SOCIEDAD VENEZOLANA DE LA CIENCIA DEL SUELO

- Uso de Algunas Técnicas Estadísticas -

EVALUACION DE EXACTITUD EN LA CLASIFICACION DE SUELOS

BIBLIOTECA CENIAP.

SVCS

AGRINTER

VE/80/00049
2

BOLETIN TECNICO Nº 37

NOVIEMBRE 1979

BIBLIOTECA CENIAP.

15 NOV. 1979

- Uso de Algunas Técnicas Estadísticas -

EVALUACION DE EXACTITUD EN LA CLASIFICACION DE SUELOS

AGRIMEN

BIBLIOTECA CENIAP.

Ing. José Pérez Oráa
y
Dr. Richard Arnold

Agosto, 1979

TABLA DE CONTENIDO

	Pág
INTRODUCCION	1
LIMITACIONES DERIVADAS DEL MUESTREO DE SUELOS	2
REALIDAD DE CAMPO	3
MINIMO NUMERO DE OBSERVACIONES A REALIZAR PARA EVALUAR EXACTITUD	6
USO DE TRANSECTAS PARA ESTIMAR LA COMPOSICION DE UNIDADES DE MAPEO	17
CONSIDERACIONES FINALES	21
LITERATURA CITADA	25

BIBLIOTECA CENIAP.

INTRODUCCION

El propósito de cualquier clasificación es organizar nuestro conocimiento, en una forma tal, que las propiedades e interrelaciones de los objetos que queremos clasificar puedan ser recordadas y comprendidas (Cline, 1949). El objetivo de la clasificación de suelos es permitir aseveraciones más precisas acerca de partes de un área, que las que podrían ser hechas acerca del área como un todo. Además, permitir la predicción de ciertas condiciones, características o atributos de los suelos que no son conocidos antes de hacer la clasificación. El grado en que se alcancen esos fines será la medida de la utilidad de la clasificación (Webster y Butler, 1976). Es obvio que la clasificación de suelos necesita un esfuerzo substancial; por lo tanto, cada agrólogo debe balancear su clasificación con la disponibilidad de recursos y beneficios esperados (Webster, 1977). Esto significa que el detalle de la clasificación debe variar de acuerdo a como varía el detalle de levantamiento; por ejemplo, no sería lógico pretender clasificar a nivel de series en un estudio a nivel de Gran Visión.

Ing. José Pérez Oráa. MARNR. Dirección de Cartografía Nacional.
Dr. Richard Arnold. Universidad de Cornell. ITHACA, N.Y.

LIMITACIONES DERIVADAS DEL MUESTREO DE SUELOS.

Un estudio de suelos es hecho muestreando partes de un contínuo para caracterizar los diferentes tipos de suelos presentes y para definir sus límites (Soil Survey Staff, 1977, 4to Borrador). No todos los sitios son chequeados, y así, el procedimiento de muestreo implica que hay una extrapolación desde sitios específicos a áreas de cuerpos de suelos o, en otras palabras, desde unidades taxonómicas conceptuales a unidades de mapeo (geográficas).

El procedimiento de muestreo y sus estimados contribuyen a la inclusión de algunas áreas no chequeadas dentro de las delimitaciones de las unidades de mapeo. Así, estas unidades son nombradas por una o varias clases taxonómicas dominantes, pero ellas incluyen áreas de otros suelos que, muchas veces, no pueden ser identificadas y/o delimitadas a la escala de mapeo. Sin embargo, además de la composición de las unidades, la variabilidad espacial de las propiedades de los suelos es de interés, porque su conocimiento o estimación, mediante procedimientos estadísticos, permite una selección más apropiada de los intervalos de clases.

Cuando la clasificación de suelos es hecha, pensamos que el paisaje ha sido dividido en segmentos más homogéneos. Si la clasificación es hecha debidamente, las áreas delimitadas en el mapa deben representar con cierta exactitud las condiciones reales del terreno, pero el proceso de muestreo envuelto, la

BIBLIOTECA CENIAP.

experiencia del agrólogo, el tiempo y recursos disponibles, etc., imponen limitaciones y errores en la clasificación - además de errores de localización de límites- podrían estar presentes.

