

# RELACIÓN ENTRE MATERIALES GEOLÓGICOS Y LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DE LOS SUELOS <sup>1</sup>

ENCINA ROJAS, A. <sup>2</sup>  
E. IBARRA, J. E. <sup>3</sup>  
MORENO, H. <sup>4</sup>

## ABSTRACT

The present study was done during the year 2005 in the influence area of Ybytyruzú mountains, Department of Guairá, located to the south east of Asunción. During the study field and laboratory works were done. The main objective was to identify the effects produced by basaltic rocks and sandstone rocks over physical and chemical properties of mineral soils. The results showed clear differences between soil formed from basalt and soil formed from sandstone. Grosse texture is common in soils originated from sandstone and fine texture is dominant in soil formed from basalt. The result about chemical aspects showed a lower level of pH in soil formed from sand stone than soils originated from basalt. The amount of organic matter, phosphorus and base sum were lower in soil formed from sand stone and higher in soil originated from basalt. Other physical properties that were studied by using field methods showed very low plasticity and non sticky for soils originated from sand stone. However in soils originated from basalt the plasticity and sticky was high. Pore size was mainly coarse and very coarse for soil originated from sand stone, although pore size for those soils originated from basalt was fine to medium.

**KEY WORDS:** Parent material, Sand stone, basalt, soil texture, pH, organic matter.

## RESUMEN

El presente estudio fue realizado en la zona de influencia de la cordillera del Ybytyruzú en el Departamento de Guairá, localidad ubicada al sureste de Asunción. El objetivo principal de la presente investigación fue identificar los principales efectos que producen la roca basáltica y la roca arenisca sobre las propiedades físicas y químicas de los suelos formados a partir de ellas. La metodología aplicada en este estudio consistió en trabajos de campo y análisis laboratorial de las muestras obtenidas. Los resultados indican marcada diferencia, tanto en las propiedades físicas y químicas, entre los suelos originados de rocas sedimentarias – arenisca y suelos originados de rocas ígneas – basalto. La textura gruesa es dominante para suelos originados de arenisca, mientras que la textura fina predomina en suelos originados de basalto. Utilizando el método del tacto también se identificó importantes diferencias en la plasticidad y pegajosidad de suelos originados de rocas sedimentarias – areniscas fue muy baja en relación a suelos originados de roca basáltica. La estructuración también fue más débil en suelos de textura gruesa en comparación a suelos de textura fina. En cuanto al tamaño de poros se puede mencionar que los suelos de textura gruesa, con predominancia de arena presentan mayor cantidad de macroporos en comparación a suelos de textura fina en donde se observó mayor cantidad de microporos. En relación a los aspectos químicos, el pH en suelos originados de rocas sedimentarias presenta menor rango en relación a los suelos originados de basalto. En cuanto a la acidez intercambiable, el nivel fue mayor en suelos originados de roca sedimentarias que los suelos de textura fina. Las sumas de bases, el contenido de materia orgánica y el nivel de fósforo sin embargo presentaron rangos menores para suelos de textura gruesa en relación a los suelos de textura fina.

**PALABRAS CLAVE:** Roca madre, arenisca, basalto, textura del suelo, pH, materia orgánica.

<sup>1</sup> Trabajo de Investigación del Departamentos de Suelo y Ordenamiento Territorial y la Carrera de Ingeniería Ambiental de la Facultad de Ciencias Agrarias (FCA) - Universidad Nacional de Asunción (UNA).

<sup>2</sup> Docente Investigador del Departamento de Suelo y Ordenamiento Territorial FCA/UNA. arencina2000@yahoo.es

<sup>3</sup> Docente Investigador de la Carrera de Ingeniería Ambiental FCA/UNA.

<sup>4</sup> Docente Investigador del Departamento de Suelo y Ordenamiento Territorial FCA/UNA.

