

**RECUPERACIÓN Y MEJORAMIENTO
DE SUELOS ROCOSOS Y POCO PROFUNDOS**

**RÉCUPÉRATION ET AMÉLIORATION
DES SOLS ROCHEUX ET PEU PROFONDS**

J.L. DURAN ALVAREZ y A. SALINAS ABREU

RESUMEN

El trabajo presentado es el resultado del proceso de recuperación de los suelos, que se viene realizando en la Empresa Pecuaria Genética "Los Naranjos" desde el año 1969.

En el mismo se plantea la metódica utilizada, así como los resultados alcanzados en hectáreas de suelos recuperados; señalando además, la producción de pastos y forrajes, donde la producción por hectáreas es similar a los suelos naturales.

También se dan algunos datos físicos y físico-químicos de los suelos recuperados, los que no difieren de los suelos naturales de la empresa y del resto del país.

RÉSUMÉ

Le travail présenté est le résultat d'un processus de récupération des sols, qui a été réalisé depuis 1969 dans le complexe d'élevage génétique, "Los Naranjos".

La méthode utilisée est présentée, ainsi que les résultats obtenus en hectares de sols récupérés.

On fait, en outre remarquer que, dans le cas des pâturages et des fourrages, la production par hectare est analogue à celle des sols naturels.

Nous présentons également quelques données physiques et physico-chimiques des sols récupérés, qui ne diffèrent pas de celles des sols naturels du Complexe et du reste du pays.

INTRODUCCIÓN

El recurso natural más importante de que dispone la humanidad es el suelo, su correcta explotación, manejo adecuado y su conservación es una gran responsabilidad de todos, pero fundamentalmente de los que de una forma u otra están vinculados a las tareas agropecuarias, como son: la producción, la investigación y la docencia.

Muchos de los suelos en el mundo han ido perdiendo en gran medida sus condiciones para la agricultura, debido en lo fundamental al manejo inadecuado que se les ha dado, lo que ha provocado incremento progresivo de la erosión, la salinidad y el mal drenaje. Lo planteado es aún más crítico en los países subdesarrollados producto de la explotación a que han estado sometidos durante un gran número de años.

Cuba con el triunfo revolucionario en 1959, comienza una etapa de transformación profunda en el orden político, social y científico-técnico, lo que ha permitido que progresivamente las condiciones hayan ido cambiando a un ritmo bastante rápido.

Las condiciones eminentemente agrícolas del país y su extensión pequeña de alrededor de 111,000 Km² (Atlas de Cuba 1970), incluyendo los cayos que rodean a la mayor isla; con áreas muy limitadas por ser pantanosas, alomadas y otras rocosas, muy rocosas y poco profundas, ha llevado a que nuestro Partido y Gobierno dediquen especial atención a la explotación, manejo y cuidado de los suelos.

De los suelos con que cuenta nuestro país, como áreas físic

cas, aptas para la explotación agropecuaria, una considerable extensión ha sido ocupada por instalaciones y construcciones que han ido en incremento, producto del propio desarrollo que se ha ido alcanzando.

Lo planteado, nos dice que es tarea fundamental explotar los suelos, en forma consecuente, para sacar de ellos el máximo de producción y que cada día sean mejorados, con la aplicación de la técnica y la ciencia.

Por otro lado, es tarea no menos importante, aplicar medidas que tiendan a mejorar todos los suelos que presenten limitaciones, para ser utilizados agrícolamente.

Los suelos más productivos de Cuba son los pertenecientes al subtipo Ferralítico Rojo típico (Hernández et. al., 1980), no obstante, algunas áreas de los mismos presentan limitaciones muy serias, por la gran cantidad de afloramientos rocosos que presentan y su poca profundidad efectiva.

En esta ponencia exponemos los resultados alcanzados en la Empresa Pecuaria Genética "Los Naranjos" al aplicar medidas de recuperación a los suelos con las limitaciones indicadas para los suelos Ferralíticos, además exponemos el método de recuperación que se ha utilizado en dicha Empresa; también señalaremos algunas variantes empleadas en otras Empresas de la Provincia Habana.

DESARROLLO

Como es conocido los suelos Ferralíticos Rojos en Cuba son bastante extensos, se encuentran fundamentalmente distribuidos en la Llanura Roja Habana-Matanzas y en la Provincia de Ciego de Avila, (Instituto de Suelos 1973) donde considerables extensiones son utilizados como pastizales, áreas forrajeras, además de otros cultivos como la caña de azúcar, cítricos y otros, todos de gran peso en nuestra economía.