Tradicionalmente, mucho más esfuerzo ha sido puesto en la definición de las unidades taxonómicas que en las unidades de mapeo; sin embargo, para que un mapa de suelos tenga cierta exactitud debe presentar sus unidades en detalle (Amos y Whiteside, 1975). Las estimaciones de la exactitud y precisión de la clasificación y de la composición de las unidades de mapeo, puede ser hecha por medio de procedimientos de muestreo. Hord y Brooner (1976), señalaron que el procedimiento de muestreo debe implicar trabajo de campo y ser estadísticamente válido. También, que es importante comprender que cualquier estimado de exactitud, basado en un muestreo, necesita de intervalos de confianza, los cuales dependerán del número de muestras tomado.

REALIDAD DE CAMPO.

Las condiciones reales, existentes en el campo, han sido llamadas últimamente Realidad de Campo (Ground-truth). Arnold (1978), discutió ciertas de sus implicaciones para mapas de suelos. La definió como "el procedimiento y resultados de hacer observaciones en el campo, como una prueba o chequeo de las proporciones de los suelos componentes de unidades de mapeo indicadas por la leyenda del mapa".

Dos aspectos, los cuales deben tenerse presentes, son la composición de una unidad de mapeo en particular y el número de observaciones necesitado para chequear la leyenda del mapa. Como este proceso implica muestreo, el azar está envuelto. Por lo tanto, algunos conceptos y definiciones deben ser establecidos antes de cualquier discusión posterior. Los siguientes, se tomaron de Snedecor y Cochran (1967), Berry y Baker (1968) y Pérez, Rosales y Padilla (1978).

Una muestra, es una pequeña parte de un agregado más grande (la población) acerca de la cual queremos información.

Muestreo al azar, es un método de extraer muestras de manera que cualquier miembro de la población tiene la oportunidad de ser extraído.

En una muestra, sólo parte del todo es observado. Así, una perfecta correspondencia entre los estimados de la muestra y los verdaderos valores de la población no debe ser esperada.

Existe toda una gama de procedimientos de muestreo. Al azar, sistemático, estratificado o cualquier combinación de ellos, son algunos. Además, las unidades de observación pueden ser puntos, líneas o áreas.

Los estimados, basados en un procedimiento de muestreo dado, tienen dos propiedades: Exactitud, se refiere a cuan correctos son los estimados en relación

a los verdaderos valores de la población. Precisión, se refiere a la dispersión de los valores medidos.

Inferencia Estadística, se refiere a los intentos de hacer aseveraciones cuantitativas acerca de las propiedades de una población, desde los resultados dados por una muestra.

Intervalos de Confianza, se refieren a decir que un parámetro de una población dada, tiene un valor que está entre dos límites especificados.

Si nosotros comparamos varios métodos de muestreo, desde el punto de vista estadístico, preferiríamos aquel con la menor varianza. Sin embargo, es muy importante para los estudios de suelos, hacer las consideraciones de costos y accesibilidad. En áreas pequeñas y de fácil acceso podría realizarse un muestreo completamente al azar, pero en áreas grandes y de difícil acceso, probablemente, el muestreo por transectas es más fácil y barato (este muestreo es discutido más adelante). Al tratar de chequear o comparar la composición de una unidad de mapeo dada con la realidad existente en el terreno, debemos tomar muy en cuenta el número de observaciones o muestras a tomar. Es por ésto que debemos tratar de trabajar con niveles de probabilidad, tomando en consideración que, a medida que hagamos más observaciones, más cerca de la realidad estarán nuestros resultados. Sin embargo, nunca deberíamos hacer más observaciones que las hechas para realizar el estudio o ni siquiera estar cerca a ese nú-

mero debido a limitaciones de tiempo y costos, pero es conveniente recalcar que la cantidad de observaciones a hacer deber ser tal que nuestros resultados sean válidos estadísticamente.

MINIMO NUMERO DE OBSERVACIONES A REALIZAR PARA EVALUAR EXACTITUD.

La estimación o chequeo de la exactitud de la clasificación (o composición de las unidades de mapeo) está relacionada con la distribución binomial, donde cada observación es correcta o no de acuerdo a la leyenda. La proporción del suelo A, viene dada por:

$$p = \frac{c}{n} \quad \begin{cases} p = \text{proporción del suelo A} \\ c = \text{N° de observaciones que corresponden al suelo A.} \\ n = \text{N° total de observaciones hechas.} \end{cases}$$

La varianza es igual a $p\ (1 - p)/n - 1$ y de acuerdo a Arnold (1978), una vez que la proporción y la varianza han sido calculadas, es posible obtener los intervalos de confianza correspondientes para una probabilidad dada, así como también obtener el número de observaciones o muestras necesitado para alcanzar un nivel de exactitud establecido o requerido.

