imagen 2: Mapas mental del momento Uno:

SEGUNDO MOMENTO:

En este momento se desarrolló el tema sobre las fases del suelo: líquida, gaseosa y sólida, donde su tópico generativo es ¿cuáles son los componentes del suelo? las actividades que se desarrollaron fueron: 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 y 10.

Las actividades 5 y 9 se desarrollaron mapas mentales de acuerdo a dos videos sobre la materia orgánica y el origen de los suelos, teniendo en cuenta la evaluación de la rúbrica de los mapas mentales el 90% de los estudiantes están en el nivel alto, el 5% está en el nivel medio y el 5% en el nivel bajo, lo cual la mayoría de los estudiantes relacionaron los conceptos utilizando las categorías para elaborar mapas mentales para una mejor comprensión.

Las actividades 3, 7 y 10 se desarrolló por medio de prácticas experimentales del % humedad y del aire, % de materia Orgánica y Identificación de los aniones y cationes cualitativamente, todo esto se desarrolló con la presentación de la V de Gowin, que se evaluaría con la rúbrica respectiva, lo cual el 85% de los estudiantes alcanzaron un nivel alto, un 10% un nivel medio y un 5% un nivel bajo, se evidencio que los estudiantes relacionaron conceptos por medio V de Gowin y sacaron sus propias conclusiones de una manera interpretativa y de aplicación en un contexto.

Las actividades 2, 4, 6 y 8 se desarrollaron discusiones en clase y retroalimentación sobre la recolección de la muestra del suelo, la consulta de fase gaseosa y liquida, la resolución de problemas del cuestionario de la parte Orgánica y por último el cuestionario de la composición Inorgánica teniendo en cuenta la parte de los minerales. Estas actividades se evaluaron con la rúbrica de las discusiones en clase y retroalimentación, lo cual resulto que el 90% de los estudiantes hacen preguntas pertinentes, hacen comentarios significativos y relevantes, Toma apropiadas posiciones y las avala con Información, Usa ejemplos, analogías, metáforas y comparaciones. El 10% de los estudiantes a veces toma posición, pero no la avala con información relevante, a veces formula preguntas, a veces interviene con comentarios relevantes y a veces se apoya en estas herramientas para clarificar puntos de vista.

A continuación se relaciona algunas Imágenes de las actividades elaboradas por los estudiantes:



Imagen 3 : Trabajo experimental momento 2:



Imagen 4 : Retroalimentación Momento dos

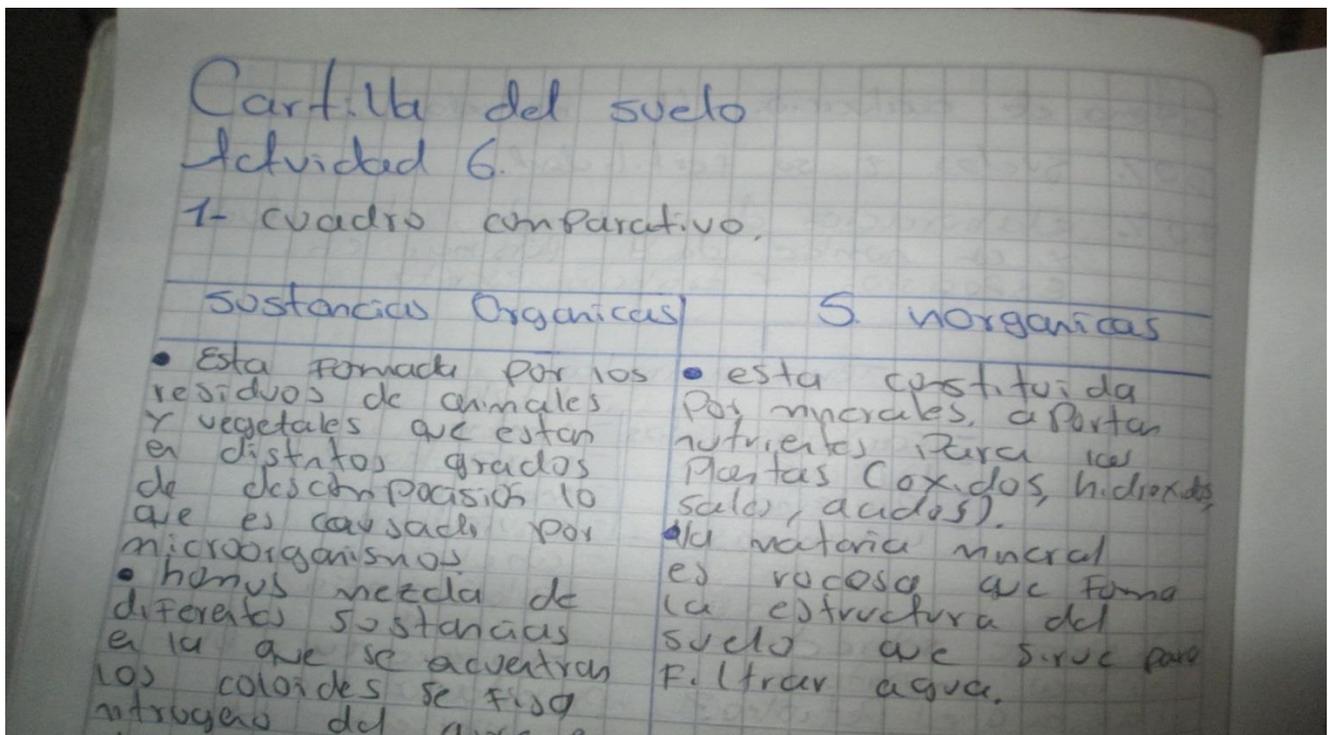


Imagen 5 : Retroalimentación Momento 2



Imagen 6 : Mapa mental momento dos

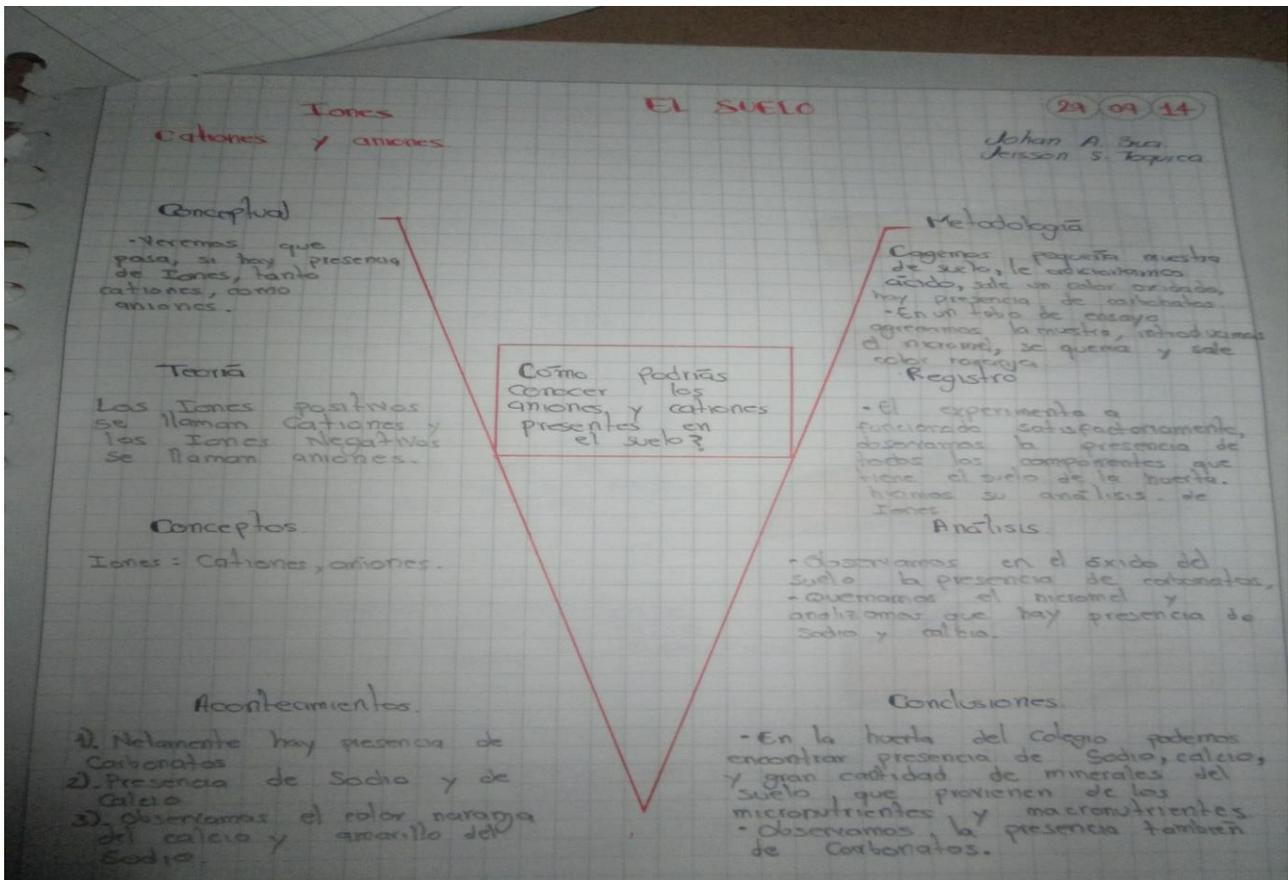


Imagen 7 : Trabajo Experimental momento dos:

Kristian Johana meilo forero
15-09-14

1102
Quinca

DISEÑO EXPERIMENTAL ✓ HUMEDAD SUELO

TEORIA

¿ Como podrias conocer la cantidad de agua que hay en una muestra de suelo ?

¿ Como se puede determinar la cantidad de aire en el suelo ?

CONCEPTOS

Humedad %
agua
Gases
Suelo, peso

ACOSTUMBRAMIENTOS

- se escoge la muestra de suelo humedo
- se pesa la capsula sola y despues con la muestra de suelo
- se pone a calentar la capsula con la muestra de suelo y luego se pesa
- se hacen las operaciones

Registro

ANALISIS

- Entre el suelo mas oscuro mas humedad y entre mas claro menos agua
- Este suelo humedo es mejor para sembrar porque contiene iones que necesitan las plantas

CONCLUSIONES

- Se puede hallar el % de humedad de cualquier suelo para saber su fertilidad

Imagen 8: Trabajo experimental momento dos

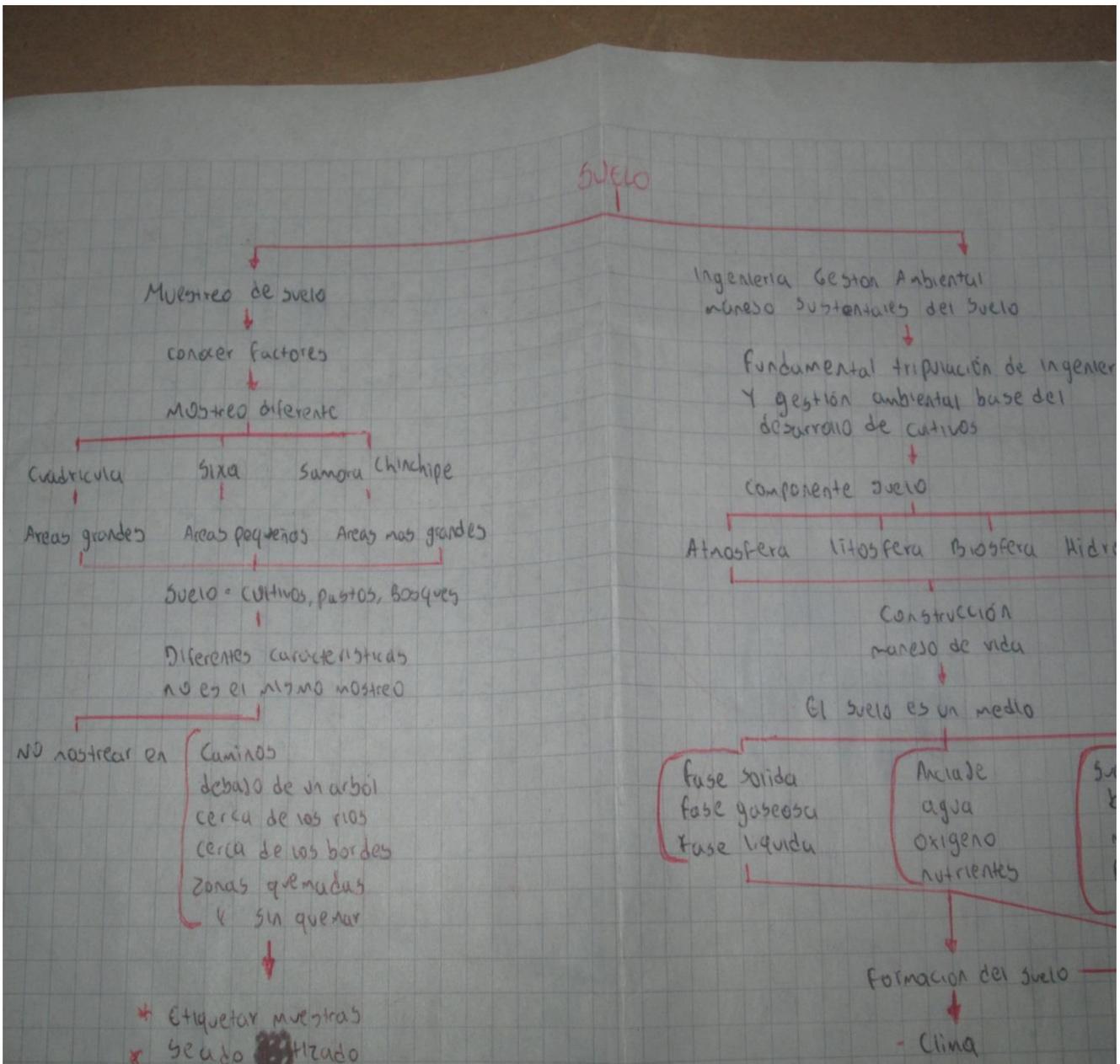


Imagen 9: Actividad Mapa mental. Momento dos.

TERCER MOMENTO

En este momento se desarrolló el tema sobre las propiedades físicas del suelo como textura, color, permeabilidad y porosidad con el tópico generativo ¿Por qué son importante las propiedades físicas del suelo? las actividades que se desarrollaron fueron la 11 y 12.

La actividad 11 se desarrolló dos mapas mentales a partir de dos videos sobre las propiedades físicas del suelo, que fueron evaluados teniendo en cuenta la rúbrica de evaluación de los mapas mentales y como resultado presento que el 88% de los estudiantes presenta un nivel alto, 8% un nivel medio y un 4% un nivel bajo, lo cual se considera que la mayoría de los estudiantes comprendieron la función de las propiedades físicas para el suelo y su fertilidad.

En la actividad 12 se desarrolló la parte experimental de comprobar y contrasta las propiedades físicas de textura, permeabilidad, porosidad y color de la huerta escolar por medio de un diseño experimental de V de Gowin, teniendo en cuenta la rúbrica de la evaluación de V de Gowin, el 89% de los estudiantes presenta un nivel alto, el 7% un nivel medio y un 4% un nivel bajo, lo cual se evidencia que la mayoría de los estudiantes contextualizo, comparo, justifico y aplico las propiedades físicas del suelo para una mejor comprensión.