La Empresa Pecuaria Genética "Los Naranjos" está ubicada en el extremo Oeste de la Llanura Roja Habana-Matanzas; ocupa una extensión de 12,389,6 há, en la que predominan los suelos Ferralíticos, subtipos típico, compactado e hidratado; en éstos sólo unas 2708 há no presentan limitaciones en relación con el grado de rocosidad y la profundidad efectiva, y alrededor de 9,681.6 há son muy limitadas para su uso, debido al alto grado de afloramiento rocoso, lo que no permite en condiciones naturales el desarrollo adecuado de las variedades de pastos y forrajes mejorados que se requieren para garantizar la alimentación de la masa ganadera.

Lo señalado trajo como consecuencia que nuestro Primer Ministro Fidel Castro orientara el método para que se iniciara el proceso de recuperación de todos estos suelos que por sus limitaciones no permitían el desarrollo de los pastos mejorados.

El trabajo de recuperación de los suelos se inicia en 1969 con limitada cantidad de equipos, hasta que a principios de 1980 le fueron asignado a "Los Naranjos" un mayor número de los mismos, esto posibilitó completar el parque necesario para el buen desarrollo de la importante tarea de recuperación de los suelos.

El trabajo de recuperación de los suelos rocosos, muy rocosos y poco profundos es complejo y difícil, no obstante, el esfuerzo realizado por los hombres, convencidos de la necesidad de desarrollo de la Empresa ha permitido alcanzar resultados muy positivos.

- Secuencia de las actividades que se realizan durante la recuperación de suelos en "Los Naranjos".

La realización de esta actividad en grandes áreas requiere que se cumplan una serie de pasos muy importantes y que son definitivos para alcanzar buenos resultados.

Las actividades que se realizan son:

- Elegir el lugar en el cual se va a realizar la extracción del material que se utilizará como relleno.
- Realizar el desbroce de los campos en caso de ser necesario.
- Cepillar las rocas que afloran.
- Pasar la picadora pesada, para romper las rocas.
- Recoger las piedras de los campos.
- Distribuir el relleno por la superficie.
- Aplicar materia orgánica a razón de 40 T.M./há, incorporándola al suelo por medio de un pase de picadora pesada.

El número de actividades y la secuencia se ajustan a las condiciones existentes, de forma que, no se ejecuten algunos de los pasos señalados que no sea necesario, un ejemplo puede ser el caso de la aplicación directa del relleno sin la realización previa del desbroce.

Hasta el presente las medidas de recuperación de los suelos aplicadas en la Empresa Pecuaria Genética "Los Naranjos" han transformado parte de los mismos; como resultado, aquellos considerados muy limitados y con algunas limitaciones para el desarrollo de los pastos y forrajes, como veremos más adelante.

- Características de los suelos recuperados.

Los suelos recuperados, hasta la fecha, presentan condiciones adecuadas para el desarrollo de los pastos y los forrajes.

jes; en la producción de los mismos se han obtenido resultados altos y estables.

Las características morfo genéticas de los perfiles de suelos recuperados, demuestran que el material de relleno se ha incorporado rápidamente al suelo original y que transcurrido un período de tiempo muy corto no se aprecian prácticamente diferencias en los rasgos morfológicos de ambos, fundamentalmente cuando el relleno utilizado es extraído de áreas de suelos rojos, o sea similares a los mejorados.

El desarrollo del sistema radical de las diferentes gramíneas no muestran deformaciones o crecimientos anormales, esto nos indica que no sólo los rasgos morfológicos de los suelos exhiben buenos resultados, sino que las plantas encuentran un medio adecuado para desarrollarse, donde pueden cumplir en forma óptima todas sus funciones fisiológicas.

Hasta el presente se observa un buen desarrollo vegetativo de las plantas, tanto en las áreas rellenas con suelos extraídos de una dolina en suelos rojos, como en los que se han utilizado las arcillas oscuras muy pesadas de la laguna de Ariguanabo, no obstante, en los casos en que se ha realizado la combinación de este último, con los suelos rojos (Ferralíticos) no se ha logrado una buena integración entre ambos y se mantiene muy compacto, lo que engendra dificultades en el desarrollo del sistema radicular de las plantas, sin afectar seriamente hasta el presente el desarrollo aéreo, aunque hemos observado que los pastos sufren mucho en los períodos secos. La alta compactación que se produce en los suelos recuperados con material de la laguna de Ariguanabo puede en los períodos de fuertes lluvias provocar encharcamientos en los mismos, afectando el desarrollo normal de los pastizales y áreas forrajeras; por otro lado puede traer como consecuencia una activación del proceso de carsismo, con la posterior pérdida de la masa del suelo a través de las cavernas.

La evolución de las áreas de suelos recuperados es mucho más rápida que lo que teóricamente se plantea; las áreas sometidas a pastoreo tienen muy buenas condiciones para una evolución estable, sin necesidad de aportes externos de materiales orgánicos, debido a que como se conoce existe anualmente una alta incorporación del sistema radical de las plantas y de los residuos aéreos que no son aprovechados por el ganado; además bajo tales condiciones de explotación, se incorpora paulatinamente un volumen considerable de las excretas y orina de los animales, que ayudan a crear un medio biológico dinámico que participa en forma importante en la evolución de los suelos; por otra parte la fertilización mineral que se realiza, también ha contribuido positivamente a la aceleración del proceso.