## INTRODUCCIÓN

El suelo es el resultado de la desintegración física, química y mineralógica de la roca madre. El tipo o la calidad del material parental tiene una influencia marcada en el resultado final, es decir sobre las propiedades físicas y químicas del suelo originado. Según Buol et.al. (1988); Nieuwenhuys, A y Harbottle, G. (1997); FAO.Org. (2008); Madrimasd (2008); Telepolis (2008); Astronomía (2008), Encarta (2008); Natura educa (2008) Wikipedia (2008); Quiñónez Iglesia (2008), Samudio Arce (2008) los cambios son muy notorios, hasta espectaculares si se quiere, al tratarse de la edafización (formación del suelo) de una roca ígnea, con mineralogía, textura y micro estructura muy diferentes de las que presentan los suelos cuyo material original es una roca sedimentaria que producen suelos menos espectaculares (Birkeland (1.984). Según Buol et.al. (1988); Monografía Trabajo 12 y Monografía Trabajo 15 (2008). Fortunecity (2008) dice que las areniscas generalmente producen suelos con textura gruesa y son sumamente permeables. Desde el punto de vista químico presentan bajo contenido de bases, nutrientes y pH. Así mismo Birkeland (1.984) menciona que los suelos de origen sedimentario, arenisca, poseen buena aireación y son pobres en nutrientes. Malagon Castro, D. (1995) encontró que los suelos de Colombia originados de rocas areniscas presentan textura gruesa, buena permeabilidad, pero son pobres en nutrientes y poseen baja capacidad para retener humedad. Según Caron, J. et.al. (1996) y Patrick et.al. (2002) la estructuración de suelos es mejor en suelos originados de rocas ígneas, basalto en comparación suelos originados de areniscas. Según Azooz (1996) y Summerfield, M. (1991) y Grahan (1997) la roca madre que dio origen a un suelo tiene influencias muy importantes en los aspectos físicos del suelo. Todos estos trabajos previos demuestran la influencia del tipo de material parental sobre las características del suelo producido por lo tanto el objetivo de este trabajo es identificar el efecto que tienen los principales materiales parentales o roca madre sobre las propiedades físicas y químicas de los suelos.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio fue realizado en la zona de influencia de la cordillera del Ybytyruzu, Departamento del Guairá República del Paraguay en el año 2005. La investigación fue efectuada considerando dos tipos de rocas; rocas ígneas extrusivas representadas por el tipo basalto alcalino y por rocas sedimentarias del tipo arenisca de grano fino a medio. El basalto alcalino se caracteriza por ser rico en potasio e incluyen rocas intrusivas, subefusivas, diques y rocas volcánicas. Las mismas incluyen basaltos de la formación Alto Paraná con edades de 130 millones de años (m.a) del periodo Jurásico/Cretácico. Los tipos de rocas sedimentarias más comunes en la zona de estudio son arenisca de la formación Misiones de los periodos Triásico/Jurásico (240 m.a); sedimentitas del Grupo Independencia del Periodo Pérmico (245 m.a) y las rocas de la forma-

ción Coronel Oviedo del Periodo Carbonífero (290 m.a) (Bitchene y Lippolt, 1985). Las principales propiedades consideradas para ubicar y delimitar las unidades cartográficas fueron el relieve, la topografía, el material de origen, cobertura vegetal, condiciones de drenaje, pedregosidad y rocosidad. Una vez seleccionado el lugar representativo de cada unidad cartográfica se procedió a la apertura, observación y descripción de perfiles o calicatas, barrenadas simples, observaciones detalladas y observaciones complementarias. Durante el trabajo de campo se procedió a la apertura de 9 calicatas (tres correspondieron a suelos originados de basalto y seis calicatas a suelos originados de arenisca). Las calicatas son fosas que se abren en el terreno en forma manual (utilizando palas), con 2.0 m de profundidad, 1.5 m de largo y 1.20 m de ancho. La descripción de perfil se registró en una planilla de campo y las características morfológicas de los suelos por horizontes, tales como textura al tacto, color por comparación con la tabla de colores Munsell, estructura, consistencia, porosidad, concreciones, contenido de raíces, límite entre horizontes, etc. También se realizó barrenadas simples que son perforaciones, de hasta 1,50 metros de profundidad o más según variaciones locales de los suelos.

Los suelos se describieron según la «Guía para descripción de perfiles del Soil Survey Staff», 1993 y el «Manual Básico para Descripción de Perfiles de Suelos»; Encina (2005).

La identificación de tamaño de los poros, macroporos y microporos, en los perfiles estudiados se realizó mediante el uso de lupa con capacidad de aumento hasta 10 veces.