Algunos gráficos han sido desarrollados (Arnold, 1978; Pérez Oráa, 1979), los cuales son aquí ilustrados con algunos ejemplos de como podrían ser usados.

Estos gráficos se basan en valores obtenidos mediante la fórmula general para resolver ecuaciones de 2° grado, donde las raíces obtenidas son los límites de confianza superior e inferior. En este caso, el límite inferior es usado como la exactitud mínima para las Figuras 1, 2 y 3.

Cuando no se esperen observaciones que pertenezcan a una clase de suelo diferente a la de nuestro interés, usamos el primer término de la expansión de la distribución binomial*. Así, este término nos da la probabilidad de no observar clases de suelos diferentes a la evaluada para un nivel de exactitud y número de observaciones dados:

$$q^n = \alpha \begin{cases} q = & \text{exactitud especificada o requerida} \\ n = & \text{número de observaciones} \\ \alpha = & \text{probabilidad esperada} \end{cases}$$

Despejando obtenemos:

$$n \log q = \log \alpha$$

$$n = \frac{\log \alpha}{\log q}$$

Por ejemplo, si $q = 80\%$ y $\alpha = 95\%$

$$n = \log 0.05/\log 0.80 = -1.30103/-0.09691$$

$$n = 13.43 \simeq 14 \text{ observaciones.}$$

Como puede ser observado, las Figuras presentadas a continuación relacio-

* En adelante, al referirnos a una clase de suelo, ésta debe entenderse como un suelo ya clasificado a cualquier nivel categórico del Sistema de Clasificación (Soil Taxonomy).

nan el mínimo número de observaciones (o muestras) necesitado con la exactitud (representada por el límite de confianza inferior) y para dos niveles de probabilidad (90 y 95%). Algo que necesita ser enfatizado y que justifica el uso del límite de confianza inferior, es que si estamos evaluando una unidad de mapeo dada y todas las observaciones realizadas resultan pertenecientes a la clase de suelo de nuestro interés, el azar envuelto en el procedimiento de muestreo limita el concluir en términos de perfección (o correspondencia perfecta entre el muestreo y la población) ya que por ser los resultados producto de un muestreo, todavía podría existir error debido al azar. Por ejemplo, si para 25 observaciones que han resultado todas correctas, realizamos los cálculos mediante la fórmula para ecuaciones de 2° grado, el intervalo de confianza resultante es 0.867 - 1.000, el cual indica que la exactitud mínima es 0.87, o sea, 87% al 95% de probabilidad. La Figura 1 resume esos cálculos, realizados para diferentes valores de exactitud y número de observaciones.

Cuando esperamos que alguna o algunas observaciones resulten diferentes a la clase de suelo que estamos chequeando, los otros términos de la expansión de la distribución binomial pueden ser usados. En este caso, por ejemplo, si una unidad de mapeo es 75% suelo A, la cantidad o proporción que no es suelo A es 25%. Es este último porcentaje el que ocasionaría que algunas de nuestras observaciones no fuesen suelo A. Sin embargo, debemos saber que este porcentaje también establece un número máximo de estas observaciones, pues

de ser más alto del permitido nos llevaría a afirmar que la unidad de mapeo no es 75% suelo A.

La distribución binomial es:

$$(q + p)^n = \sum_{f=0}^{n} \binom{n}{f} p^f q^{n-f}$$

donde podemos calcular las probabilidades de tener f observaciones que difieren de la clase de nuestro interés en un número total de muestras n. Si el lector desea más detalles acerca de las implicaciones estadísticas puede referirse a los trabajos de Arnold y Pérez Oráa, ya mencionados.

Las Figuras 1, 2 y 3 pueden ser usadas de diferentes maneras, las cuales ilustraremos a continuación con algunos ejemplos:

La Figura 1, como ya fue anotado, puede indicarnos la exactitud mínima, donde 2 expresiones podrían ser usadas: al menos o como mínimo. Por ejemplo, si hacemos 12 observaciones y todas son encontradas correctas, la Figura 1 nos indica que lo chequeado (una delimitación o varias) "tiene al menos 75% de exactitud" o que "tiene 75% de exactitud como mínimo" al 95% de probabilidad.