A continuación se relacionan algunas Imagenes de las actividades elaboradas por los estudiantes:

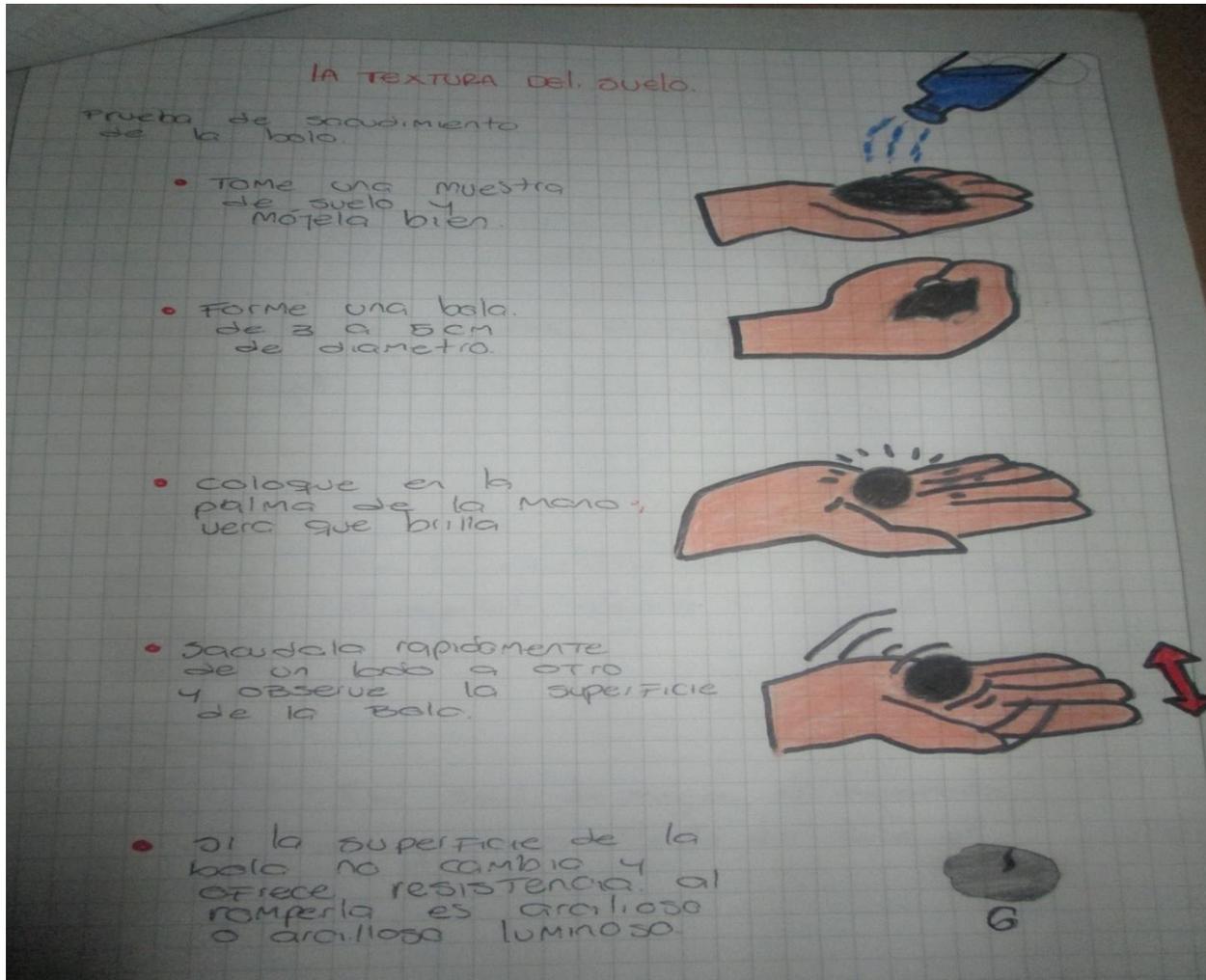


Imagen 10 : Actividad la textura del suelo. Momento tres

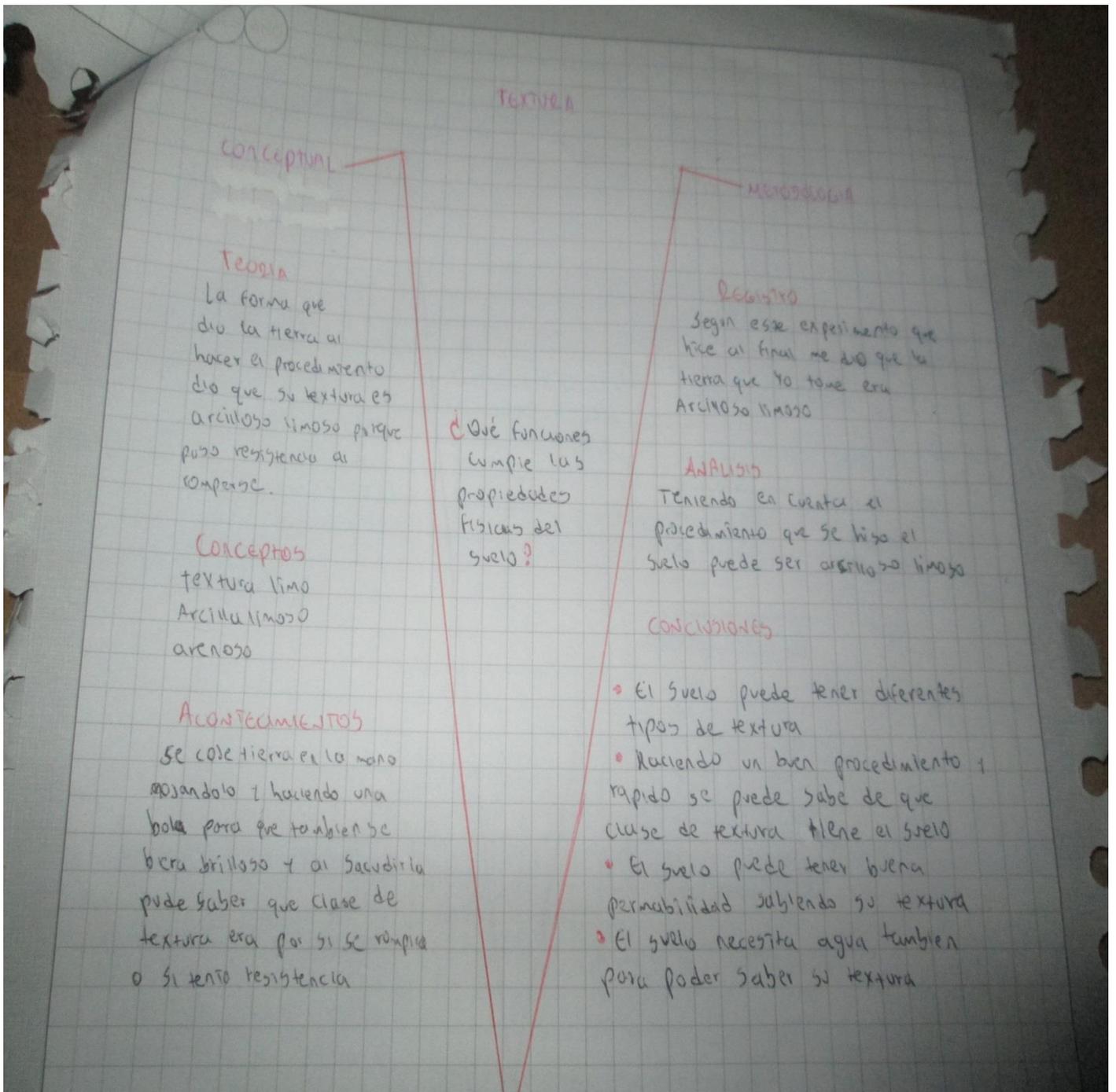


Imagen 11. Actividad las propiedades físicas del suelo. Momento tres.

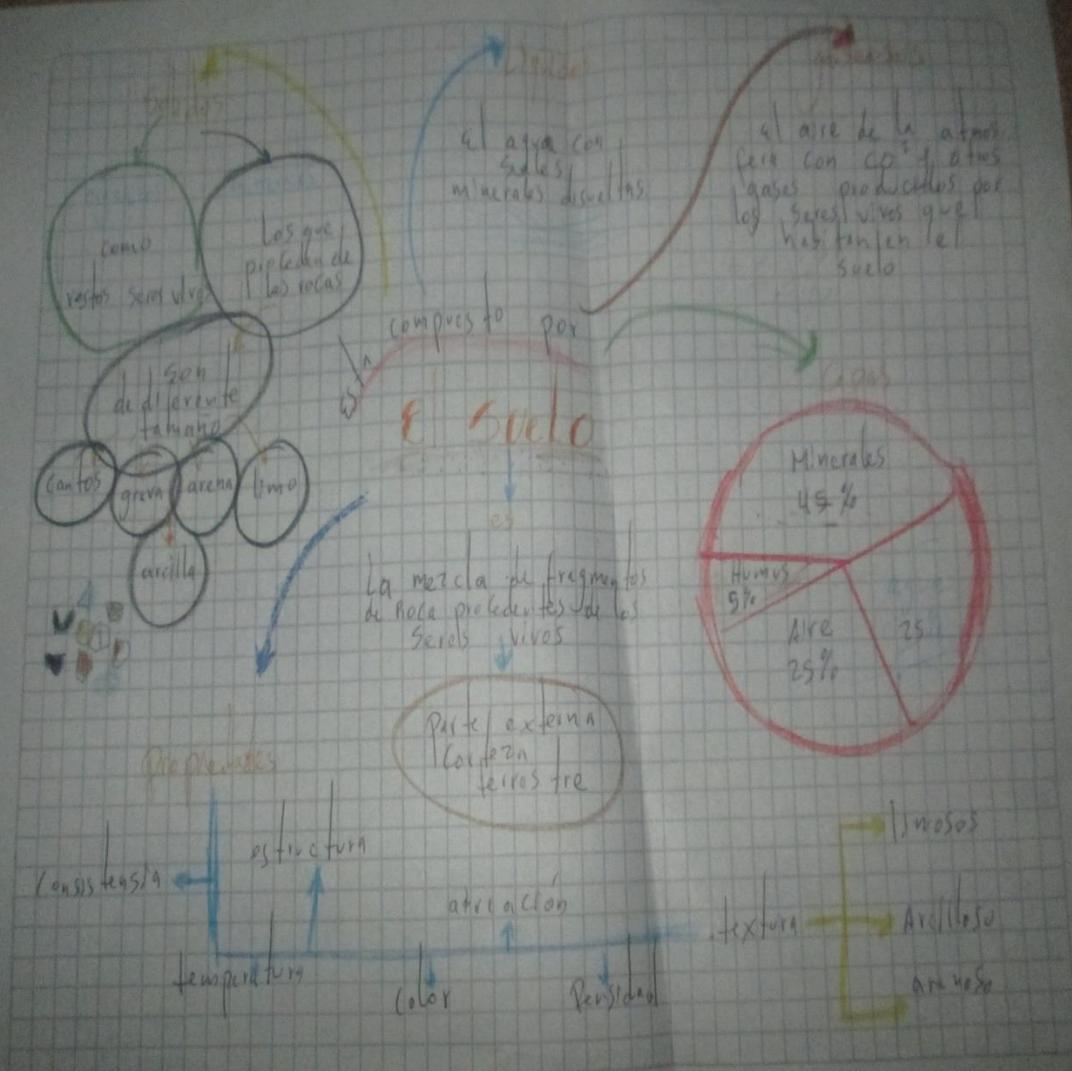


Imagen 12 : Actividad mapa mental. Momento tres.



Imagen 13: Actividad experimental. Momento tres.



Imagen 14 : Actividad Experimental. Momento tres.

MOMENTO CUATRO

En este momento se desarrolló el tema de la Importancia del pH en el suelo con un tópico generativo ¿De qué forma influye el pH del suelo en la obtención de malas o buenas cosechas? Las actividades que se desarrollaron fueron la 13, 14 y 15.

La actividad 14 se desarrolló en la elaboración de un mapa mental a partir de un video sobre el pH, donde el estudiante relaciona el pH con un factor importante en la fertilidad del suelo, esta actividad se evaluó teniendo en cuenta la rúbrica de evaluación de mapas mentales dando como resultado que el 92% de los estudiantes presenta un nivel alto, un 6% un nivel medio y 2% un nivel bajo.

En la actividad 13 se desarrolló el cálculo experimental del pH de la huerta escolar, utilizando como diseño experimental la V de Gowin, donde cada grupo de estudiantes contextualizaron, ejemplificaron y aplicaron el concepto aplicado relacionándolo con otras propiedades del suelo y su fertilidad. En la evaluación se utilizó la rúbrica de V de Gowin lo cual se indica que el 91% de los estudiantes presentan un nivel alto, un 7% un nivel medio y 2% un nivel bajo.

En la actividad 15 se desarrolló el cuestionario sobre pH grupal y luego se retroalimentó en plenaria, se presentó discusiones en clase, las cuales se evidencia que el 95% de los estudiantes toma apropiadas posiciones y las avala con Información, hace preguntas pertinentes, hace comentarios relevantes, Usa ejemplos, analogías, metáforas, comparaciones y toma en cuenta las ideas de los demás, el 5% a veces toma posición ,pero no la avala con información relevante, a veces formula preguntas, A veces interviene con comentarios relevantes y a veces se apoya en estas herramientas para clarificar puntos de vista.

A continuación se relaciona algunas Imágenes de las actividades desarrolladas por los estudiantes.

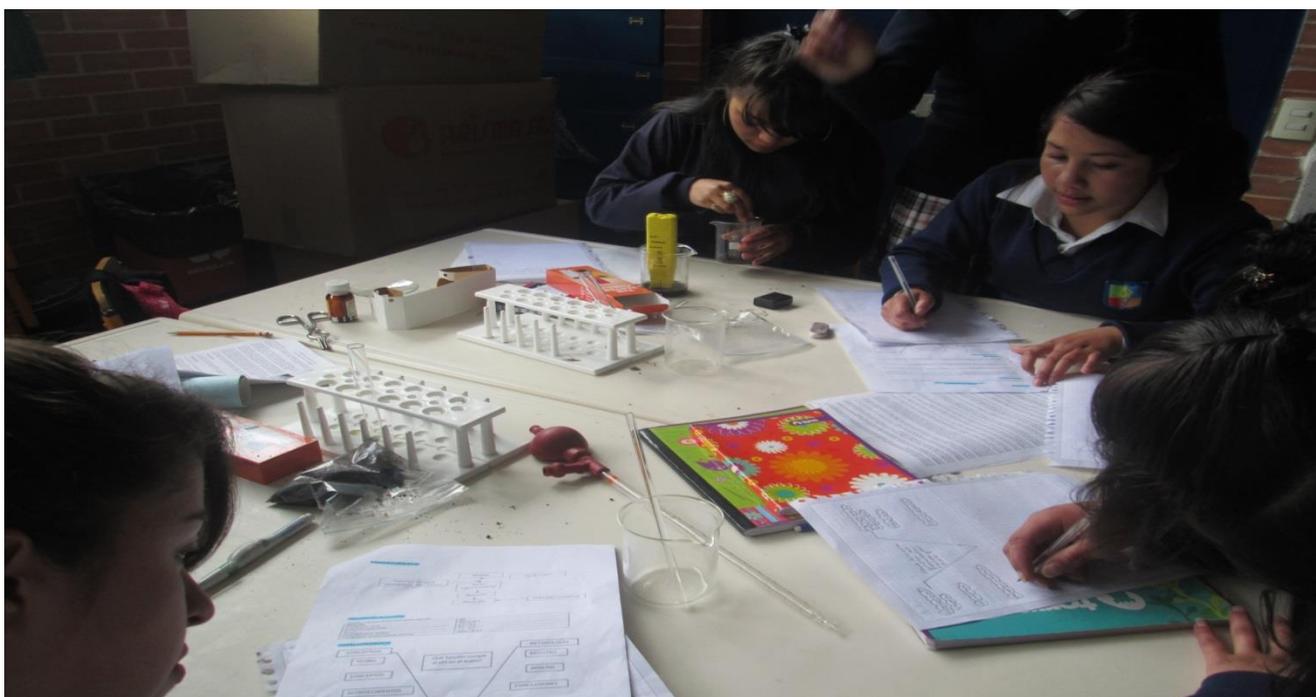


Imagen 15 : Actividad experimental. Momento cuatro.

Paula Ramos
Jenny Rovado
Alexandra Galvis

11-02-11

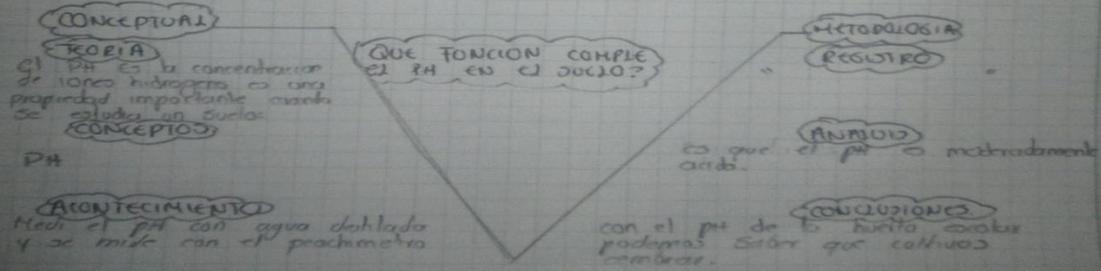
29 09 11

PROCEDIMIENTO 3.