Las muestras extraídas de los perfiles fueron remitidas y analizadas en el laboratorio de suelos del departamento de Suelos y Ordenamiento Territorial de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asunción. Las muestras recibidas fueron secadas al aire libre, molidas y tamizadas, separándose las fracciones menores de 2 mm. En esta fracción se efectuaron las siguientes determinaciones: Granulometría: método de bouyoucos, pH; acidez potencial: (Al + H); bases de cambio: Ca<sup>++</sup>, Mg<sup>++</sup> y K<sup>+</sup>; materia orgánica: determinado; fósforo asimilable.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como resultado principal se tiene que la diferencia en material geológico o roca madre también genera resultados edáficos muy diferentes. De esta manera podemos afirmar que los suelos originados de rocas ígneas-basalto presentan importantes diferencias en los aspectos físicos y químicos considerados en este estudio en comparación a los suelos originados de rocas sedimentarias-arenisca, así como lo afirman también Azzoz, 1996; Boul et.al., 1988; Malagon Castro, 1995 y Kauffman, 1990.

**Aspectos Físicos**

Entre las propiedades físicas más sobresalientes y de gran influencia para la mayoría de las demás propiedades físicas del suelo está la textura. La textura se refiere a la distribución porcentual de arena, limo y arcilla en un volumen definido de suelo. En esta investigación se determinó que los suelos originados de rocas sedimentarias arenisca poseen textura gruesa. Los grados texturales identificados fueron franco-arcillo-arenoso, franco-arenoso, areno-franco y arenoso (Tabla 1). Estos suelos de textura gruesa presentaron una distribución de partículas de arena que va desde 67,86% hasta 93,86%, la distribución porcentual del limo va de 2,00% a 18,00% y la presencia de arcilla se dio en porcentaje que va de 4,14% a 22,14% (Tabla 1). La textura gruesa identificada permitió observar abundancia de macroporos en comparación a la presencia de microporos. Los poros son espacios libres que existen entre las diferentes partículas minerales del suelo. Esa predominancia de macroporos o poros grandes según Boul et.al., (1988); Bukman y Brady (1970); Porta et.al. (1994) y Encina et.al. (1999) facilitan enormemente la aireación del suelo, permitiendo un intercambio dinámico de gases entre el aire atmosférico y edáfico. La presencia dominante de macroporos también facilita el movimiento gravitacional del agua desde la superficie hasta las diferentes profundidades. Así mismo y mediante la aplicación del método de campo, a través del método del tacto, se pudo determinar que estos suelos presentan muy baja plasticidad y muy baja pegajosidad.

**TABLA 1. Características físicas de los suelos analizados de origen sedimentario-arenisca.**

Horizonte Genético	Profundidad cm.	Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)	Grado Textural
A	0-23	87,86	6,0	6,14	ARENO FRANCA
B	23-45	83,86	8,0	8,14	ARENO FRANCA
BC	45-150+	67,86	10,0	22,14	FRANCO ARCILLO ARENOSA
A	0-34	93,86	2,0	4,14	ARCILLA
C	34-100	93,86	2,0	4,14	ARCILLA
AC	0-25	73,86	10,0	16,14	FRANCO ARENOSA
BC	25-40	71,86	12,0	16,14	FRANCO ARENOSA
A	0-40	83,86	6,0	10,14	ARENO FRANCA
AB	40-60	81,86	6,0	12,14	FRANCO ARENOSA
Bg	60-140	71,86	8,0	20,14	FRANCO ARENOSA
A	0-30	71,86	18,0	10,14	FRANCO ARENOSA
AB	30-45	71,86	8,0	20,14	FRANCO ARENOSA
B	45-150+	67,86	10,0	22,14	FRANCO ARCILLO ARENOSA
A	0-36	89,86	4,0	6,14	ARENA
AB	36-80	91,86	2,0	6,14	ARENA
B	80-150+	83,86	0,0	16,14	FRANCO ARENOSA

**Aspectos Químicos**

Los procesos y comportamientos de las diferentes propiedades químicas de los suelos están muy relacionados con el tipo de roca madre.

El pH, una de las propiedades químicas más importantes del suelo, controla o tiene importantes efectos sobre disponibilidad de nutrientes, capacidad de intercambio catiónico, de igual forma tiene efectos sobre los microorganismos del suelo, etc.

Como resultado del análisis químico realizado a las diferentes muestras de suelo extraídas, se puede afirmar que el rango del pH para suelos originados de rocas sedimentarias del tipo arenisca va de 4,30 a 5,40 (Tabla 2).