Otra forma de usar la Figura 1, es cuando una unidad de mapeo ya ha sido definida como "80% pura" (una consociación por ejemplo) y queremos comprobarlo. Usando la Figura 1, buscamos el valor 80 en el eje Y, cortamos la curva del 95% de probabilidad ($\alpha = 0.05$) y al bajar al eje X encontramos que como míni -

mo se necesitan 14 observaciones, las cuales deben resultar correctas. De nuevo consideramos conveniente recalcar que éste debe ser el mínimo número de observaciones a realizar para que nuestros resultados sean válidos estadísticamente.

Las Figuras 2 y 3, también podrían ser usadas para casos parecidos a los señalados para la Figura 1; sin embargo, podemos utilizarlas de otras formas. Estas figuras, además de permitirnos usarlas cuando todas las observaciones son encontradas correctas, nos permiten también hacerlo cuando alguna (s) observación (es) sea (n) diferente (s) a las de la clase de nuestro interés. Utilizando el ejemplo anterior, si una exactitud de 80% (entiéndase como composición o pureza) ha sido previamente señalada y si no encontramos diferencias, el número mínimo de observaciones a realizar debe ser 14 de acuerdo a la Figura 2. Sin embargo, si 2 observaciones son encontradas como diferentes a la clase de suelo de nuestro interés, el número mínimo de observaciones a realizar debe ser 25, donde 23 deben corresponder al suelo deseado.

Otra forma de usar las Figuras 2 y 3, es para estimar el número máximo de observaciones pertenecientes a otras clases, que puede ser permitido para un nivel de exactitud dado. Por ejemplo, si una unidad de mapeo ha sido definida como 70% suelo A y se decide chequearla con 25 observaciones, la Figura 2 nos indica que no más de 4 observaciones pueden pertenecer a otros suelos, pues si este número es mayor que 4, la unidad no es 70% suelo A, como míni -

mo. Sin embargo, es conveniente hacer notar que la misma Figura 2 nos indica que si todas las observaciones corresponden al suelo A, 8 observaciones serían suficientes para afirmar que la unidad es al menos 70% suelo A al 95% de probabilidad.

Por otra parte, la composición de unidades de mapeo heterogéneas, como las asociaciones de suelos, podrían ser evaluadas. Por ejemplo, Quintero de B. et al (1974) definieron la Asociación Boconó-Baronero como 50 por ciento serie Boconó, 30 por ciento serie Baronero y 20 por ciento de otros suelos.* Si el nivel de exactitud deseado es 80 por ciento a una probabilidad del 95 por ciento, la Figura 2 indica que el número mínimo de muestras u observaciones al azar debe ser 14. Asumamos que de ese total de 14 observaciones de campo, 8 son serie Boconó y 5 son serie Baronero (la observación restante puede ser cualquier otro suelo). Las proporciones son 57 por ciento (8/14) y 36 por ciento (5/14) respectivamente. De este modo podemos calcular intervalos de confianza para cada componente individual. Si las 8 observaciones pertenecientes a la serie Boconó son consideradas correctas y la diferencia (14 - 8 = 6) es considerada como perteneciente a otras series, usando la Figura 2 con el valor 6 en el eje X y 14 en el eje Y vemos que la exactitud mínima (o límite de confianza inferior) es alrededor de 35 por ciento. La diferencia entre la proporción encontrada y el límite inferior (57 - 35) es 22 por ciento. Entonces podemos afirmar que la proporción de serie Boconó podría ser 57 por ciento $\pm$ 22

* Aunque en Venezuela, en los actuales momentos, no se están definiendo series de suelos, el ejemplo de series fue usado de manera ilustrativa, ya que podrían evaluarse asociaciones de suelos a cualquier nivel categórico.

al 95% de probabilidad.

Para la serie Baronero, encontramos 5 observaciones consideradas correctas y 9 observaciones (14 - 5 = 9) de otras series. Con el valor 9 en el eje X y 14 observaciones en el eje Y, en la Figura 2 vemos que el límite de confianza inferior es 18. La diferencia entre la proporción encontrada y este límite inferior (36 - 18) es 18 por ciento. Por lo tanto, la proporción de serie Baronero podría ser definida como 36 por ciento $\pm$ 18 al 95% de probabilidad.