ETA. Puede observar que el pH del agua destilada es 5.8 y el pH del suelo es 4.9.

ETA. Puede observar que el pH del agua destilada y el suelo la cual le agrega 5 g de agua el pH del suelo es de 4.9.

ETA. Puede observar que el pH del agua destilada y el suelo la cual le agrega 25 g de agua el pH del suelo es de 4.5.



REGISTRO.

MUESTRA	Masa de suelo	volumen de agua destilada	valor de pH
1	5g	5ml	5.8
2	5g	10ml	4.9
3	5g	25ml	4.5

Imagen 16: Actividad momento cuatro.

MOMENTO CINCO

En este momento se desarrolló con el tema la fertilidad y nutrición del suelo también las formas de degradación del suelo y su uso sostenible por medio del tópico generativo ¿Es suelo un recurso natural Inagotable?, por medio de las siguientes actividades 16, 17, 18, 19 y 20.

La actividad 16 se desarrolló en la elaboración de un mapa mental sobre la lectura de los nutrientes presentes en el suelo, en esta actividad los estudiantes aprendieron nuevos conceptos que interviene en la fertilidad del suelo y en el desarrollo de las plantas como macronutrientes y micronutriente y relacionarlos con el pH y el Intercambio catiónico. Esta actividad se evaluó por la rúbrica del mapa mental lo cual el 95% de los estudiantes presentaron un nivel alto y el 5% un nivel medio.

En la actividades 17, 18, 19 y 20 se abordó por medio de las discusiones en grupo y retroalimentación por medio de un acercamiento al análisis científico de las propiedades físicas, químicas y recomendación de la fertilidad de la huerta escolar del colegio Distrital Juan Rey realizado por la corporación colombiana de Investigación Agropecuaria CORPOICA, estas actividades presento muchos aportes grupales e individuales lo cuales se evidencia que los acerca al contexto que ellos viven diariamente y a comprenderlo de una manera científica, donde pueden aplicar, contextualizar, interpretar a cada huerta presente en la mayoría de las casas de los estudiantes o cultivos externos de su localidad y relacionar los sus mismos practicas experimentales para poder las comparar con resultados científicos y acercarse a esos resultados y sacar sus propias conclusiones. A continuación se relacionara algunas intervenciones de algunos estudiantes sobre la retroalimentación y discusiones en clase, estas palabras fueron expuesta por los estudiantes en general:

“Si, he percibido cambios favorables, me parece que el estudio del suelo es un tema importante e interesante ya que por medio de este aprendemos a cuidar la tierra sin quemarla ni dañarla, porque tardaría mucho años en mejorar a nuestro beneficio”.

“Es muy favorable, porque por medio de ello podemos saber muchas cosas sobre el suelo, si es apto para poder construir sobre el, o si podemos realizar una actividad cualquiera sobre el, también nos permite saber como podemos ayudar al desarrollo del suelo en general”.

“Si he recibido un cambio favorable ya que con la propuesta he aprendido a analizar, estudiar y comprender la fertilidad y los componentes que hacen parte del suelo”.

“Pues me parecio interesante y dinámica cambiar el ambiente de la teoría y el salón y se utilizan mas los espacios que brinda el colegio”.

“Muy buena porque tenemos la posibilidad de ensayar con medios reales y ayudar a su desarrollo para lo que se plante sea de calidad”.

“Es buena porque asi se lleva cabo un mejor estudio del suelo, comprendiéndolo de una mejor manera, ya que se puede”.

Todo esto y más afirmación de los estudiantes salieron de la retroalimentación y discusiones en clase.

7.1.3 ANALISIS DE LA EVALUACION DE LA PROPUESTA IMPLEMENTADA:

Dentro de la tercera fase de la investigación, se aplicó un Instrumento (Anexo 5, que está basado en un cuestionario Final de tipo LiKert), para la identificación de los conocimientos finales después de Implementar la propuesta, a los estudiantes del colegio distrital Juan Rey ante el estudio de algunas propiedades físicas y químicas del suelo como textura, permeabilidad, porosidad, materia orgánica, color, intercambio catiónico y pH como parámetros de la fertilidad, aun total de 20 estudiantes en un rango de edad comprendido entre 15 a 19 años.

El cuestionario final constaba de 19 preguntas, de las cuales la intención es de evaluar los conocimientos finales sobre algunas propiedades físicas y químicas del suelo como para metros de fertilidad y situaciones relacionadas con el suelo y su fertilidad.

Los estudiantes debían leer cuidadosamente las preguntas y responder (marcando con una X) de acuerdo su conocimiento u opinión personal, en donde se presentaron los siguientes tipos de respuesta:

1. Significa que está totalmente de acuerdo.
2. Significa que esta medianamente de acuerdo.
3. Significa que no está de acuerdo.
4. Significa que está totalmente en desacuerdo.
5. Significa que no sabe o no responde.

Los resultados obtenidos en el cuestionario final se muestran pregunta por pregunta con gráficas y con su análisis correspondiente. También las preguntas tienen una agrupación por conceptos o situaciones a evaluar según la intención del instrumento y busca la habilidad de pensar y actuar con flexibilidad a partir de lo que uno sabe para explicar, vincular y aplicar. Perkins (1999). Por otro parte se relaciona la siguiente tabla 8 que relaciona los resultados de los estudiantes del cuestionario final.

PREGUNTA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
ESTUDIANTE																			
1	1	4	1	3	1	4	1	1	2	1	2	3	1	1	1	2	1	1	1
2	2	3	1	3	2	3	1	1	2	1	1	3	1	1	1	2	1	1	2
3	1	3	1	4	2	3	1	1	1	1	1	3	1	1	2	1	2	1	1
4	1	4	1	4	1	3	1	1	1	1	1	4	1	1	1	1	1	1	1
5	1	3	1	4	1	4	2	2	1	1	1	1	1	1	1	2	1	2	1
6	1	3	1	3	1	3	1	2	1	1	2	3	1	1	1	1	1	2	1
7	1	3	2	4	1	4	2	2	2	1	1	4	1	1	1	1	1	1	1
8	2	4	1	4	1	4	1	1	2	1	2	4	1	1	1	2	2	2	1
9	2	4	2	4	2	3	2	2	4	1	2	4	1	1	1	2	2	2	1
10	2	4	2	4	1	4	1	1	4	2	2	4	2	1	1	2	2	2	1
11	1	3	1	3	1	3	1	1	2	1	1	2	1	1	1	1	2	2	1
12	1	3	1	3	1	3	1	2	2	1	1	3	1	2	1	3	2	2	1
13	1	3	1	4	1	3	1	2	1	2	1	2	1	1	1	1	2	2	1
14	2	4	2	4	1	2	1	1	2	2	1	4	1	1	1	2	2	2	1
15	1	3	1	4	2	3	2	1	3	1	1	4	1	1	1	1	2	2	1
16	2	1	3	2	2	3	1	2	2	1	2	1	1	1	1	2	2	2	1

17	3	4	3	3	2	3	1	3	2	3	2	4	2	3	1	2	2	4	1
18	1	3	1	3	1	3	3	5	2	1	2	3	1	1	3	2	2	1	1
19	1	3	1	3	2	2	1	1	1	1	1	3	1	1	1	2	2	1	1
20	1	4	1	2	1	3	1	2	2	2	1	3	3	2	2	1	2	2	1

Tabla 8 : Resultados de los estudiantes del cuestionario final.

CONCEPTOS O SITUACIONES A EVALUAR	PREGUNTAS
El suelo: que es, sus características, la ciencia que lo estudia, su formación y sus usos.	1, 2, 7, 8,13 y 19.
Materia Orgánica, Inorgánica y color	3 y 9
pH y Intercambio Catiónico	4, 6, 12, 14 y 15.
Textura, permeabilidad y Porosidad.	5 y 10
Fertilidad y Erosión	11, 16, 17 y 18.

Tabla 9: Organización de la preguntas del cuestionario Final.

Se analizara los resultados del cuestionario según la organización presentada en la Tabla 9.

EL SUELO: QUE ES, SUS CARACTERÍSTICAS, LA CIENCIA QUE LO ESTUDIA, SU FORMACIÓN Y SUS USOS.

ANALISIS DE GRAFICAS

PREGUNTA 1:

Se conoce como suelo la parte superficial de la corteza terrestre, conformada por minerales y partículas orgánicas producidas por la acción combinada del viento el agua y procesos de desintegración orgánica.

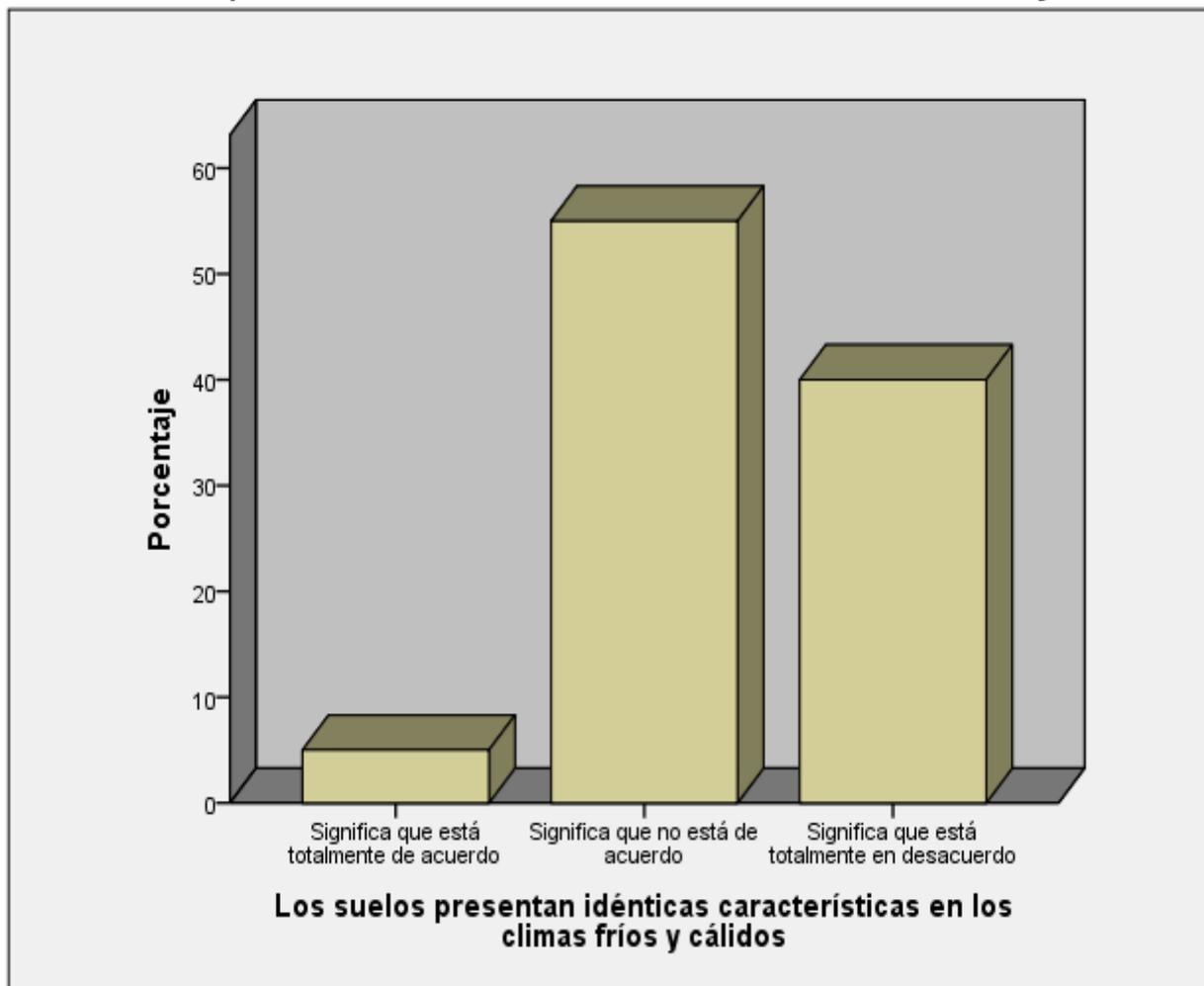


Grafica 25: Pregunta 1 Cuestionario Final

En la **pregunta 1** se observa que el 95% está totalmente y medianamente de acuerdo con la pregunta porque reconocen el proceso de formación y la constitución del suelo, evidenciando que se aumentó en la comprensión porque los estudiantes relacionan, aplican, interpretan mejorando el nivel epistémico y resolución de problemas. Perkins, (1995).

PREGUNTA 2:

Los suelos presentan idénticas características en los climas fríos y cálidos

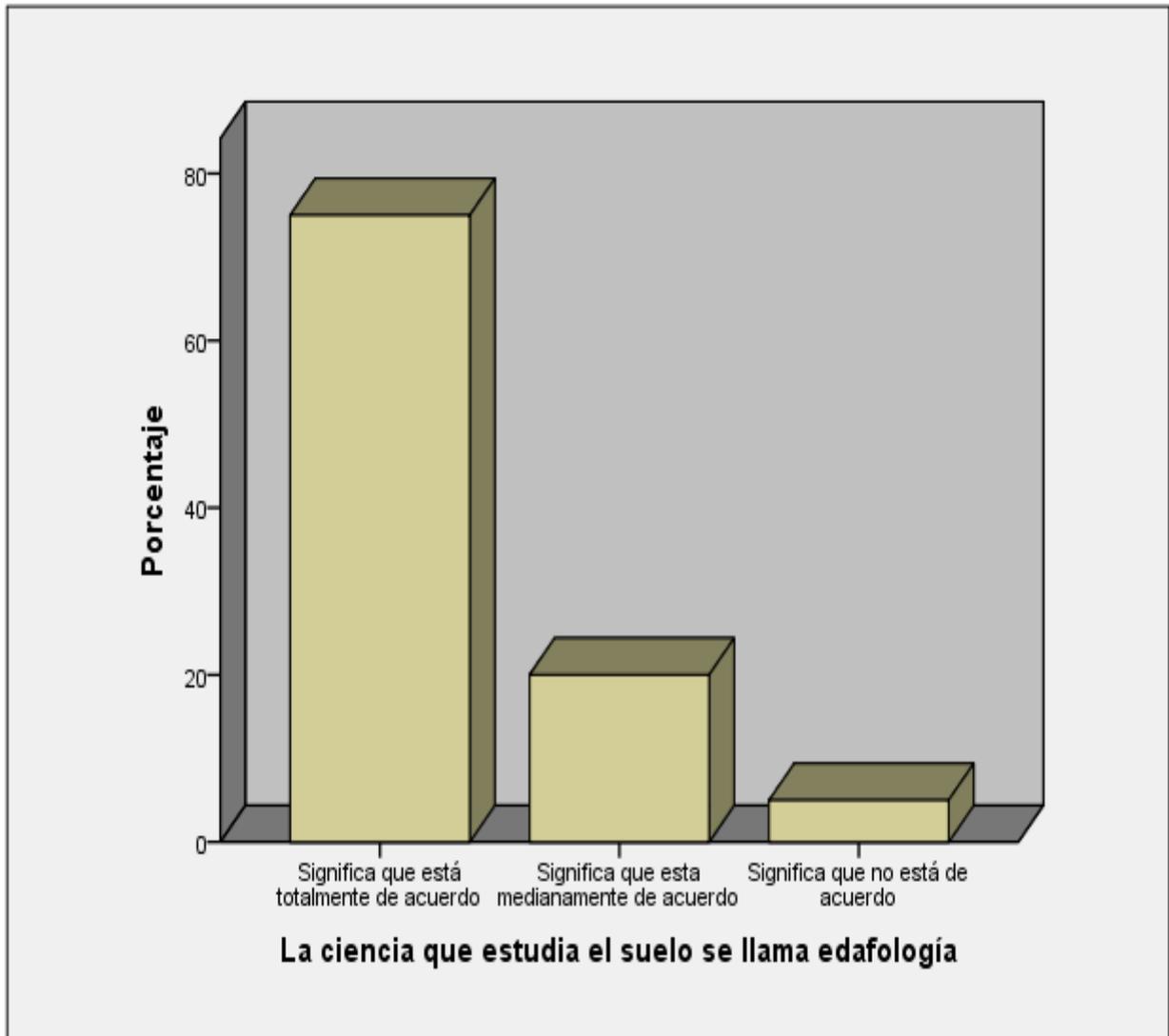


Grafica 26: Pregunta 2 Cuestionario Final

La **pregunta 2** se presenta que un 95% no está de acuerdo y está totalmente en desacuerdo con esta afirmación, reconociendo que los suelos de los climas fríos y cálidos presentan características diferentes tanto físicas, químicas y biológicas, de lo cual se puede indicar que los estudiantes aumentaron la relación, la aplicabilidad y la contextualización de los conceptos mejorando la comprensión. Perkins, (1995).

