

Anexo 2. Descripción de los perfiles del suelo de las Fincas estudiadas.

Perfil: G1

Fecha: 24/04/03

Clasificación: Ferralítico Rojo Lixiviado típico

Proceso de formación: Ferralitización , Lixiviación

Horizonte diagnóstico: Ferralítico argílico

Localización

Ubicación: Finca Las Papas, en campo preparado y surcado

Municipio: San José de las Lajas

Provincia: Habana

País: Cuba

Factores de formación

Forma del relieve: llano

Topografía del terreno circundante: Llano

Microrelieve: Hay microdepresiones, al parecer por formaciones cársicas

Vegetación o uso de la Tierra: Cultivos Varios

Material de Origen: Corteza ferralitizada / Caliza dura

Tiempo: Principios del cretácico

Descripción del Perfil

Profundidad (cm)	Descripción
0 – 16	Color rojo claro, arcilloso, sin estructura, suelto, muy poroso, seco, con muchos restos de raíces, transición notable.
16 – 50	Rojo, mas arcilloso, bloques prismáticos, formando hpm, muy compacto, algunos cutanes, fresco, muy poco poroso, transición notable
50 – 69	Rojo oscuro, bloques suabangulares de 4-8 cm, compacto, muchos cutanes, poco poroso, al secarse se endurecen los bloques, húmedo, transición gradual
69 – 100	Rojo oscuro, arcilloso, bloques subangulares mas pequeños, compactado, húmedo, mas poroso, con cutanes.

Algunos análisis físicos.

Prof. (cm)	Fraciones <0,002 mm (%)	<0,002 mm en microagregados	Coefficiente de dispersión	d (Mg.m⁻³)
0-12	66,76	35,76	53,57	0,89
12-22	81,76	16,76	20,50	1,01
22-37	76,76	14,76	19,23	1,17
37-50	81,76	14,76	18,05	1,13
50-62	80,76	5,76	7,13	1,06

d: densidad del suelo

Cortesía Dr.C Alberto Hernández y M.Sc. Fernando Morell Planes.

Perfil: G2

Fecha: 25/04/98

Clasificación: Ferralítico Rojo Típico

Proceso de formación: Ferralitización

Horizonte diagnóstico: Ferralítico

Localización

Ubicación: Finca La Asunción, en campo preparado y surcado

Municipio: San José de las Lajas

Provincia: Habana

País: Cuba

Factores de formación

Forma del relieve: llano

Topografía del terreno circundante: Llano

Microrelieve: Hay microdepresiones, al parecer por formaciones cársicas

Vegetación o uso de la Tierra: Cultivos Varios

Material de Origen: Corteza ferralitizada / Caliza dura

Tiempo: Principios del cretácico

Descripción del Perfil

Profundidad (cm) Descripción

0 – 20 Arcilla de color 2,5 YR 3/4 en seco, presencia de perdigones de pequeño tamaño, no reacciona con el HCl, consistencia friable, baja plasticidad, abundante desarrollo del sistema radical, estructura granular de fragmentación mediana.

20 – 32 La arcilla toma un color pardo rojizo oscuro 2,5YR 4/6. Presenta estructura granular más fina que la anterior, permeable, con concreciones aisladas, no reacciona con el HCl, se observan raíces, paso paulatino al otro horizonte.

32 – 59 Presenta arcilla de color 2,5 YR 4/6, existe desarrollo del sistema radical, estructura granular mucho más fina, es permeable, no reacciona con el HCl, Se diferencia del otro horizonte por el grado de dureza.

59 – 77 Arcilla de color 2,5 YR 3/6 más rojo que el anterior. Se observan pocas raíces, estructura granular fina, no reacciona al HCl.

77 – 105 Arcilla de color rojo oscuro, estructura granular fina, plástico, medianamente friable. No se observa actividad biológica. No reacciona al HCl.

Principales propiedades físicas del suelo de la finca La Asunción

Prof (cm)	Arcilla (%)	d (Mg.m ⁻³)	Microestructura		Macroestructura		th/ts
			FD	FE	K	CE	
0 – 20	89.00	0.98	8	92	16.06	0.46	0.69
20 – 32	89.00	1.00	10	90	9.23	0.60	0.63
32 – 59	92.00	1.11	3	97	5.28	0.73	0.58
59 – 77	89.00	1.14	2	98	7.48	0.68	0.59

d: densidad del suelo; FD: factor de dispersión; FE: factor de estructuración; K: coeficiente de estructura en seco; CE: coeficiente de estructura en húmedo; th/ts relación tamiz húmedo/tamiz seco o estabilidad estructural

Cortesía M.Sc. Carmen Alonso Martín.