La presencia de aluminio o acidez intercambiable para suelos de textura gruesa se da en un rango que va de 0,00 a 2,40. La suma de bases en los suelos con textura gruesa presentó valores de 0,290 a 11,00. Por su parte, el porcentaje de saturación de bases obtenidos en estos suelos va de 37 al 100% (Tabla 2).

En cuanto a la presencia de materia orgánica los suelos estudiados y originados de rocas sedimentarias-arenisca presentaron valores que van de 0,09% en las capas más profundas a 1,68%, valor este que se observa en las capas superficiales. Así mismo el porcentaje de carbono orgánico en estos suelos presentó un rango que va de 0,05% a 0,80%. En donde el valor mínimo se da en las profundidades del suelo y los valores más altos en el horizonte superficial (Tabla 2).

La presencia del elemento fósforo en los suelos estudiados y de textura gruesa presentaron niveles que van de 4,00 a 6,76 mg/kg. (Tabla 2)

**Suelos Originados de Rocas Ígneas – Basalto**

**Aspectos Físicos**

Durante la presente investigación se determinó que los suelos originados de rocas ígneas – del tipo basáltico poseen textura fina. Esto confirma lo mencionado por Boul et.al., 1988; Grahan, 1997 y Harbottle, 1977, quienes dicen que los suelos originados de rocas ígneas, específicamente los formados a partir de rocas del tipo basáltico, presentan características texturales muy particulares, especialmente comparando con suelos originados de rocas sedimentarias-areniscas.

Los grados texturales identificados fueron de franco-arcillo-arenoso y arcilla-arenoso. (Tabla 3).

Estos suelos con predominancia de textura fina presentaron una distribución de partículas de arena que van desde 49,86 hasta 55,86%, la distribución porcentual del limo va de 4,00 a 14,00% y la presencia de arcilla se dio en porcentaje que va de 30,14 a 44,14% (Tabla 3).

**TABLA 2. Características químicas de los suelos analizados de origen sedimentario-arenisca**

Horizonte Genético	Profundidad Cm.	pH H <sub>2</sub> O	Al <sup>3+</sup> +H <sup>+</sup> cmol <sub>e</sub> /kg suelo	Ca <sup>+2</sup> cmol <sub>e</sub> /kg suelo	Mg <sup>+2</sup> cmol <sub>e</sub> /kg suelo	K <sup>+</sup> cmol <sub>e</sub> /kg suelo	Na <sup>+</sup> cmol <sub>e</sub> /kg suelo	Suma Bases	Saturación Bases %	Materia Orgánica. %	Carbono Orgánico %	P mg/kg
A	0-23	4,60	1,52	0,52	0,24	0,13	0,02	0,90	37,00	0,98	0,50	5,41
B	23-45	4,90	1,24	0,48	1,30	0,07	0,00	1,80	60,00	0,70	0,40	5,41
BC	45-150+	4,30	2,04	0,62	1,02	0,12	0,00	1,80	41,60	0,09	0,05	5,41
A	0-34	5,20	0,26	0,86	0,26	0,39	0,00	1,50	85,00	0,28	0,20	5,41
C	34-100	5,10	0,40	0,19	0,07	0,02	0,00	0,28	41,00	0,18	0,10	6,76
AC	0-25	5,90	0,00	40,05	6,26	0,51	0,00	11,00	100,00	1,20	2,40	5,41
BC	25-40	6,30	0,00	0,95	0,32	0,28	0,06	1,60	100,00	0,24	1,30	5,41
A	0-40	4,70	1,31	0,86	0,24	0,04	0,00	1,10	46,00	0,89	0,50	5,41
AB	40-60	4,70	1,31	1,33	0,21	0,02	0,00	1,50	54,00	0,49	0,30	5,41
Bg	60-140	5,20	0,26	2,67	0,61	0,02	0,04	3,30	93,00	0,18	0,10	4,05
A	0-30	5,30	0,09	1,53	0,42	0,04	0,00	1,90	96,00	0,61	0,30	5,41
AB	30-45	5,10	0,19	1,72	0,61	0,07	0,00	2,40	93,00	0,25	0,10	5,41
B	45-150+	4,30	2,04	0,62	1,02	0,12	0,00	1,80	40,60	0,09	0,05	5,41
A	0-36	5,40	0,00	0,48	0,04	0,01	0,00	0,90	100,00	1,68	0,80	5,41
AB	36-80	5,40	0,00	0,85	0,05	0,01	0,00	0,90	100,00	1,44	0,80	5,41
B	80-150+	5,50	0,00	2,29	0,26	0,06	0,01	2,60	100,00	1,35	0,80	5,41