PREGUNTA 7:

La ciencia que estudia el suelo se llama edafología

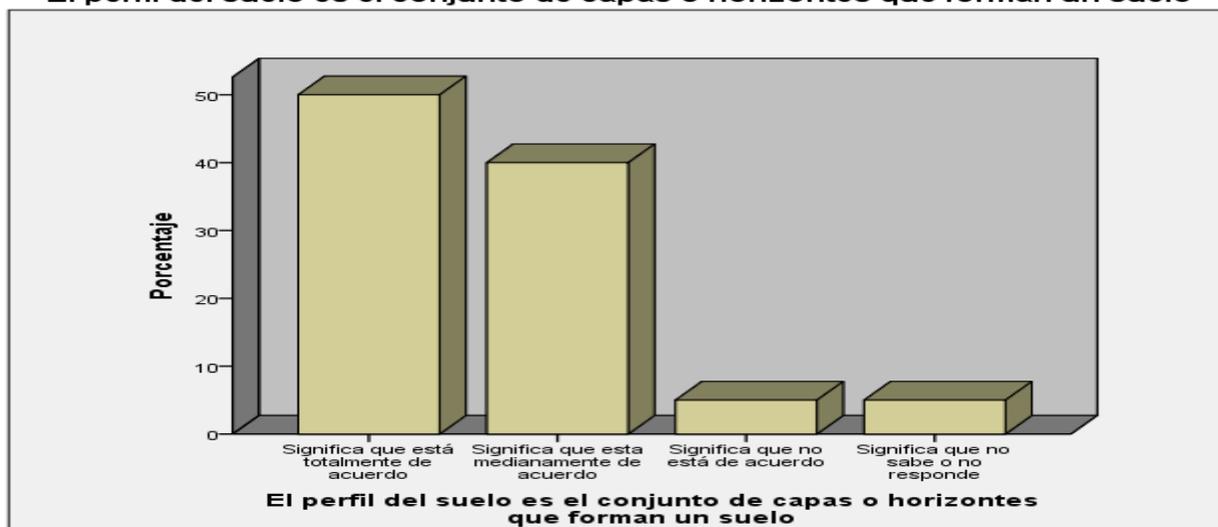


Grafica 27: Pregunta 7 Cuestionario Final

En la **pregunta 7** un 95% de los estudiantes están totalmente de acuerdo y medianamente de acuerdo con esta pregunta, reconociendo que la ciencia que estudia el suelo se llama edafología, evidenciando la relación de conceptos de esta ciencia con la química, la física y la biología.

PREGUNTA 8:

El perfil del suelo es el conjunto de capas o horizontes que forman un suelo

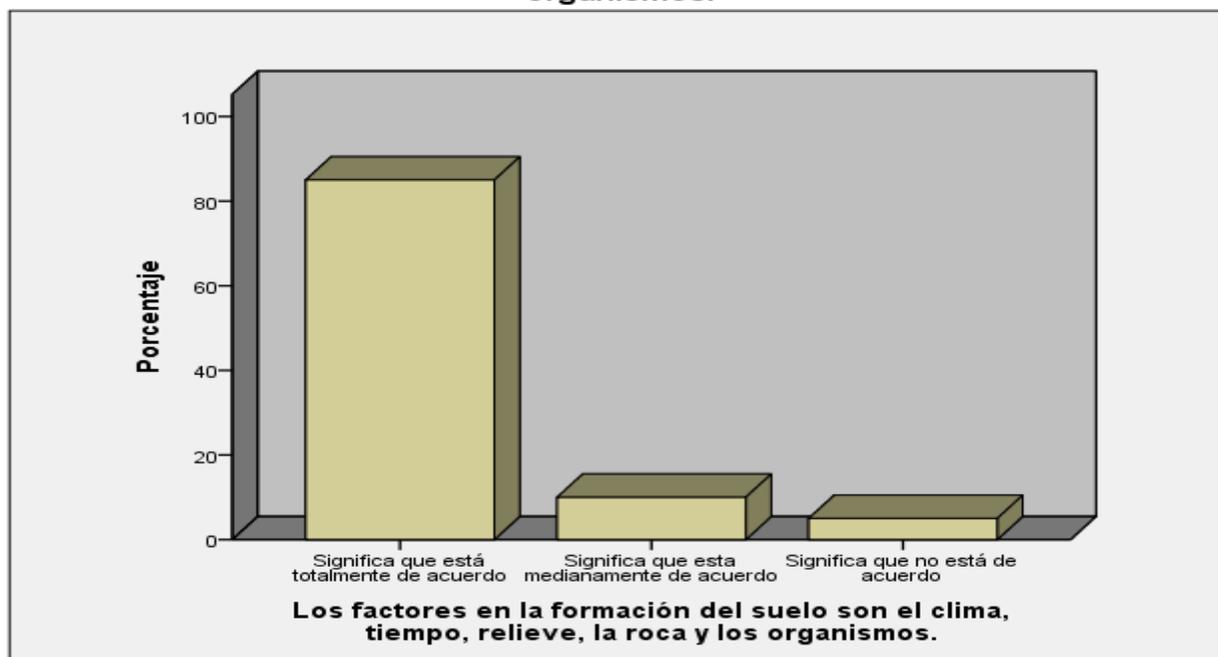


Grafica 28: Pregunta 8 Cuestionario Final

En la **pregunta 8** se observa que el 90% de los estudiantes están totalmente de acuerdo y medianamente de acuerdo con esta pregunta, lo cual se puede indicar que reconocen que el suelo está formado por un conjunto de capas o horizontes provenientes de la formación del suelo y de sus componentes y características, todo esto se puede evidenciar que los estudiantes relacionan, contextualizan y aplican los conceptos mejorando la comprensión. Perkins, (1995).

PREGUNTA 13:

Los factores en la formación del suelo son el clima, tiempo, relieve, la roca y los organismos.

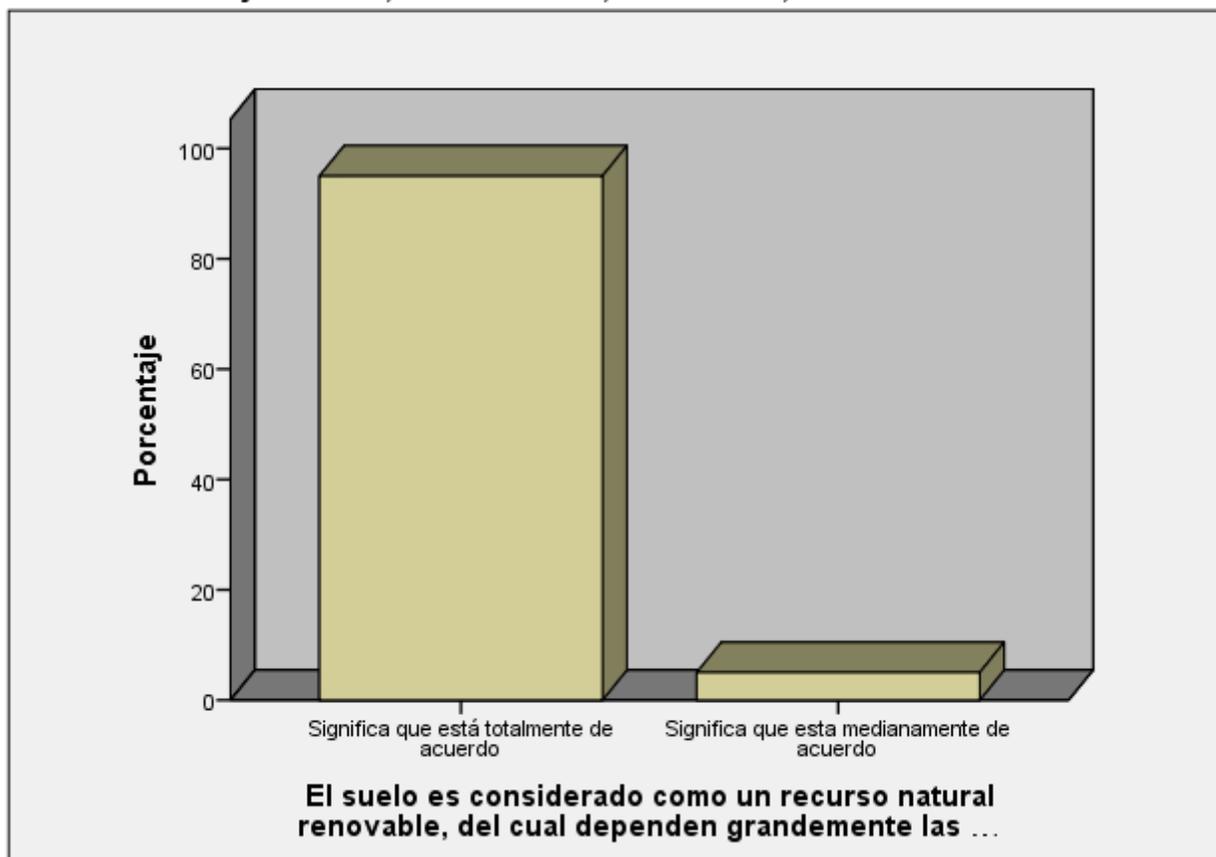


Grafica 29: Pregunta 13 Cuestionario Final

En la **pregunta 13** se evidencia que el 95% de los estudiantes está totalmente de acuerdo y medianamente de acuerdo con esta pregunta, lo cual se puede decir que reconocen los factores de formación del suelo y su relación entre ellos, también aplican, relacionan, contextualizan los conceptos físicos y químicos con un nivel epistémico y de contenido. Perkins, (1995).:

PREGUNTA 19:

El suelo es considerado como un recurso natural renovable, del cual dependen grandemente las actividades humanas, como la minería, agricultura, ganadería, jardinería, construcción, urbanismo, obras civiles.



Grafica 30: Pregunta 19 Cuestionario Final

En la **pregunta 19** se puede indicar que el 95% de los estudiantes reconoce que el suelo es un recurso natural renovable y los diferentes usos del suelo en los seres vivos, lo cual se evidencia la aplicación, la contextualización de los conceptos mejorando el nivel epistémico y de contenido. Perkins, (1995).

Según las gráficas mostradas en el primer análisis de las preguntas 1, 2, 7, 8, 13 y 19 se relaciona que aproximadamente el 95% de los estudiantes comprendieron que es suelo, sus características, sus capas o horizontes, la ciencia que lo estudia, su formación y sus usos, lo cual se puede indicar que los estudiantes aprendieron nuevos conceptos donde saben ejemplificar, contextualizar, aplicar, comparar y generalizar. Perkins, (1995).

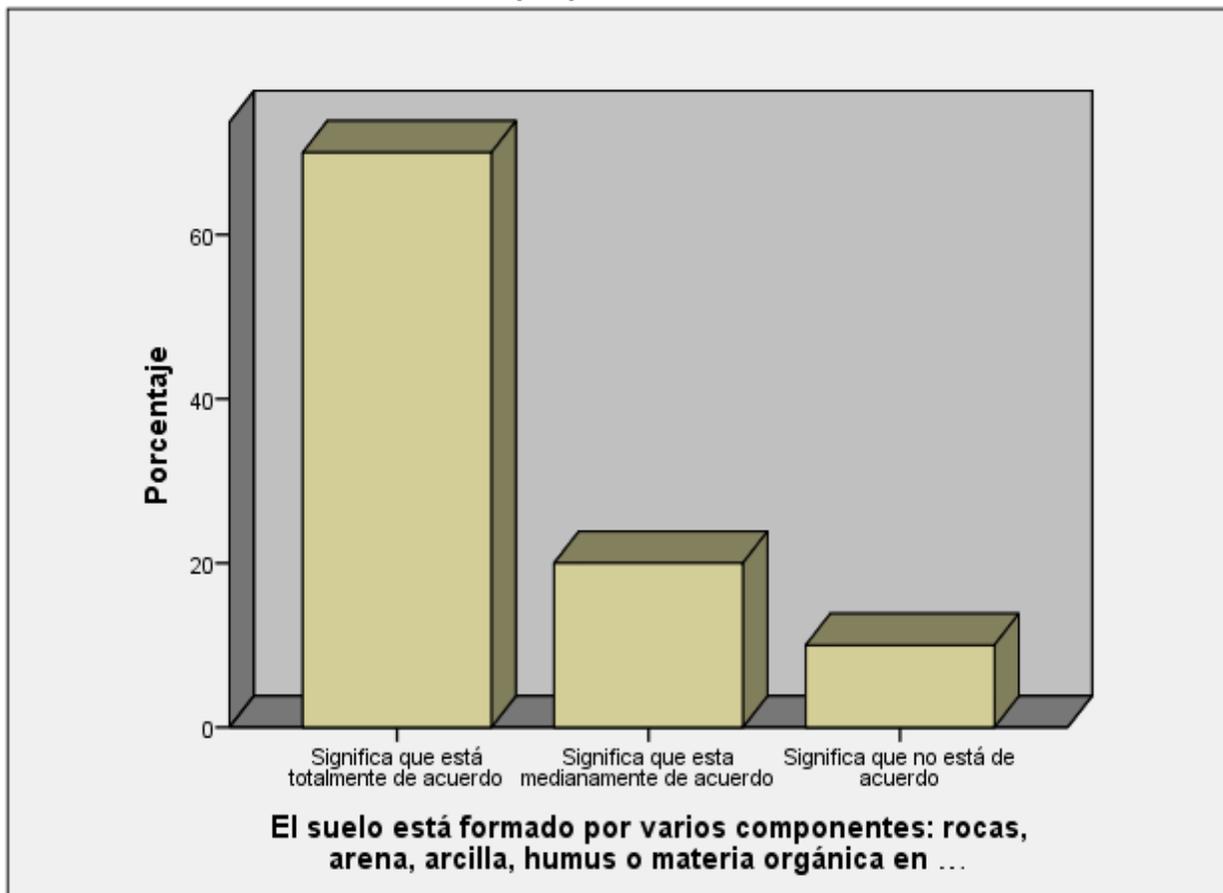
MATERIA ORGÁNICA, INORGÁNICA Y COLOR

Las preguntas que se refieren a la materia orgánica, Inorgánica y el color del suelo son la 3 y 9:

ANÁLISIS DE GRÁFICAS

PREGUNTA 3:

El suelo está formado por varios componentes: rocas, arena, arcilla, humus o materia orgánica en descomposición, minerales y otros elementos en diferentes proporciones