Perfil: G3

Fecha: 14/05/08

Clasificación: Ferralítico Rojo Compactado

Proceso de formación: Ferralitización

Horizonte diagnóstico: Ferralítico

Localización

Ubicación: Finca Zacarías, en campo preparado y surcado

Municipio: San José de las Lajas

Provincia: Habana

País: Cuba

Factores de formación

Forma del relieve: llano

Topografía del terreno circundante: Llano

Microrelieve : Hay microdepresiones, al parecer por formaciones cársicas

Vegetación o uso de la Tierra: Cultivos Varios

Material de Origen: Corteza ferralitizada / Caliza dura

Tiempo: Principios del cretácico

Descripción del Perfil

Profundidad (cm) Descripción

0 – 25	Color 5YR 4/6 (brown red), textura arcillosa, estructura granular, no reacciona al ácido clorhídrico, no se observan perdigones, buen desarrollo del sistema radical.
25 – 45	Color 2,5 YR 3/6 (dark red) textura arcillosa, estructura granular, no reacciona al ácido, se observan perdigones de manganeso, presencia de raíces.
45 – 80	Color 2,5 YR 4/6 (red), textura arcillosa, estructura granular fina, no reacciona al ácido, se observan algunas raíces y perdigones de manganeso.
80 – 122	Color 10R 4/6 (red), textura arcillosa, estructura granular fina, no reacciona al ácido, se detectan algunos perdigones de hierro y manganeso, no se observan raíces ni actividad biológica.

Algunos análisis físicos.

Profundidad (cm)	Arcilla < 0,002 (%)	d (Mg.m ⁻³)
0 -10	81,99	1,23
10- 20	80,26	1,25
20-40	88,15	1,28
40-70	87,51	1,35
70-100	91,67	1,40

d: densidad del suelo

Cortesía Dr.C. Nelson J. Martín Alonso

Perfil: G4

Fecha: 24/04/03

Clasificación: Ferralítico Rojo Típico

Proceso de formación: Ferralitización

Horizonte diagnóstico: Ferralítico

Localización

Ubicación: Finca Santa Teresa, en campo preparado y surcado

Municipio: San José de las Lajas

Provincia: Habana

País: Cuba

Factores de formación

Forma del relieve: llano

Topografía del terreno circundante: Llano

Microrelieve : Hay microdepresiones, al parecer por formaciones cársicas

Vegetación o uso de la Tierra: Cultivos Varios

Material de Origen: Corteza ferralitizada / Caliza dura

Tiempo: Principios del cretácico

Descripción del Perfil

Profundidad (cm) Descripción

0 – 20 Arcilla de color 2,5 YR 4/6 (red) en seco, con estructura granular que se fragmenta en bloques medianos, consistencia friable en seco, buen desarrollo del sistema radical, algunas concreciones pequeñas, redondeadas, permeable, con abundancia en galerías de insectos, no reacciona al HCl. Transición poco notable.

20 – 46 Arcilla de color 2,5 YR 4/6 (red) en seco, con estructura granular mediana, con consistencia friable en seco, el sistema radical disminuye bruscamente a partir de los 30 cm, aisladas concreciones pequeñas, reacción negativa al ácido, galerías de insectos, transición poco notable.

46 – 66 Arcilla de color 2,5 YR 3/6 (dark red) estructura poliédrica fina, consistencia dura en seco, un poco más endurecida al tacto que el horizonte anterior, escasas concreciones pequeñas, reacción negativa al HCl, no se observan manifestaciones de hidratación, transición poco notable, aisladas raíces.

66 – 110 Arcilla de color 2,5 YR 3/6 (dark red) en seco, estructura poliédrica más fina que el anterior, menos endurecido que el anterior, con mayor plasticidad que los horizontes anteriores y sin desarrollo del sistema radical. Reacción negativa al HCl.

Principales propiedades físicas del suelo de la finca Santa Teresa

Prof (cm)	Arcilla (%)	d (Mg.m ⁻³)	Microestructura		Macroestructura		th/ts
			FD	FE	K	CE	
0 – 20	69.00	1.05	12.10	88	1.60	0.55	0.66
20 – 46	75.00	1.14	11.14	89	1.77	0.54	0.66
46 – 66	71.00	1.20	11.76	88	2.49	0.56	0.65
66 – 110	69.00	1.21	12.10	88	2.72	0.51	0.67

d:densidad del suelo; FD: factor de dispersión; FE: factor de estructuración; K: coeficiente de estructura en seco; CE: coeficiente de estructura en húmedo; th/ts relación tamiz húmedo/tamiz seco o estabilidad estructural

Cortesía M.Sc. Carmen Alonso Martín.