Las áreas forrajeras están sujetas como es conocido a otro régimen de explotación, ya que en los mismos se realizan anualmente varios cortes y se someten al pase constante de los tractores y equipos que son utilizados en dicha labor y en la aplicación de los fertilizantes. Estas áreas por sus altos rendimientos y su mayor extracción de nutrientes exigen una mayor fertilización que los campos de pastoreo, no obstante no se ha observado que este manejo intensivo, hasta el momento, haya influido negativamente en el grado de compactación de los suelos. Es bueno señalar que el pase de picadora pesada en el momento de la siembra en las áreas forrajeras resulta muy beneficioso y ayuda a la incorporación del material de relleno al suelo y su posterior evolución, este efecto tan favorable se ha podido observar en suelos recuperados y puestos en explotación hace solo un año.

- Resultados de los análisis realizados a los suelos. Además de las investigaciones de campo, se realizaron diferentes tipos de análisis en el laboratorio los que corroboran las conclusiones a que se arribó, los análisis realizados fueron los siguientes: densidad, límite superior e inferior de plasticidad, índice de plasticidad, contenido de materia orgánica, pH, acidez hidrolítica, bases cambia

bles y porciento de saturación.

Seguidamente realizaremos un breve comentario de algunos de estos resultados.

Materia orgánica

Los suelos recuperados hasta el año 1979 (Tabla 1) presentan una secuencia normal de distribución de la materia orgánica a través del perfil, esto, en las áreas forrajeras se ha visto beneficiado por las aplicaciones de estiércol que anualmente se hace, unido además a las altas aplicaciones de fertilizantes minerales, lo cual consideramos de suma importancia en el proceso de recuperación de los suelos, utilizando los métodos descritos; los suelos recuperados y utilizados en pastoreo no están sometidos al mismo régimen de aplicación de materia orgánica, por lo que los porcentajes de la misma no alcanzan valores muy altos.

En los suelos recuperados en 1980, hasta la fecha aún no está totalmente redistribuída la materia orgánica en el perfil, debido al poco tiempo de recuperación (Tabla 2).

Por lo general en los suelos donde se han realizado las aplicaciones de relleno, aparece un alto contenido de materia orgánica en el horizonte sepultado (4,23 % como promedio de todos los suelos estudiados), esto es muy beneficioso, ya que el sistema radical de las plantas encuentra a esa profundidad un medio muy favorable, incluso de condiciones superiores a los suelos naturales que fueron estudiados en la Empresa (Tabla 3, 4 y 5).

pH y acidez hidrolítica

Los resultados de pH arrojan valores normales, los cuales son muy similares a los suelos Ferralíticos Rojos naturales de la Empresa y del resto del país. Debemos señalar que, en las áreas forrajeras que han permanecido durante 5 años en este tipo de explotación intensiva, hay una tendencia progresiva a ser más ácidos, esto se observa también en suelos naturales con el mismo tipo de explota

ción y manejo; lo cual se debe a la intensa fertilización nitrogenada que se realiza en las áreas forrajeras; consideramos que esto debe ser estudiado con profundidad, ya que tanto en suelos naturales como recuperados el incremento desmedido de la acidez puede convertir en asimilables algunas de las reservas de aluminio y otros metales del suelo, que llegarían a ser tóxicos para las plantas y los animales.

La acidez hidrolítica tiene un comportamiento normal. Solamente en 6 horizontes aparece acidez cambiante coincidentes con las áreas forrajeras y en 2 horizontes correspondientes con materiales extraídos de la Laguna de Ariguanabo.

Bases cambiables

En general los cationes presentan niveles normales, por lo que la fertilidad en los suelos se puede considerar como buena.

El contenido de potasio intercambiable en general es bajo en las áreas forrajeras (0,14 meq/100 g) principalmente en aquellas con mayor tiempo en explotación, sin embargo no se presenta esta situación en las áreas de pastoreo, cuyo valor promedio es de (0,21 meq/100 g).

Las plantas forrajeras extraen del suelo grandes cantidades de potasio, él que es mayor cuanto más intensa es la aplicación de fertilizantes nitrogenados, en el pastoreo no ocurre esto, por el reciclaje que existe y por la incorporación o regreso al suelo del potasio a través de las orinas y excretas de los animales.

La valoración de estos resultados indican la necesidad de profundizar en el manejo diferenciado de los fertilizantes potásicos entre los forrajes y las áreas dedicadas al consumo directo de los animales.