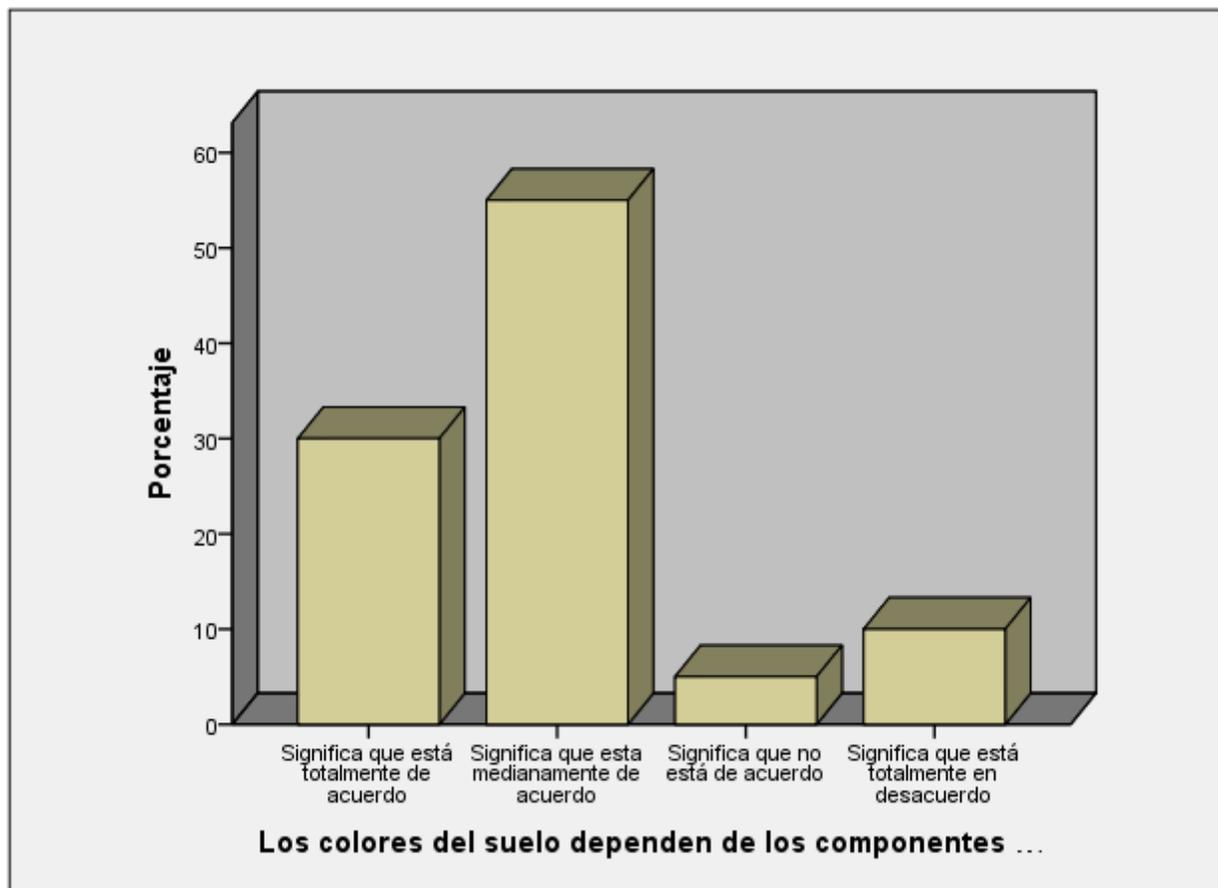


Gráfica 31: Pregunta 3 Cuestionario Final

En la **pregunta 3** se puede indicar que el 90% de los estudiantes reconocen que el suelo está formado por parte Orgánica e Inorgánica, relacionando, aplicando, contextualizando los conceptos en diferentes ambientes de los componentes del suelo mejorando la comprensión en nivel epistémico, resolución de problemas y de contenido. Perkins, (1995).

PREGUNTA 9:

Los colores del suelo dependen de los componentes químicos y naturaleza de la roca madre



Gráfica 32: Pregunta 9 Cuestionario Final

La **pregunta 9** el 85% de los estudiantes están totalmente de acuerdo y medianamente de acuerdo con la pregunta, en el cual se evidencia que relacionan, contextualizan y aplican el color del suelo con los componentes químicos y la naturaleza de la roca madre aumentando el nivel epistémico, de contenido y de la resolución de problemas mejorando la comprensión de los conceptos relacionados con el color, la materia orgánica, los Minerales y la meteorización. Perkins,(1995).

Según las gráficas presentadas de las preguntas 3 y 9 se puede indicar que aproximadamente el 95% de los estudiantes comprendieron la composición del suelo tanto Orgánica como Inorgánica y los diferentes colores característicos de los suelos, según esto se puede indicar que los estudiantes presentan un nivel alto en la resolución de problemas y epistémico ya que generan interpretación, relaciones, aplicaciones y justificaciones de los fenómenos que se estudian. Perkins, (1995).

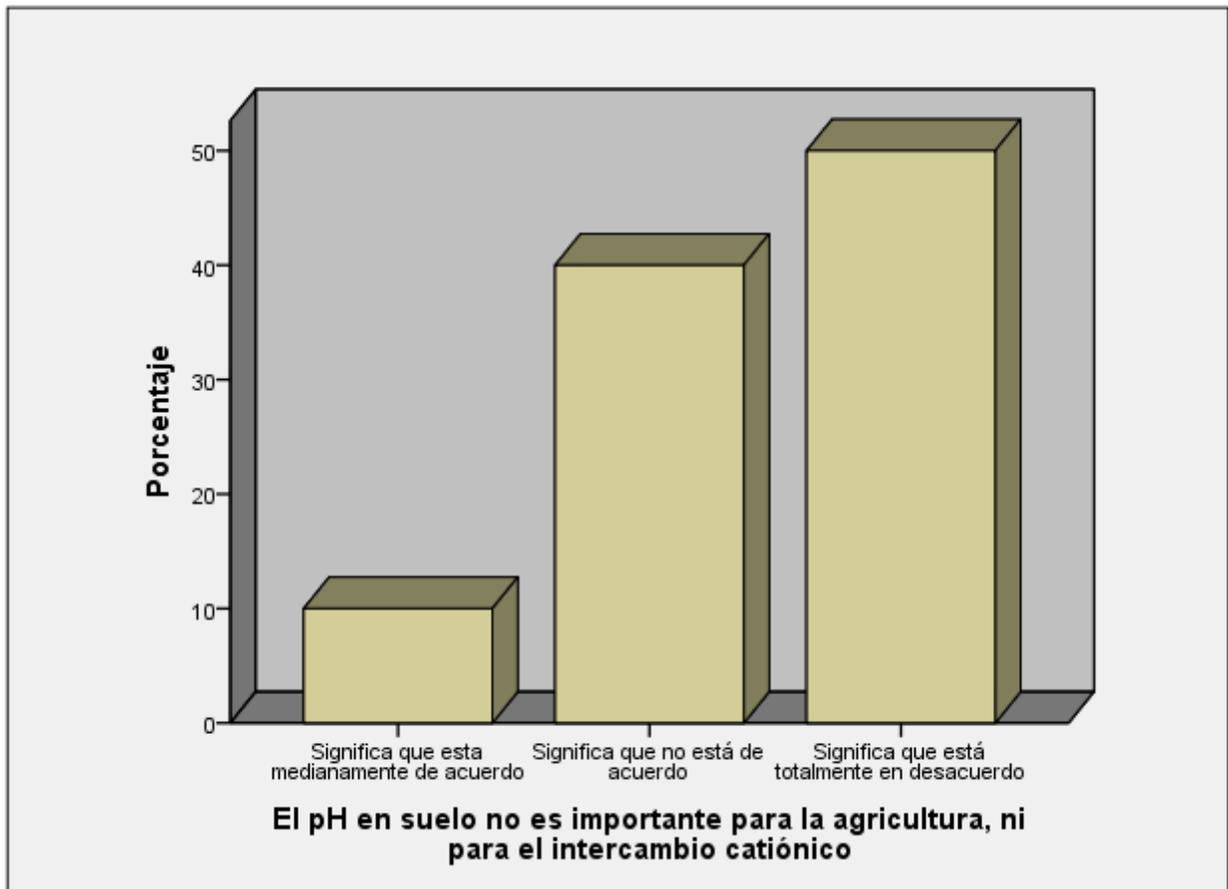
INTERCAMBIO CATIONICO y pH

Las preguntas que se relaciona con el pH y el Intercambio Catiónico son 4, 6, 12, 14 y 15.

ANALISIS DE GRAFICAS:

PREGUNTA 4:

El pH en suelo no es importante para la agricultura, ni para el intercambio catiónico

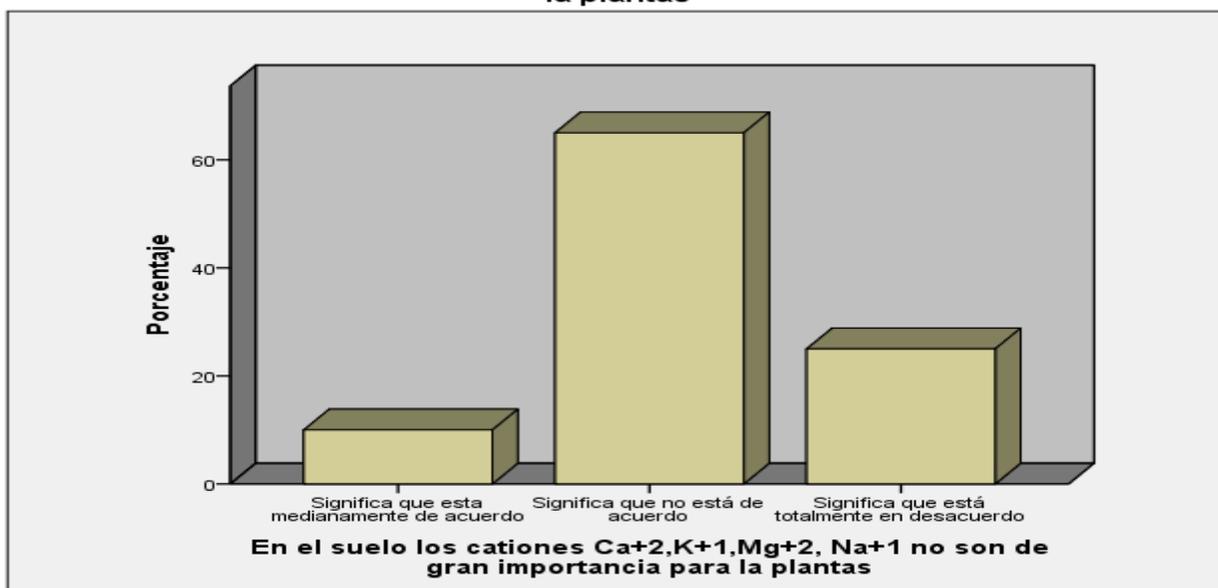


Grafica 33: Pregunta 4 Cuestionario Final

En la **pregunta 4** se observa que el 90% no está de acuerdo y está totalmente en desacuerdo con la siguiente pregunta, lo cual se evidencia que los estudiantes no están de acuerdo con esta pregunta, entonces esos 90% de los estudiantes consideran que el pH es importante para la agricultura y el intercambio catiónico en el suelo, es así que se puede decir que se mejoró la comprensión ya que relacionan, aplican y contextualizan los conceptos aumentando el nivel epistémico, de contenido y la resolución de problemas. Perkins, (1995).

PREGUNTA 6:

En el suelo los cationes Ca^{2+} , K^{+} , Mg^{2+} , Na^{+} no son de gran importancia para la plantas

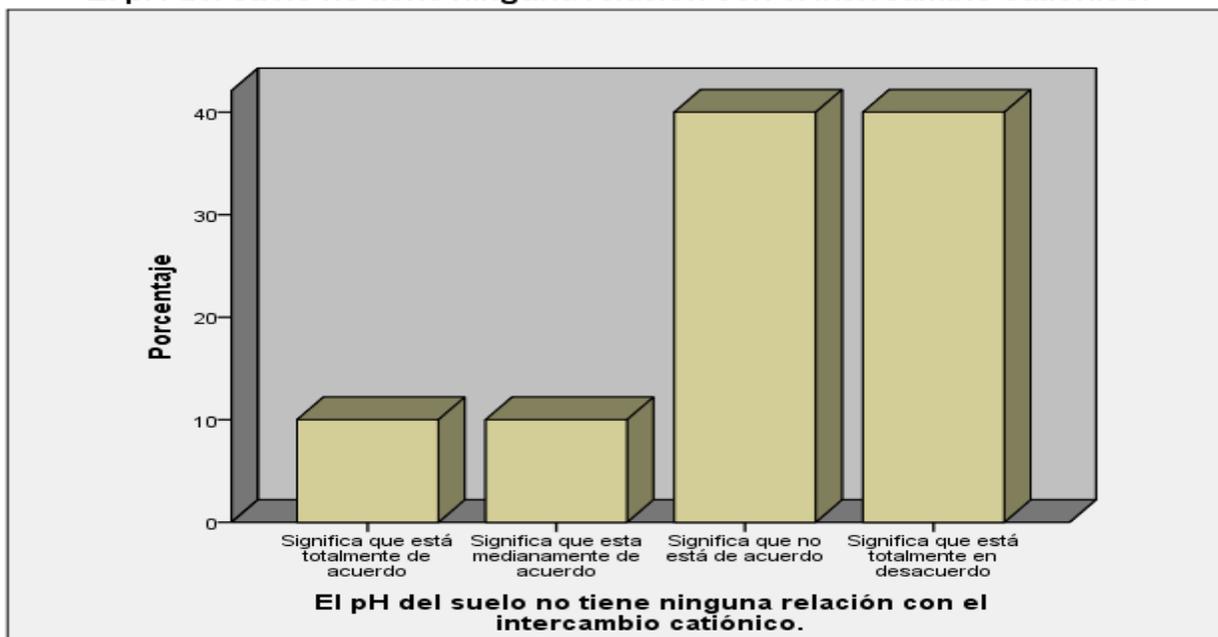


Grafica 34: Pregunta 6 Cuestionario Final

La **pregunta 6** se observa que el 90% de los estudiantes no están de acuerdo con la siguiente pregunta, lo cual se puede indicar que esos 90% de los estudiantes comprendieron la importancia del intercambio catiónico en el desarrollo de las plantas y la fertilidad del suelo, es así que los estudiantes relacionaron, contextualizaron, aplicaron y interpretaron, mejorando el nivel epistémico, resolución de problemas y de contenido. Perkins, (1995).

PREGUNTA 12:

El pH del suelo no tiene ninguna relación con el intercambio catiónico.

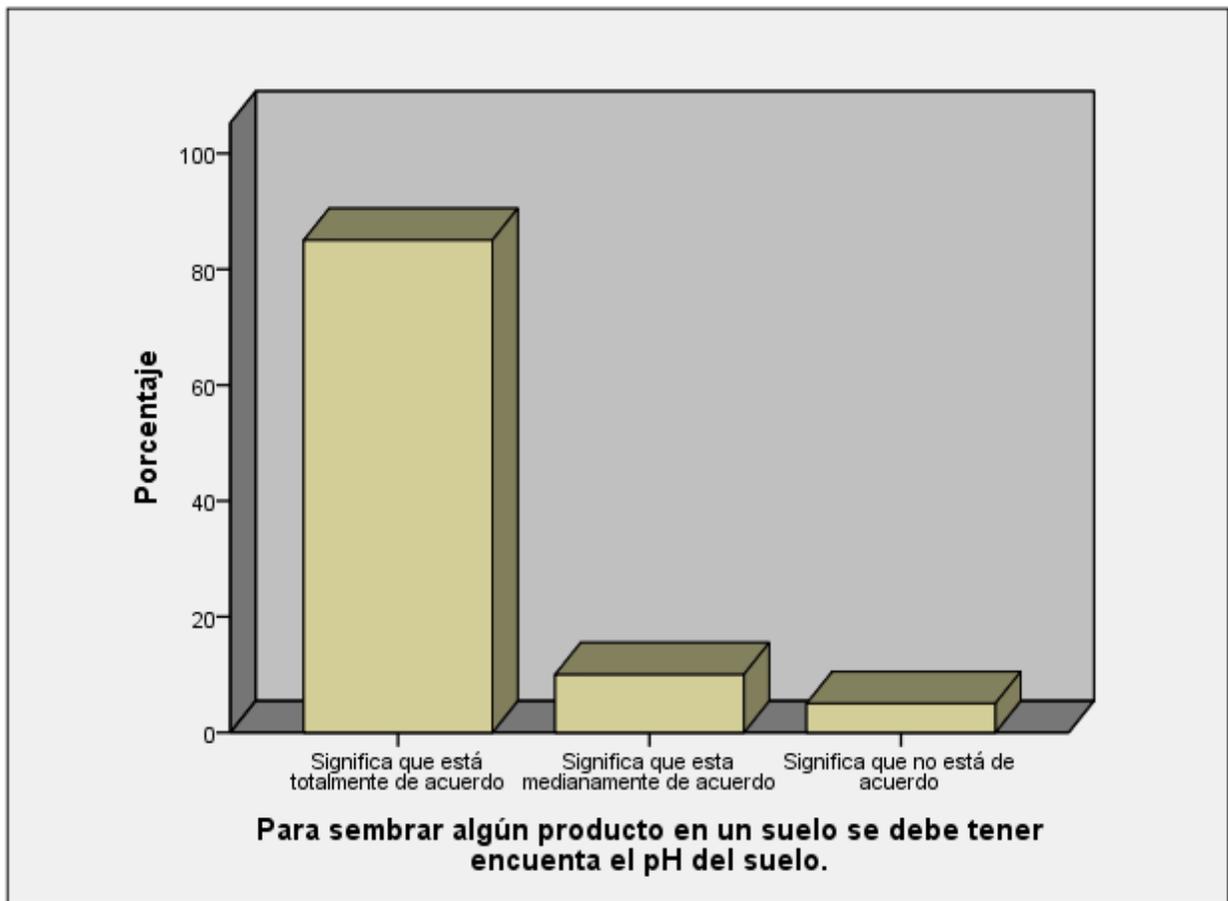


Grafica 35: Pregunta 12 Cuestionario Final

La **pregunta 12** el 80% no está de acuerdo y totalmente en desacuerdo con esta pregunta, lo cual se puede evidenciar que el 80% de los estudiantes relacionan el pH con el intercambio catiónico como importantes en la fertilidad, las propiedades y características del suelo, es así que presenta una relación, aplicación, contextualización y interpretación mejorando la comprensión de los conceptos. Perkins, (1995).