La textura fina identificada permitió observar abundancia de microporos en comparación a la presencia de macroporos. Los poros son espacios libres que existen entre las diferentes partículas minerales del suelo. Esa predominancia de microporos o poros pequeños según Boul et.al., (1988); Bukcman y Brady (1970); Porta et.al. (1994) y Encina et.al. (1999) afecta la aireación del suelo, retardando el intercambio dinámico de gases entre el aire atmosférico y edáfico. La presencia dominante de microporos también reduce el movimiento gravitacional del agua desde la superficie hasta las diferentes profundidades. Así mismo y mediante la aplicación del método de campo a través del método del tacto se pudo determinar que estos suelos presentan alta plasticidad y alta pegajosidad.

**TABLA 3. Características físicas de los suelos analizados de origen ígneo-basalto**

Horizonte Genético	Profundidad cm.	Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)	Grado Textural
A	00-30	55,00	8,0	37,00	ARCILLO ARENOSA
AB	30-55	53,86	6,0	40,14	ARCILLO ARENOSA
B	55-120+	51,86	6,0	42,14	ARCILLO ARENOSA
A	0-25	55,86	14,0	30,14	FRANCO ARCILLO ARENOSA
AB	25-40	51,86	6,0	42,14	ARCILLO ARENOSA
B	40-150+	51,86	4,0	44,14	ARCILLO ARENOSA
A	0-27	55,86	12,0	32,14	FRANCO ARCILLO ARENOSA
B	27-65	49,86	8,0	42,14	ARCILLO ARENOSA
Bg	65-150	51,86	4,0	44,14	ARCILLO ARENOSA

**Aspectos Químicos**

Los procesos y comportamientos de las diferentes propiedades químicas de los suelos originados de rocas ígneas, en particular el basalto, presentaron un comportamiento relativamente distinto a los presentados por los suelos originados de rocas sedimentarias-arenisca.

El pH, como ya se mencionó es una de las propiedades químicas más importantes del suelo. Como resultado del análisis químico laboratorial realizado a las muestras se determinó que el rango del pH para suelos originados de rocas ígneas del tipo basalto va de 4,90 a 5,90. (Tabla 4).

La presencia de aluminio o acidez intercambiable para suelos de textura fina de acuerdo a los resultados de análisis laboratorial se da en un rango que va de 0,00 a 1,24 (Tabla 4).

La suma de bases en los suelos estudiados y con textura fina presentaron valores de 3,10 a 5,50. Por su parte el porcentaje de saturación de bases obtenidos en estos suelos va de 71,00% al 100,00%. (Tabla 4).

En cuanto a la presencia de materia orgánica los suelos estudiados y originados de rocas ígneas-basalto, presentaron valores que van de 0,25% en los horizontes más profundos a 2,02%, en los horizontes superficiales. Así mismo el porcentaje de carbono orgánico en estos suelos presentó un rango que va de 0,10% en las capas más profundas del suelo a 1,20%, correspondiendo este valor a la capa superficial del suelo. (Tabla 4).

La presencia del elemento fósforo en los suelos estudiados y de textura fina presentó niveles que van de 4,05 en los suelos más profundos a 5,41 mg/kg en la capa superficial. (Tabla 4).