Saturación por bases

Este parámetro presenta el comportamiento normal del resto de los suelos ferralíticos naturales de la empresa, no

existiendo diferencias entre las áreas forrajeras y de pastoreo; en general todos los suelos recuperados estudiados se evaluán como saturados y medianamente saturados (según manual del MINAGRI Mapa 1:25,000).

El resto de las determinaciones arrojan valores normales, siendo muy importante que las propiedades físicas e hidro físicas de los suelos recuperados son muy buenas, esto para los recuperados con suelos rojos, no sucediendo lo mismo para el caso donde se han realizado aplicaciones de relleno extraído de la Laguna de Ariguanabo, por lo que se debe profundizar en el estudio de la calidad del material de las distintas zonas, para seleccionar de ser posible, las de mayores posibilidades de utilización.

Además de los elementos aportados sobre las adecuadas condiciones que se crean en las áreas de suelos recuperados, se puede señalar como resultado concluyente de sus posibilidades productivas que el rendimiento de los pastos y forrajes y la eficiencia de utilización del nitrógeno aplicado es similar a los alcanzados bajo las mismas condiciones de atención y manejo en los suelos naturales de la empresa y superiores a los encontrados como promedio en la provincia de La Habana y el resto del país.

La producción de forraje anual obtenido alcanzan 23,9 y 22,5 T.M./há en los suelos naturales y recuperados respectivamente. El análisis foliar realizado a los mismos arroja que los macroelementos fundamentales (N, P, K) con los niveles de fertilización aplicados son suficientes y aún superan los que se establecen como mínimo para garantizar el adecuado desarrollo del cultivo.

Cantidad de suelo recuperado hasta 1982, costo y amortización de cada hectárea.

Hasta finales de 1982 se ha realizado un significativo esfuerzo, que ha dado como resultado la recuperación de un gran número de há. cuyos datos se presentan en la tabla 6, en la que además se relaciona el volumen de metros cúbicos de relleno por año y el total.

Tabla No. 1 Áreas recuperadas y cantidad de relleno utilizado en la EPG "Los Naranjos"

Años	Área (há)	Volumen de relleno (m ³)
1970	107,4	73,4
1971	67,1	61,4
1972	120,8	65,2
1973	161,0	76,4
1974	241,6	112,3
1975	214,7	96,4
1976	201,3	91,2
1977	187,9	80,0
1978	174,5	185,0
1979	187,8	270,0
1980	335,5	208,6
1981	144,9	267,6
1982	142,2	200,2
Total	2286,7	1787,7

A medida que se ha avanzado en el proceso de recuperación de suelos hacia el sur de la empresa, las áreas han incrementado su complejidad y limitaciones, esto ha traído como consecuencia que el volumen de tierra utilizada por há se haya incrementado, hasta alcanzar valores aproximados a los 1550 m³/há, lo cual significa que como promedio se apliquen unos 15 cm. de relleno.

La inversión para recuperar una há de suelo en la Empresa es de \$4975.00 si se toma como base la producción de leche/há y la utilidad neta que se alcanza en las condiciones de "Los Naranjos" por cada litro de leche promedio, se puede concluir que la inversión por há de suelo recuperado se amortiza en un período de 8 años de explotación.

El trabajo de recuperación de suelos con los tipos de limitaciones planteadas, se comenzó a realizar en Cuba desde hace alrededor de 20 años, ejemplos de esto son la zona de Santa Cruz del Norte en la Provincia Habana y el Municipio Especial Isla de La Juventud.

En la actualidad se realiza esta tarea en dos Empresas Pecuarias ubicadas al Noreste y Sureste de La Habana; utilizando en una de ellas los desperdicios acumulados en el basurero de la Ciudad de La Habana y en el otro caso turba de la Ciénaga de la Costa Sur de La Habana. En ambos casos los pastos y los forrajes se han establecido presentando buenas condiciones para la alimentación del ganado.

CONCLUSIONES

La recuperación de los suelos rocosos y poco profundos por los métodos descritos ofrece grandes posibilidades para la ampliación de las áreas ganaderas en explotación intensiva.

Los suelos recuperados con gran rapidez tienden a alcanzar condiciones muy similares a los suelos naturales.

La producción de forraje/há es similar a la lograda en los suelos naturales de la Empresa.

Las buenas condiciones que alcanzan los suelos recuperados en la Empresa se debe en lo fundamental, a la exigencia en la aplicación del método y al buen manejo a que son sometidos los mismos una vez recuperados.

RECOMENDACIONES

Profundizar en el estudio de las características de los materiales que se utilizan en la recuperación de los suelos por el método descrito.

Realizar previo estudio de los suelos, enmiendas calcáreas, que eviten el incremento de la acidez que puede solubilizar algunos elementos metálicos que son tóxicos en grandes concentraciones a plantas y animales.

Lograr con un manejo adecuado de los suelos recuperados que no se produzca la compactación de los mismos y su consequente encharcamiento, evitando así la posibilidad de activación del proceso de carsismo.