PREGUNTA 14:

Para sembrar algún producto en un suelo se debe tener en cuenta el pH del suelo.

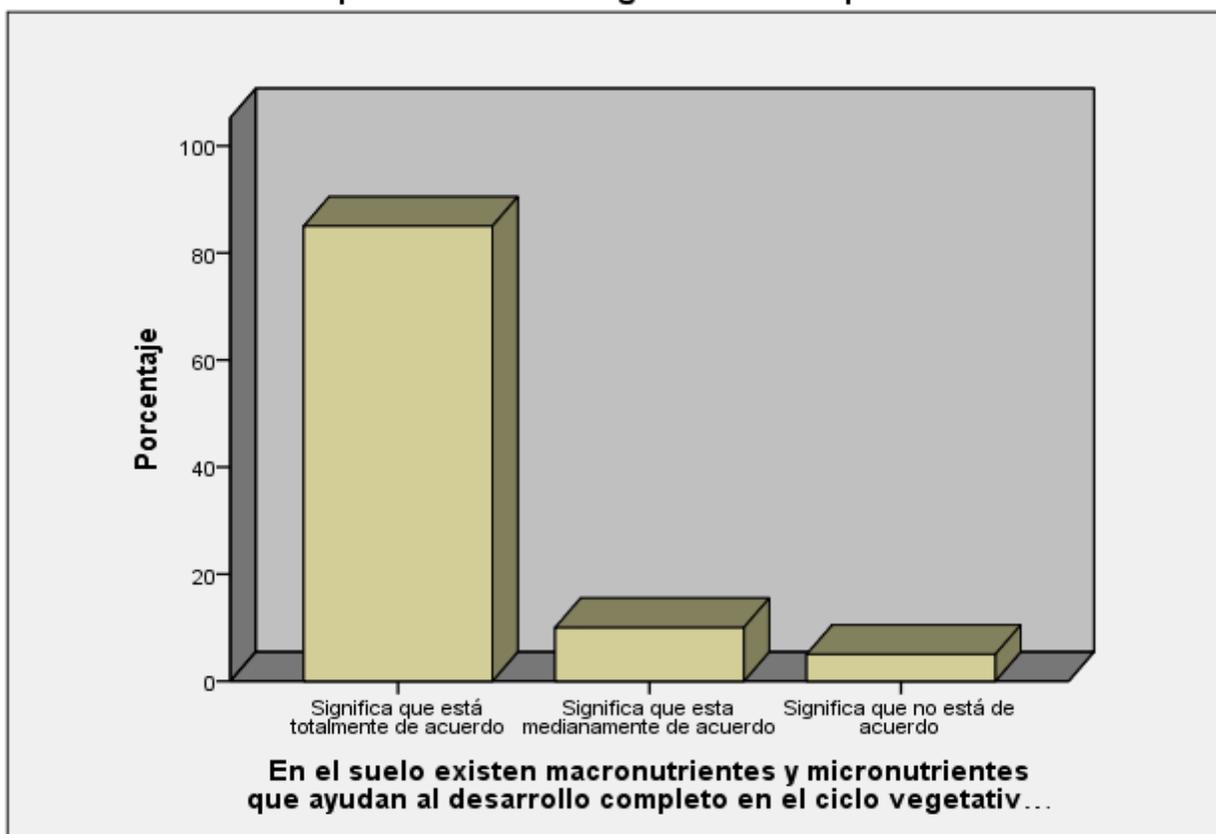


Grafica 36: Pregunta 14 Cuestionario Final

En la **pregunta 14** se observa que el 95% de los estudiantes están de acuerdo y totalmente de acuerdo con esta pregunta, lo cual se puede decir que relacionan, aplican, contextualizan y interpretan el pH en la siembra de productos agrícolas en su importancia en esa producción en los suelos, aumentando su nivel de comprensión ya que mejoraron el nivel epistémico, de contenido y resolución de problemas. Perkins, (1995).

PREGUNTA 15:

En el suelo existen macronutrientes y micronutrientes que ayudan al desarrollo completo en el ciclo vegetativo de las plantas.



Gráfica 37: Pregunta 15 Cuestionario Final

En la **pregunta 15** se analiza que el 95% de los estudiantes están de acuerdo y totalmente de acuerdo con la pregunta, lo cual se evidencia que existen macronutrientes y micronutrientes para el desarrollo de las plantas, mejorando la comprensión ya que relacionan, aplican y contextualizan con los conceptos pH y Intercambio Catiónico aumentando el nivel epistémico, de contenido y resolución de problemas. Perkins, (1995).

Según las gráficas presentadas de las preguntas 4, 6, 12, 14, y 15 se puede indicar que aproximadamente el 85% de los estudiantes conocen la importancia del pH y el Intercambio Catiónico con el suelo en relación con la buena fertilidad del suelo para saber sus ventajas en las buenas cosechas o malas cosechas, conociendo la relación, la aplicación, contextualización y ejemplificación en los niveles epistémico, de resolución de problemas y de contenido para generar una buena comprensión. Perkins, (1995).

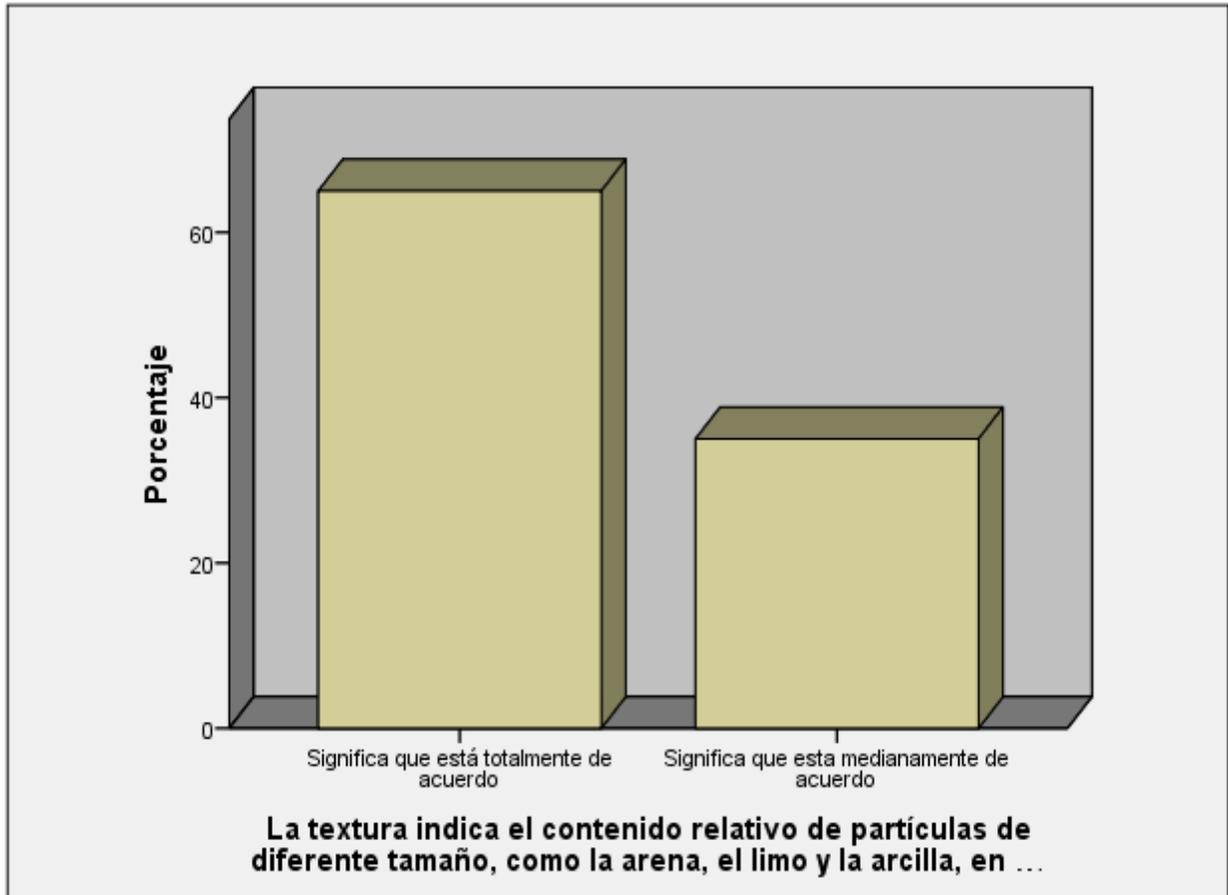
TEXTURA, PERMEABILIDAD Y POROSIDAD.

Las preguntas que relacionan la textura, permeabilidad y porosidad del suelo son la 5 y 10.

ANALISIS DE GRAFICAS:

PREGUNTA 5:

La textura indica el contenido relativo de partículas de diferente tamaño, como la arena, el limo y la arcilla, en el suelo. La textura tiene que ver con la facilidad con que se puede trabajar el suelo, la cantidad de agua y aire que retiene y la velocidad

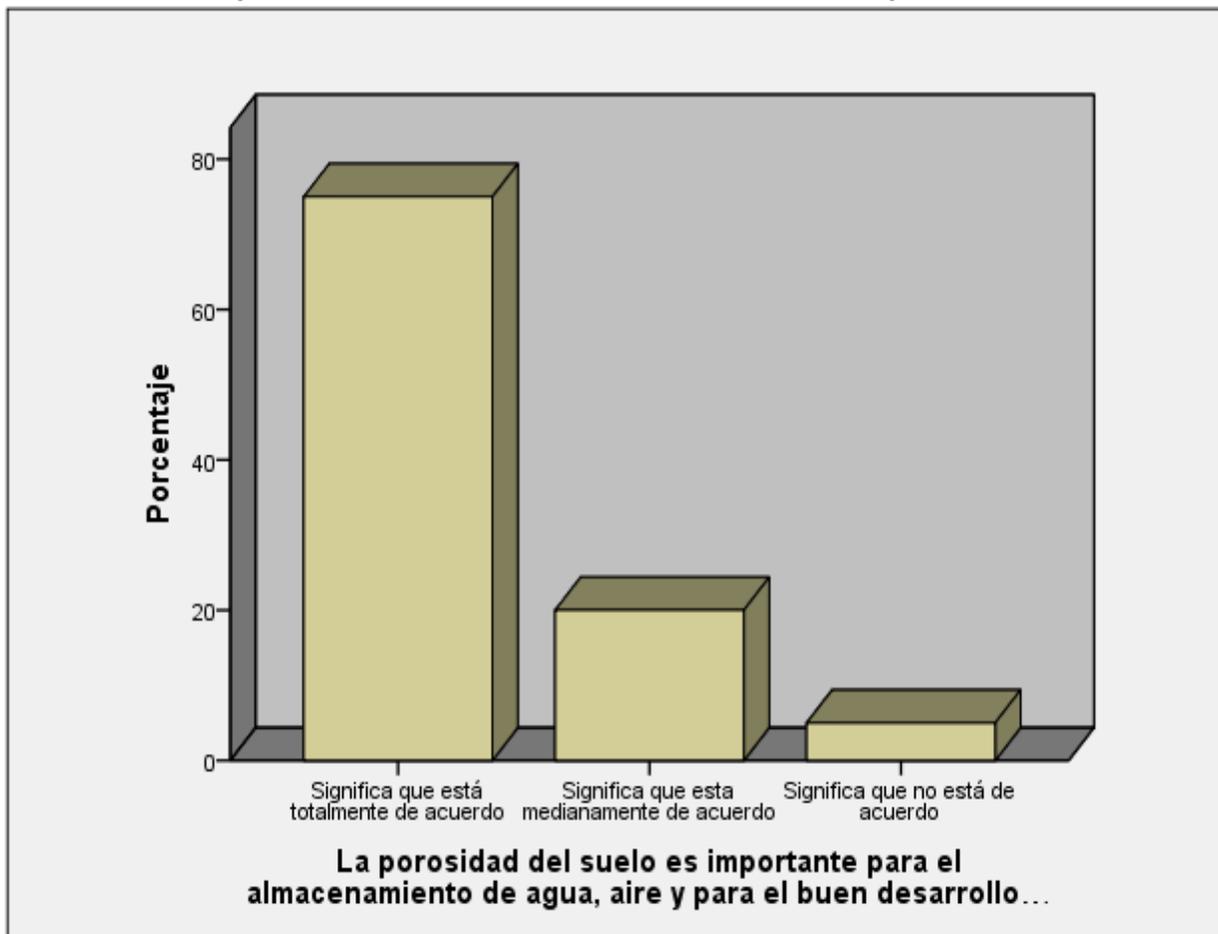


Grafica 38: Pregunta 5 Cuestionario Final

En la **pregunta 5** se evidencia que un 95% de los estudiantes reconoce las características, composición de la textura de los suelos y su relación con la permeabilidad, es así se puede indicar que los estudiantes relacionan, aplican, contextualizan e interpretan ya que relacionan la textura con la permeabilidad para trabajar el suelo. Perkins, (1995).

PREGUNTA 10:

La porosidad del suelo es importante para el almacenamiento de agua, aire y para el buen desarrollo de las raíces de las plantas



Grafica 39: Pregunta 10 Cuestionario Final

La **pregunta 10** se puede indicar que el 95% de los estudiantes reconocen el concepto de porosidad ya que lo relaciona con el almacenamiento de agua, aire y para el buen desarrollo de las plantas, se puede evidenciar que relacionan, aplican, contextualizan y interpretan para mejorar la comprensión de los conceptos. Perkins, (1995).

Según las gráficas presentadas de las preguntas 5 y 10 se puede indicar que aproximadamente el 95% de los estudiantes reconocen la importancia de la textura, permeabilidad y porosidad en suelo y en relación con su fertilidad, mejorando la comprensión en su aplicación, contextualización y interpretación en el nivel epistémico, de contenido y resolución de problemas. Perkins, (1995).