**TABLA 4. Características químicas de los suelos analizados de origen ígneo - basalto.**

Horizonte Genético	Profundidad Cm.	pH H <sub>2</sub> O	Al <sup>3+</sup> +H <sup>+</sup> cmol <sub>e</sub> /kg suelo	Ca <sup>+2</sup> cmol <sub>e</sub> /kg suelo	Mg <sup>+2</sup> cmol <sub>e</sub> /kg suelo	K <sup>+</sup> cmol <sub>e</sub> /kg suelo	Na <sup>+</sup> cmol <sub>e</sub> /kg suelo	Suma Bases	Saturación Bases %	Materia Orgánica. %	Carbono Orgánico %	P mg/kg
A	0-30	5,80	0,00	2,86	1,11	0,44	0,01	4,40	100,00	2,02	1,20	4,05
AB	30-55	5,90	0,00	3,33	1,96	0,24	0,00	5,50	100,00	1,29	0,70	4,05
B	55-120+	5,30	0,09	2,48	1,84	0,33	0,00	4,60	98,00	0,98	0,50	5,41
A	0-25	5,10	0,40	3,61	0,97	0,12	0,00	4,70	92,00	1,83	0,90	4,05
AB	25-40	5,20	0,26	2,53	0,85	0,01	0,00	3,40	93,00	0,77	0,40	4,05
B	40-150+	4,90	1,24	2,10	0,96	0,01	0,00	3,10	71,00	0,43	0,20	5,41
A	00-27	5,59	0,00	3,53	1,12	0,71	0,00	5,30	100,00	0,95	0,50	5,41
B	27-65	5,60	0,00	3,53	1,13	0,69	0,00	5,30	100,00	0,80	0,50	5,41
Bg	65-150	5,20	0,26	2,57	0,85	0,18	0,06	3,60	93,00	0,25	0,10	5,41

## CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos se puede concluir lo siguientes:

Los suelos originados de roca sedimentaria-arenisca presentan textura gruesa, mientras que los suelos originados de roca ígnea-basalto presentan textura fina.

Los suelos originados de roca arenisca presentan alto porcentaje de arena (67,86 a 93,86%) y bajo porcentaje de arcilla (4,14 a 22,14%).

Los suelos originados de roca basalto presentan bajo porcentaje de arena (49,86 a 55,86%) y alto porcentaje de arcilla (30,14 a 44,14%).

Los suelos originados de roca arenisca presentan predominancia de macroporos, mientras que los suelos originados de roca ígnea-basalto presentan predominancia de microporos.

Los suelos originados de roca arenisca presentan muy baja plasticidad y pegajosidad, mientras que los suelos originados de roca ígnea-basalto- presentan alta plasticidad y alta pegajosidad.

La estructuración fue más débil en suelos de textura gruesa en comparación a suelos de textura fina.

En cuanto al tamaño de poros se puede mencionar que los suelos de textura gruesa, con predominancia de arena presentan mayor cantidad de macroporos en comparación a suelos de textura fina en donde se observó mayor cantidad microporos.

Los suelos originados de roca arenisca presentan menor rango de pH (4,30 – 5,40%) en relación a los suelos originados de rocas basalto (4,90 – 5,90%).

Los suelos originados de roca arenisca presentan mayor rango de Acidez intercambiable (0,00 – 2,04%) en relación a los suelos originados de rocas basalto (0,00 – 1,24%).

Los suelos originados de roca arenisca presentan mayor rango de suma de base el que va de (0,90 – 11,00%) en relación a los suelos originados de roca basalto (3,10 – 5,50%).

Los suelos originados de roca arenisca presentan mayor rango de porcentaje de saturación de base (37,00 – 100,00) en relación a los suelos originados de roca basalto (71,00 – 100,00).

Los suelos originados de roca arenisca presentan menor porcentaje de materia orgánica (0,09 – 1,68%) en relación a los suelos originados de roca basalto (0,25 – 2,00%).

Los suelos originados de roca arenisca presentan mayor nivel de fósforo (4,00 – 6,76 mg/kg) en relación a los suelos originados de roca basalto (4,05 – 5,41 mg/kg).

## LITERATURA CITADA

- AZOOZ R.H; M.A. ARSHAD AND A.J. FRANZLUEBBERS. (1.996) Pore size distribution and hydraulic Conductivity affected by tillage in North Wesatern Canada. Soil Science Society of America- Journal. Volume 60 N°4.
- BITCHENE y LIPPOLT (1985). Geología del mesozoico alcalino de la Región Oriental.
- BIRKELAND. PETER. W. (1984). Soils and Geomorphology. Oxford University Press. 372 P.
- BUCKMAN, H. Y BRADY, N.C. (1970). Naturaleza y Propiedades de los Suelos. Montaner y Simon. Barcelona.