Continuar investigando tanto sobre la evolución de los suelos en Los Naranjos; como en las otras dos Empresas cita

das, donde en la recuperación se usan otros tipos de materiales.

Crear un grupo polivalente de especialistas que investiguen en distintas direcciones el método de recuperación y sus perspectivas futuras.

BIBLIOGRAFÍA

ACADEMIA DE CIENCIAS DE CUBA Y DE LA URSS (1970); Atlas Nacional de Cuba. Dirección General de Geodesia y Cartografía. Moscú, 132 pp.

DIRECCION PROVINCIAL DE SUELOS (1980): Mapa morfológico escala 1:50,000 de la Empresa Pecuaria Genética "Los Naranjos", La Habana.

DIRECCION NACIONAL DE SUELOS (1983): Mapa de Suelos Municipio Caimito, Alquizar y Artemisa. Ministerio de Agricultura. La Habana.

INSTITUTO DE SUELOS (1973): Génesis y Clasificación de los suelos de Cuba. Acad. Cien. Cuba, La Habana, 315 pp.

(1975): Segunda Clasificación Genética de los suelos de Cuba. Rev. Agri., s(1): 47-69.

(1980): Clasificación genética de los suelos de Cuba 1979: Academia de Ciencias de Cuba. La Habana.

NUÑEZ JIMENEZ A., PANOS V. y STELCL O. (1968): Carsos de Cuba. Ser. Espeleológica y Carsológica. Acad. Cien. Cuba, 2: 1-47.

NUÑEZ JIMENEZ A., PANOS V. y STELCL O. (1969): Carsos de Cuba Serie Espeleológica y Carsológica Acad. Cien. Cuba, 6: 1:45.

NUÑEZ JIMENEZ A. (1982): Cuba: La naturaleza y el hombre. El Archipiélago. Edit. Letras Cubanas, Vol.1, 6 91 pp.

TABLAS

TABLEAUX

PERFIL No.	PROF. cm.,	FORRAJE	MO %	pH		Y ₁ meq/ 100g	Y ₂ meq/ 100g	BASES CAMBIABLES MEQ/100g DE SUELO						
				H ₂ O	ClK			Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	CCB	CCC	V%
9	0-18		4,95	7,2	6,3	0,74		16,46	1,82	0,08	0,09	18,45	23,03	80,11
	18-22	Guinea	4,30	7,4	6,7	0,54		14,71	2,86	0,06	0,26	17,89	21,22	84,30
	22-60		1,95	7,6	6,7	0,44		10,22	1,08	0,03	0,14	11,47	13,34	85,98
10	0-15		5,07	7,2	6,5	0,96		17,78	2,08	0,60	0,21	20,67	26,46	78,12
	15-22	Guinea	3,78	7,2	6,2	0,98		13,83	1,32	0,11	0,09	15,35	20,81	73,76
12	0-12		4,30	6,6	5,8	1,42		11,19	0,53	0,30	0,21	12,23	20,02	61,08
	12-17	Guinea	4,09	6,8	5,1	3,00	0,02	10,85	0,87	0,16	0,21	11,09	19,59	56,61
	17-28	y	2,79	6,6	6,0	1,14		7,02	1,06	0,08	0,09	8,29	13,94	59,18
	28-55	Paraná	1,93	6,4	6,8	1,16		6,71	0,95	0,03	0,14	7,23	12,74	61,95
13	0- 5		4,09	5,3	4,5	4,12	0,02	6,59	0,88	0,26	0,09	7,82	21,01	37,22
	5-11	King Grass	4,09	5,8	5,0	2,10		10,10	0,81	0,11	0,09	11,11	20,81	53,38
	11-25		2,15	6,4	5,9	1,18		8,02	0,50	0,06	0,09	8,67	13,95	62,01
14	0-12		4,09	5,7	4,7	3,50	0,02	6,37	0,70	0,13	0,09	7,23	20,81	35,03
	12-21		2,37	6,2	5,5	1,40		4,61	1,45	0,08	0,08	6,23	14,54	42,84
	21-40	King Grass	1,68	6,5	5,7	1,24		4,83	1,03	0,06	0,08	6,01	13,33	45,08

Tabla 1 : Características de los suelos recuperados en 1979, bajo explotación de plantas forrajeras