FERTILIDAD Y EROSIÓN

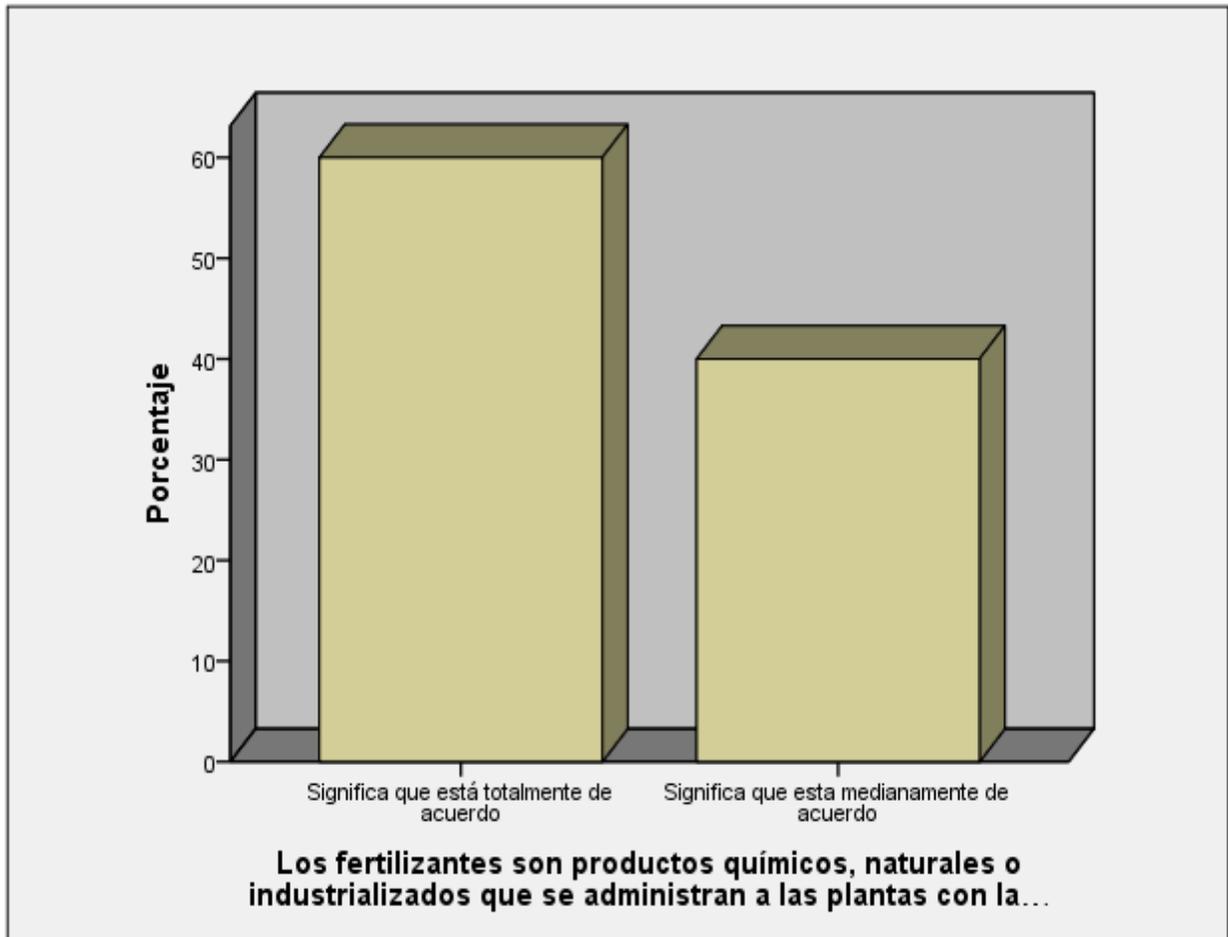
Las preguntas que relacionan la fertilidad y la Erosión del suelo son 11, 16, 17 y 18.

ANÁLISIS DE GRÁFICAS

:

PREGUNTA 11:

Los fertilizantes son productos químicos, naturales o industrializados que se administran a las plantas con la intención de optimizar su crecimiento.

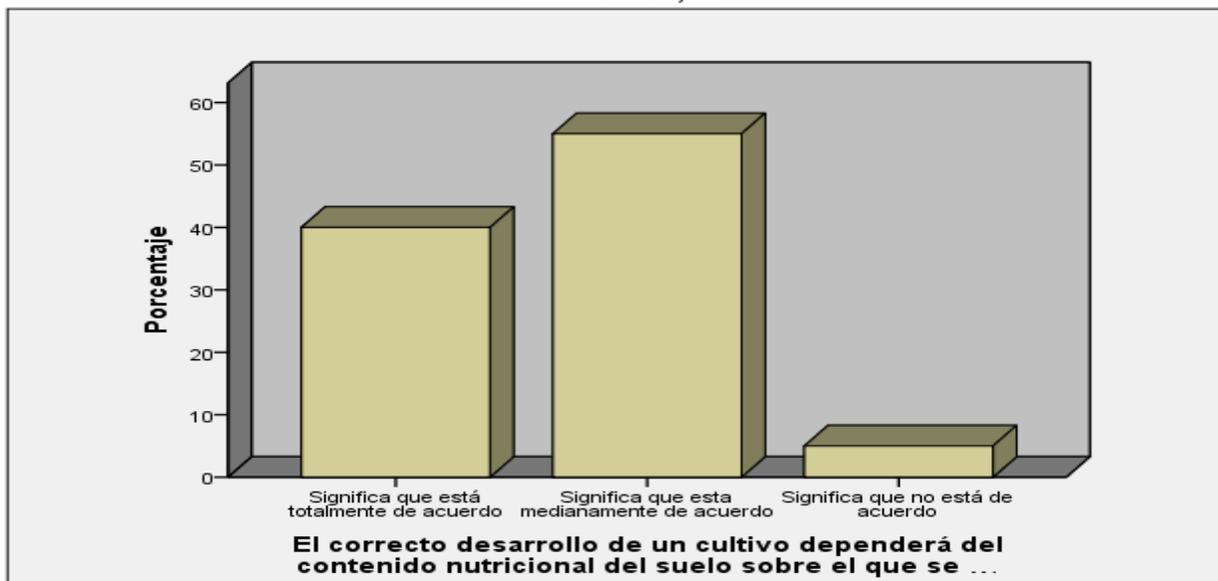


Gráfica 40: Pregunta 11 Cuestionario Final

En la **pregunta 11** se indica que el 100% de los estudiantes está totalmente de acuerdo y medianamente de acuerdo con la pregunta, ya que reconocen el concepto de fertilizante para optimizar el crecimiento de las plantas relacionando, aplicando, contextualizando y interpretándolo con la fertilidad, las propiedades químicas y físicas del suelo. Perkins, (1995).

PREGUNTA 16:

El correcto desarrollo de un cultivo dependerá del contenido nutricional del suelo sobre el que se desarrolla, pero la cantidad de nutrientes a añadir al suelo no depende solo del estado químico del suelo, sino también de factores como el clima local, la

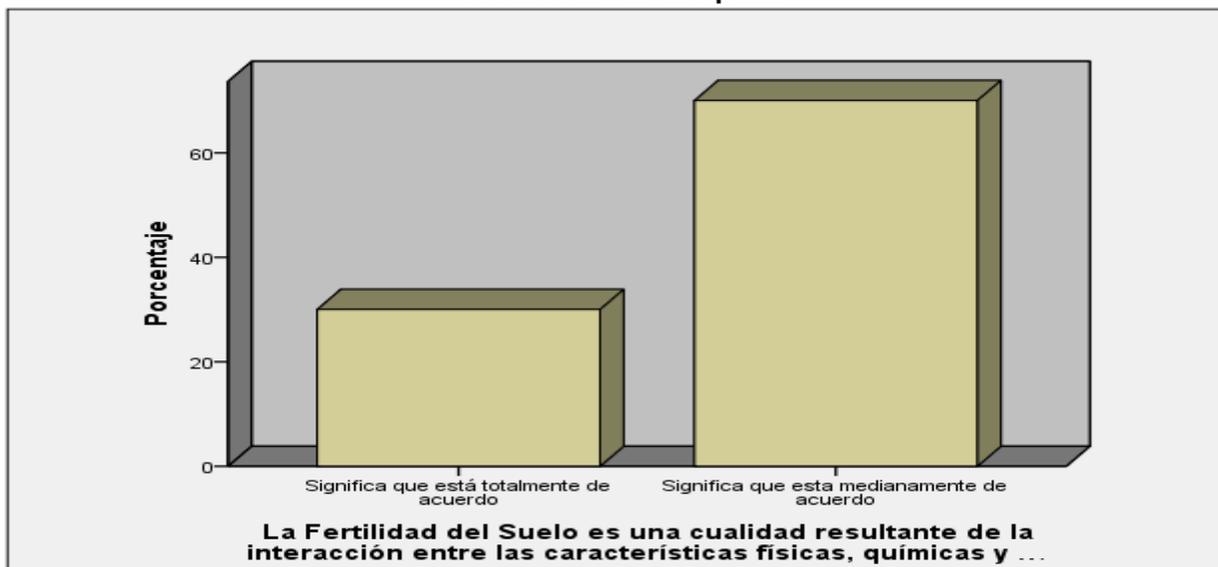


Grafica 41: Pregunta 16 Cuestionario Final

En la **pregunta 16** se evidencia que el 95% de los estudiantes reconocen que los cultivos depende de muchos factores como la cantidad de nutrientes, del clima, de la estructura y actividad microbiológica del suelo, lo cual se puede indicar que los estudiantes relacionan, aplican, contextualizan y interpretan mejorando la comprensión de los conceptos. Perkins, (1995).

PREGUNTA 17:

La Fertilidad del Suelo es una cualidad resultante de la interacción entre las características físicas, químicas y biológicas del mismo y que consiste en la capacidad de poder suministrar condiciones necesarias para el crecimiento y desarrollo de las plan

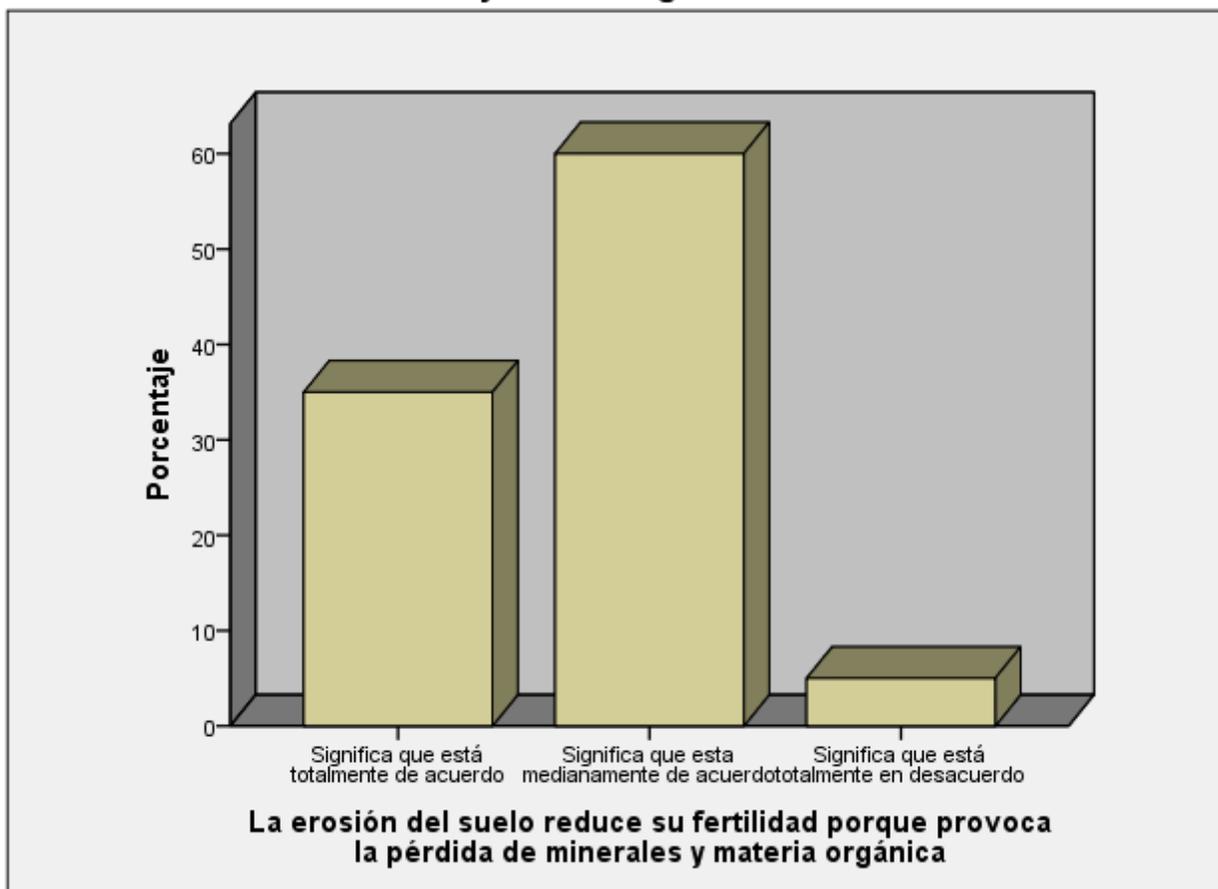


Grafica 42: Pregunta 17 Cuestionario Final

En la **pregunta 17** que el 100% de los estudiantes está totalmente de acuerdo y medianamente de acuerdo con la pregunta, se puede evidenciar que los estudiantes reconocen la relación, la aplicabilidad, la contextualización y la interpretación de la fertilidad del suelo con las propiedades físicas y químicas estudiadas mejorando la comprensión de los conceptos. Perkins, (1995).

PREGUNTA 18:

La erosión del suelo reduce su fertilidad porque provoca la pérdida de minerales y materia orgánica



Grafica 43: Pregunta 18 Cuestionario Final

La **pregunta 18** se reconoce que el 95% de los estudiantes aclaran el concepto de la erosión y lo relacionan, aplican, interpretan y contextualizan con la fertilidad, la materia Orgánica y los minerales del suelo. Perkins, (1995).

Según las gráficas presentadas de las preguntas 11, 16, 17 y 18 se puede indicar que aproximadamente el 90% de los estudiantes comprenden la importancia de la fertilidad del suelo y su función, en sus características y también el término de la erosión como un factor de pérdida de la fertilidad y de componentes Orgánicos como Inorgánicos presentes en el suelo, relacionan, aplican, interpretan y contextualizan en el nivel epistémico, de contenido y resolución de problemas. Perkins, (1995).

7.2 CONCLUSIONES

De acuerdo con el problema y los objetivos planteados en esta investigación a continuación se presentan las principales conclusiones obtenidas:

- ✓ En la indagación de los conceptos previos en los estudiantes sobre con los tópicos generativos asociado al estudio del suelo y su fertilidad como textura, permeabilidad, porosidad, color, Intercambio catiónico y pH se presentó dificultades de comprensión y aprendizaje de los conceptos evaluados.
- ✓ A partir de la implementación de la propuesta, se presentó un aumento en el aprendizaje de las propiedades físicas y químicas propuestas como parámetros de fertilidad del suelo como textura, permeabilidad, porosidad, color, Intercambio Catiónico y pH.
- ✓ El abordaje de estos conceptos estudiados relacionados con el suelo y su fertilidad desde el contexto de los estudiantes mejoraron significativamente la comprensión.
- ✓ A partir de los conceptos aprendidos, los estudiantes los pueden aplicar, contextualizar, ejemplificar, generalizar, explicar, justificar y comparar mejorando el nivel epistémico, nivel de resolución de problemas y el nivel de investigación, fundamentado en el marco de la Enseñanza para la Comprensión.

7.3 RECOMENDACIONES

- En primer lugar se requiere más tiempo para realizar un seguimiento a una siembra del algún alimento para poder relacionarlo con los conceptos aprendidos.
- Se recomienda que cada estudiante tenga su cartilla en un computador portátil y que haya internet de banda ancha.
- Realizar trabajos interdisciplinarios y transdisciplinarios para abordar el mismo tópico generativo y fomentar los abordajes de las problemáticas contextuales de carácter ambiental.

7.4. BIBLIOGRAFIA

ABOLLINO, O., ACETO, M., MALANDRINO, M., MENTASTE, E., SARZANINI, C. Y BARBERIS, R. 2002. Distribution and Mobility of Metals in Contaminated Sites. Chemometric Investigation of Pollutant Profiles. *Environmental Pollution*, 119, p. 177.

ALLOWAY, B.J., 1995. *Heavy Metals in Soils*. Blackie Academic & Professional. Londres. 370 pp.

BURT, R., WILSON, M.A., KECK, T.J., DOUGHERTY, B.D., STROM, D.E., LINDAHL, J.A., 2003. Trace Element Speciation in Selected Smelter-Contaminated Soils in Anaconda and Deer Lodge Valley, Montana, USA. *Advances in Environmental Research*, 8, pp. 51-67.

BUSTAMANTE ALONSO, I. Y P. CORRAL BARBERO, 1999. Laboratorio de Análisis Agrícola I.N.E.A. INEA.

BLYTHE, Tina. (1998), *La enseñanza para la comprensión. Guía para el docente*. Buenos Aires, Paidós.

CARLOS DORRONSORO FERNÁNDEZ, Catedrático de Edafología y Química Agrícola Departamento de Edafología y Química Agrícola Universidad de Granada, *Introducción a la Edafología Adaptado y reeditado por Manuel Erazo Parga Profesor Universidad Pedagógica Nacional Bogotá Marzo de 2005*.