Anexo 3. Descripción del procedimiento para la obtención de las plantas de *Canavalia ensiformis* enriquecidas con ¹⁵N utilizadas en el experimento 1.

Las plantas de canavalia que se emplearon en este experimento crecieron previamente en condiciones de las microparcels descritas en el experimento 2 (acápite 3.2.2), con una distancia entre plantas de 20 cm y un total de 24 plantas por microparcels.

Se aplicó una dosis común de 60 mg de P₂O₅. kg⁻¹ y 180 mg de K₂O. kg⁻¹ por microparcels como fertilización de fondo en el momento de la siembra de la canavalia. Cada tres días se les añadió 10 ml de una mezcla de sulfato de amonio [(NH₄)₂SO₄] y nitrato de amonio [NH₄NO₃] con un 9.72 at % ¹⁵N exc de enriquecimiento. A los 60 días de edad se extrajo la parte aérea de las plantas (hojas y tallos), se secó en estufa a 70°, hasta alcanzar valores constantes de masa y se desmenuzó en un molino de cuchillas y tamiz de 0.5 mm. Se tomaron muestras de tallos y hojas y se le determinó el % de N por el método Kjeldahl y el at % ¹⁵N de acuerdo con la metodología descrita en el experimento 1 (acápite 3.2.1).

Anexo 4. Descripción de las condiciones de crecimiento de las plantas de *Canavalia ensiformis* empleadas en el experimento 2.

Las plantas de canavalia que se emplearon en este experimento crecieron previamente en condiciones de microparcels, con una distancia entre plantas de 20 cm y un total de 24 plantas por microparcels.

Se aplicó una dosis común de 60 mg. kg⁻¹ de P₂O₅ y 180 mg. kg⁻¹ de K₂O por microparcels como fertilización de fondo en el momento de la siembra de la canavalia. Dos veces por semana se aplicó riego para mantener la humedad del suelo, si las condiciones climáticas no la favorecían. El control de arvenses durante los primeros 30 días se realizó de forma manual. A los 60 días de edad se extrajo la parte aérea de las plantas (hojas y tallos), se secó en estufa a 70°, hasta alcanzar valores constantes de masa y se desmenuzó en un molino de cuchillas y tamiz de 0.5 mm. Se realizó la cuantificación de la nodulación de las raíces por cepas nativas de *Rhizobium*.

Cuantificación de la nodulación por *Rhizobium* de las plantas de canavalia crecidas en las condiciones descritas.

# Nódulos por planta	# Nódulos activos por planta	% Nódulos activos por planta
147.4	128.8	87.12

Anexo 5. Descripción del procedimiento para la interpretación de la respuesta al fertilizante por el modelo discontinuo rectilíneo descrito por Waugh, Cate y Nelson (1972).

El propósito de la evaluación de los rendimientos en función de la fertilidad del suelo y la aplicada por diferentes fuentes de nutrientes es el de predecir la respuesta a los nutrientes del cultivo evaluado, en este caso el maíz.

Se desarrolló un programa de evaluación que incluyó el muestreo y evaluación de la fertilidad del suelo, montaje del experimento de respuesta a los nutrientes y se procedió a la evaluación e interpretación de la respuesta y aplicación de modelos estadístico – matemático que predigan la respuesta del cultivo en evaluación frente a las condiciones de crecimiento y desarrollo presentes.

Los modelos discontinuos tienen un punto inicial de respuesta al nutriente con este al mínimo (factor limitante) y un punto final, que es el rendimiento máximo estable. Una vez obtenidos los datos experimentales, se ordenaron en función de las dosis crecientes de nutrientes, se estableció la significación estadística del rendimiento entre los niveles de los tratamientos, se determinó el rendimiento máximo estable, la pendiente de la respuesta y el punto de inflexión del rendimiento. Al final se realizó la interpretación matemática de respuesta al nutriente empleando el modelo discontinuo rectilíneo.

La interpretación mediante el modelo discontinuo da estimaciones lógicas de los requerimientos de los nutrientes. La interpretación curvilínea de esos mismos datos da predicciones del rendimiento máximo estable muy por encima que cualquier observación realizada en los experimentos y como resultado se obtienen predicciones irrazonables del requerimiento de nutrientes.

En este trabajo se empleó el software desarrollado por el INCA, que realiza el ajuste de datos según el modelo discontinuo rectilíneo propuesto por Waugh, Cate y Nelson. El modelo que se ajustó fue el siguiente:

$$y = \begin{cases} a x + b, & 0 \leq x \leq \text{rec } x \\ y_{\text{max}}, & x \geq \text{rec } x \end{cases}$$