PERFIL No.	PROF. cm.	FORRAJE L.S.P. %	L.I.P. %	I.P. %	E.C. mm	Pe g/c.c.	Da g/c.c.	P g/c.c.%	P ₂ O ₅ asim. mg/100g	K ₂ O asim. mg/100g
9	0-18	69,3	35,4	33,9	130	2,62	1,01	61	2,98	4,2
	18-22	Guinea	70,3	33,9	36,4	154	2,69	1,06	61	2,29
	22-60	71,3	34,3	37,0	156	-	-	-	2,29	1,2
10	0-15	80,6	43,5	37,1	138	2,63	1,03	61	2,98	4,2
	15-22	Guinea	77,4	39,0	38,4	138	2,63	1,13	57	2,4
12	0-12	61,1	40,1	21,0	179	-	-	-	7,21	12,6
	12-17	Guinea	70,4	33,9	36,5	150	-	-	2,98	9,0
	17-28	y	65,4	33,4	32,0	155	-	-	2,98	4,2
	28-55	Paraná	64,5	33,1	31,4	172	-	-	4,13	0,6
13	0-5	63,3	35,8	27,5	153	-	-	-	9,47	12,0
	5-11	King Grass	72,0	35,4	36,6	186	-	-	6,18	4,2
	11-25	70,0	31,1	38,9	156	-	-	-	4,12	1,2
14	0-12	68,2	33,9	34,3	143	-	-	-	7,21	1,0
	12-21	King Grass	60,8	34,6	26,2	152	-	-	2,98	3,0
	21-40	70,6	34,2	36,4	165	-	-	-	1,15	1,2

Tabla 1 : Continuación

PERFIL No.	PROF. cm.,	PASTOREO	M.O %	pH		Y ₁ meq/100g	Y ₂ meq/100g	BASES CAMBIABLES MEQ/100g DE SUELO						
				H ₂ O	ClK			Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	CCB	CCC	V%
7	0-20	Paraná	1,68	7,0	5,9	1,08	-	9,90	1,39	0,30	0,04	9,63	16,36	58,86
	20-30	Guinea	3,68	5,0	4,3	4,78	0,17	6,15	1,12	0,13	0,09	7,49	24,24	30,89
	30-48	Bermuda cruzada	9,90	7,3	6,4	0,78	-	22,05	2,20	0,19	0,10	24,58	30,70	57,45
8	0-18		5,07	6,2	5,3	3,36	0,17	9,88	3,25	0,11	0,09	13,8	27,07	48,50
	18-25	Estrella	2,37	6,2	5,4	1,84	-	5,37	1,90	0,06	0,09	8,42	15,36	54,81
	25-52		1,49	6,2	5,3	1,44	-	5,73	2,94	0,06	0,09	8,82	15,35	57,45
	52-75		1,38	6,5	5,4	1,83	-	6,17	1,08	0,03	0,09	7,37	3,75	53,60

(TABLA 2) (CONTINUACIÓN)

PERFIL No.	PROF. cm.,	L.S.P. %	L.I.P. %	I.P. %	E.C. mm	Pe g/cc	Da g/cc	P %	P ₂ O ₅ asim. meq/100g	K ₂ O asim. meq/100g
7	0-20	70,1	35,0	35,1	165	-	-	-	12,37	15,60
	20-30	68,2	33,6	34,6	142	-	-	-	4,12	6,00
	30-48	76,1	39,4	36,7	166	-	-	-	6,18	9,60
8	0-18	69,3	36,1	33,2	130	2,63	1,00	62	1,15	4,80
	18-25	71,3	31,3	40,0	136	2,70	1,08	60	1,15	1,80
	25-52	69,7	33,2	36,5	150	-	-	-	1,15	1,20
	52-75	63,4	34,6	28,8	162	-	-	-	2,29	1,20

Tabla 2 : Características de los suelos recuperados en 1980, bajo pastoreo directo

PERFIL No.	PROF. cm.,	PASTOREO Y FORRAJEROS	M.O. %	pH		Y ₁ meq/ 100g	Y ₂ meq/ 100g	BASES CAMBIABLES MEQ/100g DE SUELO						
				H ₂ O	CLK			Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	CCB	CCC	V%
1	0-17		0,81	7,4	6,3	0,68	-	9,24	1,04	0,06	0,09	10,43	15,55	67,07
	17-31	Estrella	1,06	7,7	6,6	0,52	-	9,22	1,47	0,06	0,09	10,84	15,15	71,55
	31-36		6,20	7,7	6,8	0,60	-	54,44	1,92	0,30	0,28	57,04	59,47	95,91
	36-46		7,20	7,7	6,8	0,60	-	31,17	1,76	0,16	0,26	33,35	36,39	91,64
2	0-19		0,26	6,7	6,0	1,10	-	6,40	1,86	0,06	0,04	8,36	12,73	65,67
	19-24		8,60	6,8	6,1	0,91	-	22,83	2,62	0,11	0,14	25,70	31,11	82,61
	24-35	Guinea	3,68	7,4	6,4	0,76	-	12,51	2,03	0,08	0,09	14,71	20,21	72,78
	35-61		2,38	7,4	6,4	0,78	-	9,12	1,98	0,06	0,09	11,25	15,56	72,30
5	0-23	Guinea	0,81	7,6	6,2	0,96	-	4,83	2,24	0,48	0,09	7,64	13,53	56,46
	23-35	Estrella	6,52	7,8	6,8	0,56	-	21,29	2,75	0,11	0,09	24,24	27,89	86,91
	35-48	Paraná	3,27	7,9	6,9	0,50	-	10,32	2,61	0,06	0,09	13,08	16,92	77,07
	48-59		1,95	7,3	6,4	0,76	-	7,68	2,02	0,06	0,04	9,80	13,13	74,63
17	0-15	King Grass	1,81	7,1	6,4	0,70	-	9,44	2,68	0,16	0,09	12,37	15,76	78,48
	15-28		4,82	7,2	6,8	0,70	-	18,00	0,99	0,13	0,21	19,33	23,23	83,21
	28-52		2,80	7,1	6,7	0,78	-	9,44	0,46	0,06	0,09	16,05	15,55	64,63
18	0-18	King Grass	6,88	7,2	6,6	0,94	-	19,54	1,47	0,08	0,14	21,23	28,28	75,07
	18-53	Guinea	3,01	7,7	6,2	0,82	-	11,19	0,93	0,06	0,09	12,27	18,58	66,03