- BUOL, S.W; F.D. HOLE AND R.J. MCCRACKEN. (1.988). Genesis y Clasificación de Suelos. Editorial Trillas. 417P.
- CARON, J; C.R. ESPINDOLA AND D.A. ANGERS. (1996). Soil Structural stability during rapid wetting. Soil Science Society of America- Journal. Volume 60 N°3 CIENCIAS DE LA TIERRA Y DEL MEDIO AMBIENTE - Suelo <http://www.tecnun.es/asignaturas/ecologia/Hipertexto/05PrinEcos/110Suelo.htm> (Noviembre 2008)
- ENCINA ROJAS, ARNULFO (2005). Manual Básico para la Descripción de Perfiles de Suelo. Facultad de Ciencias Agrarias- Universidad Nacional de Asunción. 65P.
- ENCINA ROJAS, ARNULFO; MORENO, G; PAREDES, M G. 1999. Influencia de la pendiente sobre el contenido de Materia orgánica. Revista Científica de la Facultad de Ciencias Agrarias. Volumen 2. N° 1. Diciembre 1999.
- GRAHAN R.C. (1997). Morphology, porosity and Hydraulic Conductivity of Weathered Granitic Bedrock and Overlying Soils. Soil Science Society of America- Journal. Volume 61 N°2.
- KAUFFMAN JUDSON.(1.990). Physical Geology. Eight Edition. Prentice Hall. 534P.
- NIEUWENHUYSE A Y HARBOTTLE G. (1997). Quantitative Aspect of Weathering and Neof ormation in Selected Costa Rican Volcanic soils. Soil Science Society of America- Journal. Volume 61 N°5.
- MALAGON CASTRO. DIMAS; CARLOS PULIOD; RUBEN LLINAS Y CLARA CAMORRO Y JIMMY FERNÁNDEZ. (1995). Suelos de Colombia. Instituto Geografico Agustin Codazzi. 632P.
- PATRICK, NIMIAGO, ARNULFO ENCINA ROJAS, WANG LI, HAMIDREZA ABASSI, PIRACH PONWICHIAN, ALI U. BASHA (2002). Soil And Vegetation Survey At Yonaha Mountain, Okinawa, Japan.
- PORTA .J; M. LÓPEZ – ACEVEDO Y C. ROQUERO. (1.994). Edafología para la Agricultura y el Medio Ambiente. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. 807P.
- QUIÑÓNEZ YGLESIAS, ADIS WELSER (2008). Relación del material parental con las características físicas y químicas de los suelos en la Formación Misiones del Paraguay. Trabajo de Tesis para el grado de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agrarias-Universidad Nacional de Asunción.
- SAMUDIO ARCE, ALFREDO (2008) Relación del material parental con las características físicas y químicas de los suelos en la Formación Alto Paraná del Paraguay. Trabajo de Tesis para el grado de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agrarias-Universidad Nacional de Asunción.
- SOIL SURVEY STAFF (1993). Soil Survey Manual. United States Department of Agriculture. 437 P.
- SUMMERFIELD. MICHAEL A. (1.991). Global Geomorphology. Logman Scientific and Technical. 537 P.
- <http://www.astromia.com/tierraluna/suelos.htm> (Noviembre de 2008)
- <http://www.fortunecity.es/expertos/profesor/171/suelos.html> (Julio de 2008)
- [ftp://ftp.fao.org/FI/CDrom/FAO\\_Training/FAO\\_Training/General/x6706s/x6706s06.htm](ftp://ftp.fao.org/FI/CDrom/FAO_Training/FAO_Training/General/x6706s/x6706s06.htm) (Julio de 2008)
- <http://weblogs.madrimasd.org/universo/archive/2006/02/20/14048.aspx> (Agosto de 2008)
- <http://www.monografias.com/trabajos12/textsuel/textsuel.shtml> (Julio de 2008)
- <http://www.monografias.com/trabajos15/suelos-textura/suelos-textura.shtml> (Julio de 2008)
- <http://club.telepolis.com/geografo/biogeografia/suelo.htm> (Agosto de 2008)
- [http://www.natureduca.com/cienc\\_gen\\_suelorocamadre.php](http://www.natureduca.com/cienc_gen_suelorocamadre.php) (Noviembre de 2008)
- <http://www.unex.es/edafolo/ECAP/ECAL7RASRocaMadre.htm> (Noviembre de 2008)
- [http://es.wikipedia.org/wiki/Textura del suelo](http://es.wikipedia.org/wiki/Textura_del_suelo) (Julio de 2008)
- <http://es.wikipedia.org/wiki/Suelo> (Noviembre de 2008)