Las ecuaciones de las rectas mostradas en las Figuras 2 y 3 son dadas en la Tabla N° 1, por si existe interés en un número mayor de muestras u observaciones.

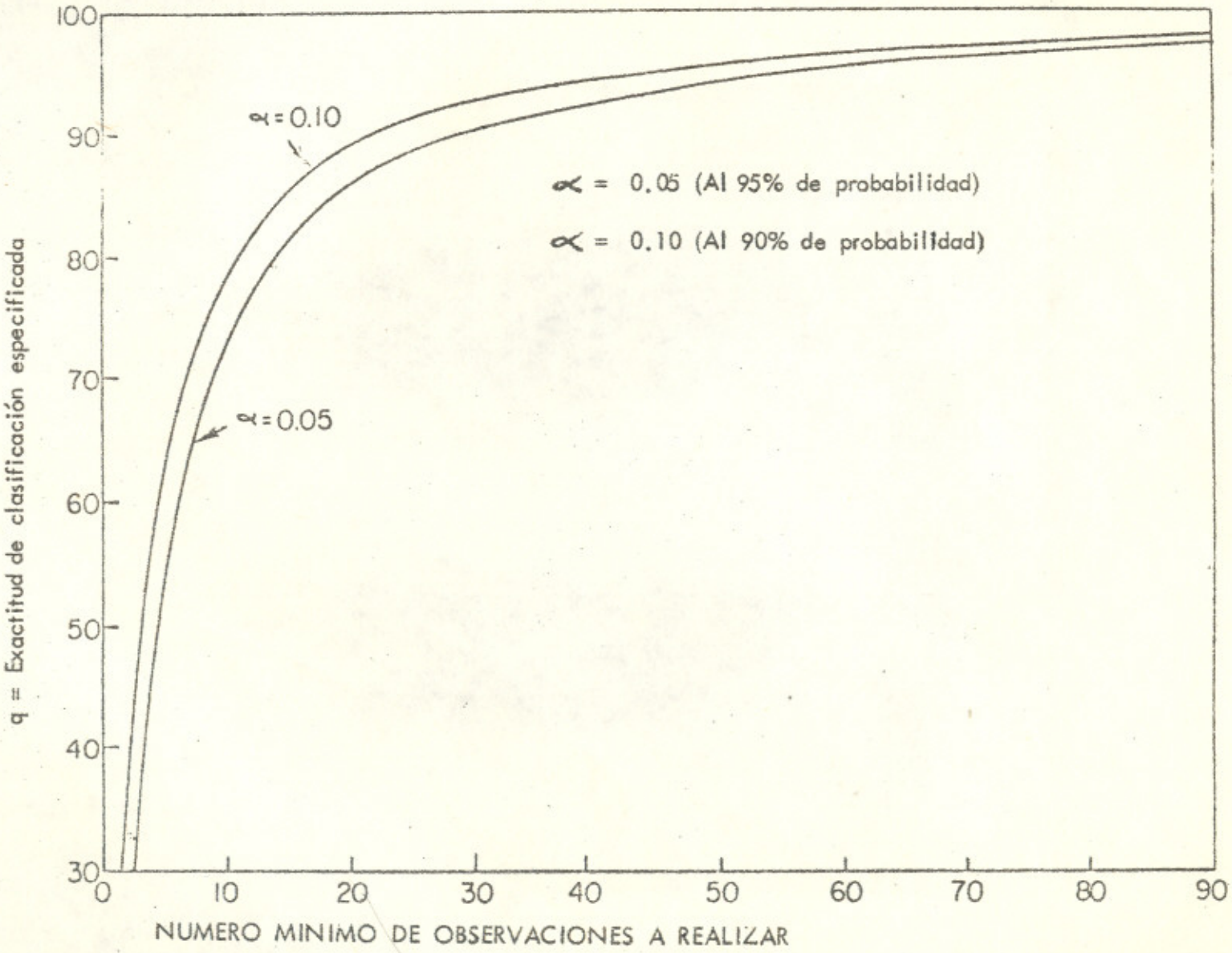

Figura 1 -Número Mínimo de observaciones para evaluar exactitud de la clasificación cuando todas las observaciones pertenecen a la clase de suelo de interés.