Tabla 3 : Características de los suelos recuperados en 1981, bajo explotación de plantas forrajeras y pastoreo directo

PERFIL PROF. PASTOREO Y	L.S.P.	L.I.P.	I.P	E.C	Pe	Da	P	P ₂ O ₅ asim.	K ₂ O asim.	
No.	cm., FORRAJERAS	%	%	%	mm	g/cc	g/cc	%	meq/100g	meq/100g
1	0-17	69,6	30,3	39,3	151	2,83	1,19	58	8,47	1,20
	17-31 Estrella	65,5	33,5	32,0	155				9,16	1,20
	31-36	-	-	-	122				7,21	10,20
	36-46	75,3	41,0	34,3	153				2,29	7,20
2	0-19	65,3	31,7	31,6	182				8,47	1,20
	19-24 Guinea	69,5	38,3	31,2	185				2,29	6,00
	24-35	68,5	31,4	37,1	166				1,15	3,60
	35-61	60,4	31,2	29,2	174				1,15	1,20
5	0-23 Guinea	66,9	34,2	32,7	171				8,47	22,80
	23-35 Estrella	71,1	36,3	34,8	150				1,15	3,60
	35-48 Paraná	65,8	34,4	31,4	207				1,15	3,00
	48-59	69,6	31,1	38,5	190				1,15	1,20
17	0-15 King Grass	72,0	33,6	38,4	177				3,55	8,40
	15-28	74,0	36,2	37,8	180				0,75	5,80
	28-52	76,4	34,3	32,1	156				0,15	1,60
18	0-18 King Grass	61,9	34,0	37,9	173				2,29	4,80
	18-53 Guinea	64,0	35,0	29,0	222				1,15	1,80

Tabla 3 : continuación

PERFIL No.	PROF. cm.,	PASTOREO Y FORRAJERAS	M.O. %	pH		Y ₁ meq/100g	Y ₂ meq/100g	BASES CAMBIABLES MEQ/100g DE SUELO						
				H ₂ O	ClK			Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	CCB	CCC	V%
4	0-12	Bermuda	1,81	7,8	6,8	0,46	-	11,19	0,73	1,45	0,09	13,46	15,96	84,33
	12-25	Cruzada	3,78	7,7	6,8	0,84	-	22,17	2,68	0,34	0,09	25,28	20,70	82,34
3A	0-8	Bermuda	0,58	6,1	5,1	1,96	-	6,37	1,91	0,08	0,05	8,41	16,16	52,04
	8-25	Cruzada	4,52	7,5	6,5	0,64	-	25,03	1,43	0,23	0,19	26,88	31,51	85,30
3	0-13	Bermuda	0,80	5,9	4,9	2,30	0,02	2,20	2,24	0,78	-	5,22	14,75	35,38
	13-20	Cruzada	3,44	7,3	6,3	0,86		15,37	0,79	0,52	0,05	16,73	23,23	72,01
	20-31		3,78	6,8	6,2	1,12		12,19	1,94	0,78	0,09	15,00	21,41	70,00
	31-44		2,38	6,9	6,1	1,20		7,24	5,69	0,60	0,04	13,57	16,76	80,96
	44-82		1,38	6,8	5,9	1,14		5,71	1,36	0,11	0,09	7,27	13,13	55,30
6	0-20	Estrella	2,58	7,3	7,1	0,36	-	12,29	1,65	0,37	0,05	14,36	17,18	83,58
	20-25		7,36	7,1	6,6	1,00	-	16,90	1,89	0,23	0,17	19,19	26,26	73,07
19	0-15	King Grass	4,52	7,0	5,8	1,44	-	6,80	1,89	0,16	0,09	8,94	16,77	53,30
	15-38	Millo	2,79	7,4	6,3	0,97	-	14,49	0,86	0,16	0,14	15,65	22,87	68,55