GARDNER, H. (2000), *La educación de la mente y el conocimiento de las disciplinas. Lo que todos los estudiantes deberían comprender*. Barcelona, Paidós.

GARCÍA, I., DORRONSORO, C. 2005. Contaminación por Metales Pesados. En *Tecnología de Suelos*. Universidad de Granada. Departamento de Edafología y Química Agrícola. <http://edafologia.ugr.es/conta/tema15/introd.htm>.

HAN, F.X., BANIN, A., KINGERY, W.L., TRIPLETT, G.B., ZHOU, L.X., ZHENG, S. J., DING, W.X., 2003. New Approach to Studies of Heavy Metal Redistribution in Soil. *Advances in Environmental Research*, 8, pp. 113-120.

LOMBARDI, Graciela (2003) "Enseñanza para la comprensión". En: C.A.P.A.C.Y.T. Área de elaboración de materiales. Buenos Aires, C.A.P.A.C.Y.T. PERKINS, David. (1998), *¿Qué es la comprensión?* En: STONE WISKE, Martha (comp.). *La Enseñanza para la Comprensión: vinculación entre la investigación y la práctica*. Quilmes, Paidós.

MARTIN, C.W. 2000. Heavy Metals Trends in Floodplain Sediments and Valley Fill. *Catena* 39, 53-68.

PATIÑO Sandra, *Enseñanza para la Compresion: Propuesta metodológica centrada en el aprendizaje del estudiante*. Revista Humanizarte Año 5 N. 8 2012. Bogota, Colombia.

PAGNANELLI, F., MOSCARDINI, E., GIULIANO, V., TORO, L. 2004. Sequential Extraction of Heavy Metals in River Sediments of an Abandoned Pyrite Mining Area: Pollution Detection and Affinity Series. *Environmental Pollution*, 132, pp. 189 201.

PERKINS, David & BLYTHE, Tina. (2005. Vol. 14, No. Abril).Ante todo, la comprensión. En: Revista Magisterio Educación y Pedagogía, Bogotá VÁSQUEZ Recio, Rosa. “Enseñanza para la comprensión: el caso de la Escuela Rural de Bolonia (Cádiz, España)”. En: Revista Iberoamericana de Educación. sept.dic.2011, n. 57, pp. 183-202.

PERKINS, D (1999). ¿Qué es la Compresión? En Wiske, M S (Ed.) La Enseñanza para la Compresión, pp 69-9. Buenos Aires: Paidós.

Perkins David (1995),. *La Escuela Inteligente. Del adiestramisnto de la memoria a la educación de la mente* Ed. Gedisa, Barcelona.

PINEDA, H. R. 2004. Presencia de Hongos Micorrízicos Arbusculares y Contribución de *GlomusIntraradices* en la Absorción y Translocación de Cinc y Cobre en Girasol (*Helianthus Annuus L.*) Crecido en un Suelo Contaminado con Residuos de Mina. Tesis para Obtener el Grado de Doctor en Ciencias Universidad de Colima. Tecoman, Colima.

SAUQUILLO, A., RIGOL, A. Y RAURET, G. 2003. Overview of the use of Leaching/Extraction Tests for Risk Assessment of Trace Metals in Contaminated Soils and Sediments. Trends in Analytical Chemistry, 22, pp. 152-159.

Stone Wiske, Martha (1999), *La enseñanza para la comprensión- vinculación entre la investigación y la práctica* .Ed Paidós, Buenos Aires.

WANG, Y. P., Y CHAO, C.C. 1992. Effects of Vesicular- Arbuscular Mycorrhizae and Heavy Metals on the Growth of Soybean and Phosphate and Heavy Metal Uptake by Soybean in Major Soil Groups of Taiwan. J. Agric. Assoc. China New. Ser. 157, 6-20.

ANEXO 1: CUESTIONARIO SOBRE CONOCIMIENTOS PREVIOS DE LOS ESTUDIANTES

UNIVERSIDAD PEDAGOGICA NACIONAL

FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGIA

DEPARTAMENTO DE QUIMICA

MAESTRIA DOCENCIA DE LA QUIMICA

**EL SUELO Y SU FERTILIDAD: UNA VISIÓN DESDE LA ENSEÑANZA PARA LA
COMPRESIÓN EN UNA HUERTA ESCOLAR**

**CUESTIONARIO SOBRE CONOCIMIENTOS PREVIOS PARA ESTUDIANTES DEL
COLEGIO DISTRITAL JUAN REY DE LA CIUDAD DE BOGOTA**

NOMBRE: _____ CURSO: _____ EDAD: _____

El cuestionario que se presenta a continuación sobre algunas situaciones o conocimientos de temas específicos del suelo y su fertilidad. Por favor leer cuidadosamente las situaciones y responda marcando con una X de acuerdo sus conocimientos u opinión personal, en donde:

1. Significa que está totalmente de acuerdo.
2. Significa que esta medianamente de acuerdo.
3. Significa que no está de acuerdo.
4. Significa que está totalmente en desacuerdo.
5. Significa que no sabe o no responde.

Nro	SITUACIONES	1	2	3	4	5
1	Se conoce como suelo la parte superficial de la corteza terrestre, conformada por minerales y partículas orgánicas producidas por la acción combinada del viento el agua y procesos de desintegración orgánica.					
2	Los suelos presentan idénticas características en los climas fríos y cálidos.					
3	El suelo está formado por varios componentes: rocas, arena, arcilla, humus o materia orgánica en descomposición, minerales y otros elementos en diferentes proporciones.					
4	El pH en suelo no es importante para la agricultura, ni para el intercambio catiónico.					
5	La textura indica el contenido relativo de partículas de diferente tamaño, como la arena, el limo y la arcilla, en el suelo. La textura tiene que ver con la facilidad con que se puede trabajar el suelo, la cantidad de agua y aire que retiene y la velocidad con que el agua penetra en el suelo y lo atraviesa.					
6	En el suelo los cationes Ca^{+2} , K^{+1} , Mg^{+2} , Na^{+1} no son de gran importancia para la plantas.					

7	La ciencia que estudia el suelo se llama edafología.					
8	El perfil del suelo es el conjunto de capas o horizontes que forman un suelo.					
9	Los colores del suelo dependen de los componentes químicos y naturaleza de la roca madre.					
10	La porosidad del suelo es importante para el almacenamiento de agua, aire y para el buen desarrollo de las raíces de las plantas.					
11	Los fertilizantes son productos químicos, naturales o industrializados que se administran a las plantas con la intención de optimizar su crecimiento.					
12	El pH del suelo no tiene ninguna relación con el intercambio catiónico.					
13	Los factores en la formación del suelo son el clima, tiempo, relieve, la roca y los organismos.					
14	Para sembrar algún producto en un suelo de debe tener en cuenta el pH del suelo.					
15	En el suelo existen macronutrientes y micronutrientes que ayudan al desarrollo completo en el ciclo vegetativo de las plantas.					
16	El correcto desarrollo de un cultivo dependerá del contenido nutricional del suelo sobre el que se desarrolla, pero la cantidad de nutrientes a añadir al suelo no depende solo del estado químico del suelo, sino también de factores como el clima local, la estructura física, la existencia de cultivos previos y presentes, así como de actividad microbiana.					
17	La Fertilidad del Suelo es una cualidad resultante de la interacción entre las características físicas, químicas y biológicas del mismo y que consiste en la capacidad de poder suministrar condiciones necesarias para el crecimiento y desarrollo de las plantas.					
18	La erosión del suelo reduce su <u>fertilidad</u> porque provoca la pérdida de <u>minerales</u> y <u>materia orgánica</u> .					
19	El suelo es considerado como un recurso natural renovable, del cual dependen grandemente las actividades humanas, como la minería, agricultura, ganadería, jardinería, construcción, urbanismo, obras civiles.					

ANEXO2: RÚBRICA PARA EVALUAR EL DISEÑO EXPERIMENTAL CON La V DE GOWIN

Tomado y Adaptado de la GUIA DE PROFESOR DE QUIMICA II EN EL CCH, 2007

ESCALA NUMERICA: 1	ESCALA NUMERICA: 2	ESCALA NUMERICA: 4
NIVEL BAJO: X1	NIVEL MEDIO: X2	NIVEL ALTO: X3
La investigación de la teoría y de los conceptos es incompleta.	La investigación de la teoría y de los conceptos es adecuada.	La investigación de la teoría y de los conceptos es completa.
Indica sólo una o dos de los pasos a seguir.	Sintetiza los pasos a seguir de forma imprecisa.	Sintetiza en forma clara y precisa los pasos a seguir.
Los cálculos matemáticos son incorrectos.	Se indican algunos cálculos matemáticos, pero incompletos.	Indica todos los cálculos matemáticos necesarios.
Registra los datos en tablas, pero no indica unidades o simbología utilizada.	Registra los datos en tablas o cuadros con algunas unidades y/o simbologías.	Registra los datos en tablas o cuadros de acuerdo a las características de los mismos
Tiene dificultad para interpretar los datos registrados.	Interpreta algunos datos de las tablas o cuadros	Interpreta los datos de las tablas o cuadros y establece relaciones entre ellos.
Identifica solamente los fenómenos y acontecimientos evidentes	Identifica los fenómenos y acontecimientos, así como las relaciones entre ellos.	Identifica los fenómenos y acontecimientos, así como las relaciones entre ellos y establece inferencias con base a lo observado.

TOTAL X1+X2+X3= _____

Ubicación en las categorías de cada V Gowin de acuerdo al puntaje obtenido:

ALTO	MEDIO	BAJO
20 a 15	10 a 14	1 a 9

ANEXO 3: RUBRICA: CRITERIOS PARA EVALUAR UN MAPA MENTAL SEGÚN Zambrano (2000).

ASPECTOS	NIVEL BAJO: Escala Numerica:1	NIVEL MEDIO: Escala Numerica:2	NIVEL ALTO: Escala Numerica:4
REPRESENTATIVIDAD: Los estudiantes seleccionaran las teorías o conceptos fundamentales de la unidad seleccionada.			
ANALISIS Y SINTESIS: Los estudiantes extrajeron de manera jerárquicas las ideas de las ordenadoras básicas de la información.			
CREATIVIDAD: Los estudiantes al realizar el mapa utiliza el punto anterior como trampolín para el pensamiento creativo.			
IDEAS PROPIAS: Los estudiantes establecen conexiones entre teoría o conceptos y sus propias ideas.			
CARTOGRAFIA: Los estudiantes usan elementos de la cartografía tales como color, símbolos, flechas, etc.			
SUMA INTEGRAL	X1	X2	X3

TOTAL X1+X2+X3= _____

Ubicación en las categorías del Mapa mental de acuerdo al puntaje obtenido:

ALTO	MEDIO	BAJO
20 a 15	10 a 14	1 a 9

ANEXO 4: RUBRICA: PARA EVALUAR DISCUSIONES EN CLASE Y RETROALIMENTACION Pogré, (2001)

Toma una posición y la fundamenta	Hace preguntas	Hace comentarios	Reconoce las contradicciones y la no pertinencia	Utiliza herramientas que permiten la clarificación	Interactúa apropiadamente con otros
Toma interesantes/originales posturas y las avala con información especialmente buscada para ello	Hace originales/interesantes y adecuadas preguntas	Hace comentarios significativos y relevantes	Las reconoce y puede resolverlas	Usa significativos ejemplos, metáforas. Analogías, contrastaciones para ayudar a clarificar las ideas.	Convoca a otros a la discusión, construye ideas con los demás, no interrumpe.
Toma apropiadas posiciones y las avala con Información.	Hace preguntas pertinentes	Hace comentarios relevantes	Las reconoce	Usa ejemplos, analogías, metáforas y comparaciones	Toma en cuenta las ideas de los demás, no interrumpe.
A veces toma posición, pero no la avala con información relevante.	A veces formula preguntas	A veces interviene con comentarios relevantes	A veces las identifica	A veces se apoya en estas herramientas para clarificar puntos de vista	Por momentos esta desatento o tiene tendencia a monopolizar la palabra.
Raramente o casi nunca toma posición en una discusión	Pocas veces o casi nunca formula preguntas	Casi nunca o nunca realiza comentarios relevantes.	Rara vez o nunca las identifica	Casi nunca o nunca utiliza este tipo de herramientas	No está á atento a la discusión o interrumpe a los demás o provoca situaciones deliberadas de enfrentamiento.

ANEXO 5: CUESTIONARIO FINAL PARA ESTUDIANTES

UNIVERSIDAD PEDAGOGICNA NACIONAL

FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGIA

DEPARTAMENTO DE QUIMICA

MAESTRIA DOCENCIA DE LA QUIMICA

**EL SUELO Y SU FERTILIDAD: UNA VISIÓN DESDE LA ENSEÑANZA PARA LA
COMPRESIÓN EN UNA HUERTA ESCOLAR**

**CUESTIONARIO FINAL PARA ESTUDIANTES DEL COLEGIO DISTRITAL JUAN REY DE
LA CIUDAD DE BOGOTA**

NOMBRE: _____ CURSO: _____ EDAD: _____

El cuestionario que se presenta a continuación sobre algunas situaciones o conocimientos de temas específicos del suelo y su fertilidad. Por favor leer cuidadosamente las situaciones y responda marcando con una X de acuerdo sus conocimientos u opinión personal, en donde:

1. Significa que está totalmente de acuerdo.
2. Significa que esta medianamente de acuerdo.
3. Significa que no está de acuerdo.
4. Significa que está totalmente en desacuerdo.
5. Significa que no sabe o no responde.

Nro	SITUACIONES	1	2	3	4	5
1	Se conoce como suelo la parte superficial de la corteza terrestre, conformada por minerales y partículas orgánicas producidas por la acción combinada del viento el agua y procesos de desintegración orgánica.					
2	Los suelos presentan idénticas características en los climas fríos y cálidos.					
3	El suelo está formado por varios componentes: rocas, arena, arcilla, humus o materia orgánica en descomposición, minerales y otros elementos en diferentes proporciones.					
4	El pH en suelo no es importante para la agricultura, ni para el intercambio catiónico.					
5	La textura indica el contenido relativo de partículas de diferente tamaño, como la arena, el limo y la arcilla, en el suelo. La textura tiene que ver con la facilidad con que se puede trabajar el suelo, la cantidad de agua y aire que retiene y la velocidad con que el agua penetra en el suelo y lo atraviesa.					
6	En el suelo los cationes Ca^{+2} , K^{+1} , Mg^{+2} , Na^{+1} no son de gran importancia para la plantas.					

7	La ciencia que estudia el suelo se llama edafología.					
8	El perfil del suelo es el conjunto de capas o horizontes que forman un suelo.					
9	Los colores del suelo dependen de los componentes químicos y naturaleza de la roca madre.					
10	La porosidad del suelo es importante para el almacenamiento de agua, aire y para el buen desarrollo de las raíces de las plantas.					
11	Los fertilizantes son productos químicos, naturales o industrializados que se administran a las plantas con la intención de optimizar su crecimiento.					
12	El pH del suelo no tiene ninguna relación con el intercambio catiónico.					
13	Los factores en la formación del suelo son el clima, tiempo, relieve, la roca y los organismos.					
14	Para sembrar algún producto en un suelo de debe tener en cuenta el pH del suelo.					
15	En el suelo existen macronutrientes y micronutrientes que ayudan al desarrollo completo en el ciclo vegetativo de las plantas.					
16	El correcto desarrollo de un cultivo dependerá del contenido nutricional del suelo sobre el que se desarrolla, pero la cantidad de nutrientes a añadir al suelo no depende solo del estado químico del suelo, sino también de factores como el clima local, la estructura física, la existencia de cultivos previos y presentes, así como de actividad microbiana.					
17	La Fertilidad del Suelo es una cualidad resultante de la interacción entre las características físicas, químicas y biológicas del mismo y que consiste en la capacidad de poder suministrar condiciones necesarias para el crecimiento y desarrollo de las plantas.					
18	La erosión del suelo reduce su <u>fertilidad</u> porque provoca la pérdida de <u>minerales</u> y <u>materia orgánica</u> .					
19	El suelo es considerado como un recurso natural renovable, del cual dependen grandemente las actividades humanas, como la minería, agricultura, ganadería, jardinería, construcción, urbanismo, obras civiles.					