Tabla 4 : Características de los suelos recuperados en 1982, bajo explotación de pastoreo directo y plantas forrajeras

PERFIL No.	PROF. cm.,	PASTOREO Y FORRAJERAS	L.S.P. %	L.I.P. %	I.P. %	E.C. mm	Pe g/cc	Da g/cc	P %	P ₂ O ₅ asim. mg/100g	K ₂ O asim. mg/100g
4	0-12	Bermuda	65,0	37,8	28,2	162	2,83	1,25	56	3,40	20,40
	12-25	Cruzada	75,4	37,3	38,1	136	-	-	-	1,70	15,60
3A	0- 8	Bermuda	87,8	45,8	42,0	154	-	-	-	1,15	11,20
	8-25	Cruzada	66,7	32,5	34,2	185	-	-	-	5,66	2,40
3	0-13	Bermuda	68,2	33,2	35,0	175	-	-	-	-	-
	13-20	Cruzada	74,7	38,9	35,8	145	-	-	-	2,98	24,00
	20-31		77,5	35,3	42,2	155	-	-	-	1,15	42,00
	31-44		69,9	33,1	36,8	135	-	-	-	1,15	20,40
	44-82		70,6	32,4	38,2	122	-	-	-	1,15	4,20
6	0-20	Estrella	95,1	36,1	59,0	164	2,67	1,12	58	5,65	17,60
	20-25		64,5	36,5	28,0	158	-	-	-	1,15	13,00
19	0-15	King Grass	67,6	32,5	35,1	150	-	-	-	1,15	4,20
	15-38	Millo	65,2	34,1	31,1	155	-	-	-	1,15	3,00

Tabla 4 : Continuación

PERFIL No.	PROF. cm.,	M.O. %	pH		Y ₁ meq/100g	Y ₂ meq/100g	BASES CAMBIABLES MEQ/100g DE SUELO						
			H ₂ O	CLK			Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	CCB	CCC	V%
20	0-10	4,52	7,2	6,1	1,71	-	10,98	0,94	0,09	0,11	12,12	22,83	53,08
	10-30	2,79	7,2	6,2	1,01	-	7,90	1,39	0,09	0,06	9,44	16,77	56,29
21	0-20	7,24	7,5	7,3	-	-	19,76	1,25	0,17	0,23	21,41	23,63	90,60
	20-30	5,07	7,8	7,3	-	-	17,99	1,00	0,17	0,11	19,27	23,03	83,67

PERFIL No.	PROF. cm.	L.S.P. %	L.I.P. %	I.P. %	E.C. mm	Pe g/cc	Pa g/cc	P %	P ₂ O ₅ asim. mg/100g	K ₂ O asim. mg/100g
20	0-10	79,9	32,9	47,0	145	-	-	-	1,15	4,20
	10-30	71,6	32,7	38,9	165	-	-	-	1,15	3,00
21	0-20	59,4	34,9	24,5	105	-	-	-	4,25	11,16
	20-30	76,3	34,1	42,2	145	-	-	-	1,30	11,08

CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES EXTRAÍDOS PARA RELLENO (TABLA 6)

Prof. cm.	M.O. %	pH		Y ₁ meq/100g	Y ₂ meq/100g	BASES CAMBIABLES MEQ/100g DE SUELO						
		H ₂ O	CLK			Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	CCB	CCC	V%
0-1,50m	0,81	7,6	6,6	0,70	-	8,12	0,97	0,09	0,03	9,21	12,56	73,56
1,50-2,50	0,43	7,7	6,5	0,68	-	4,39	1,27	0,09	0,03	5,78	10,91	52,97
2,50-4,00	0,58	7,3	6,0	1,24	-	3,07	1,17	0,09	0,06	4,39	11,92	36,82
4,00-7,00	0,26	5,7	4,9	2,18	-	1,97	1,06	0,09	0,06	3,18	11,31	28,11
7,00-10,00	0,58	6,5	5,8	1,38	-	3,29	1,96	0,09	0,06	5,40	12,73	42,40

Prof. cm.	L.S.P. %	L.I.P. %	I.P. %	E.C. mm	P ₂ O ₅	K ₂ O
0-1,50m	63,3	32,3	31,0	188	9,16	1,20
1,50-2,50	67,1	31,4	35,7	195	12,37	1,20
2,50-4,00	59,7	32,3	37,4	222	14,43	3,00
4,00-7,00	61,9	33,9	28,0	185	20,67	1,20
7,00-10,00	59,5	32,0	27,5	220	13,51	1,20

Tabla 5 : Características de los suelos Ferralíticos Rojo compactado de la región de estudio, bajo vegetación natural