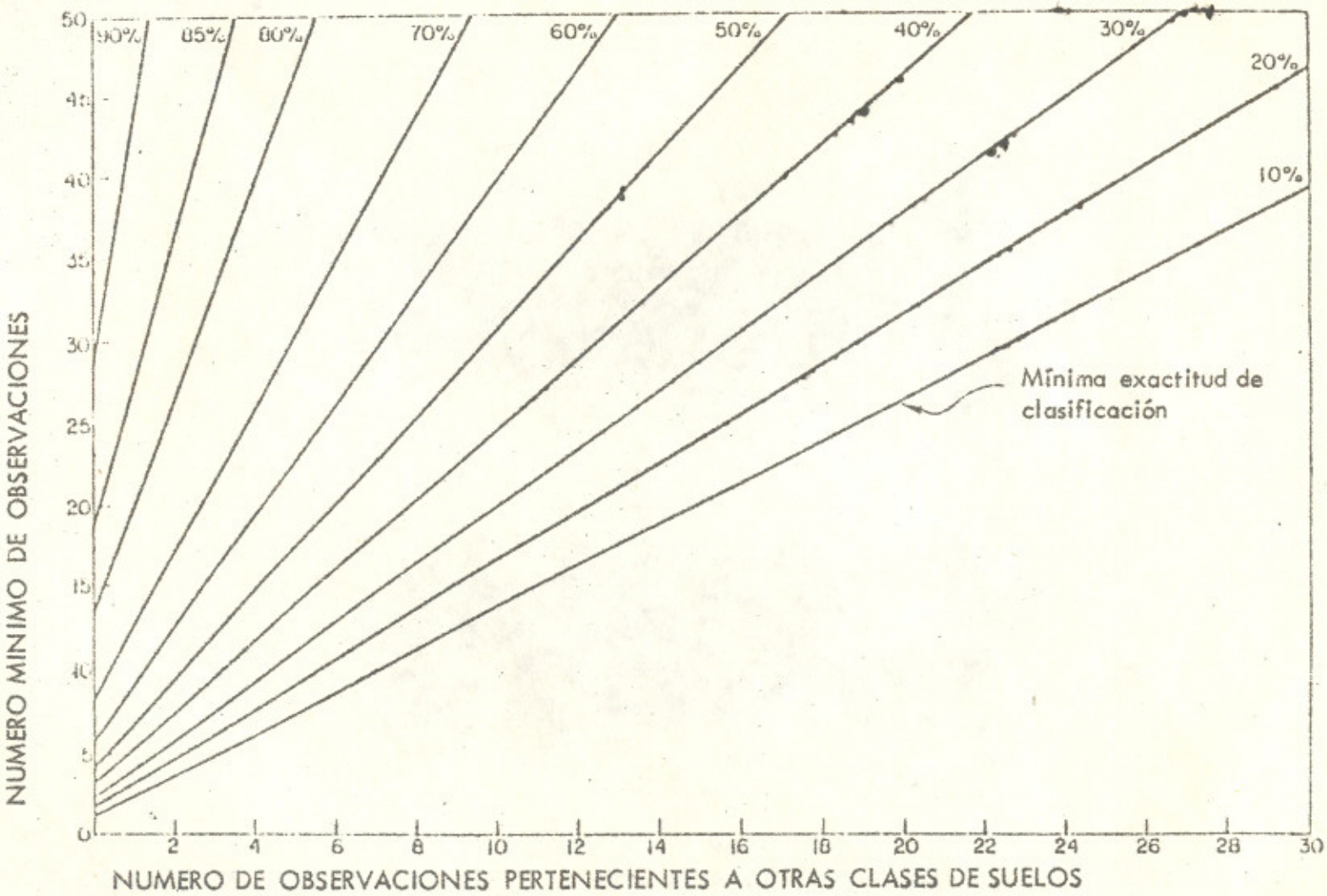

Figura 2. Relaciones entre el Número Mínimo de Observaciones a realizar, Mínima Exactitud de Clasificación y Número de Observaciones de Clases de Suelos diferentes a la Evaluada. Probabilidad del 95%.

BIBLIOTECA CEMIAP.

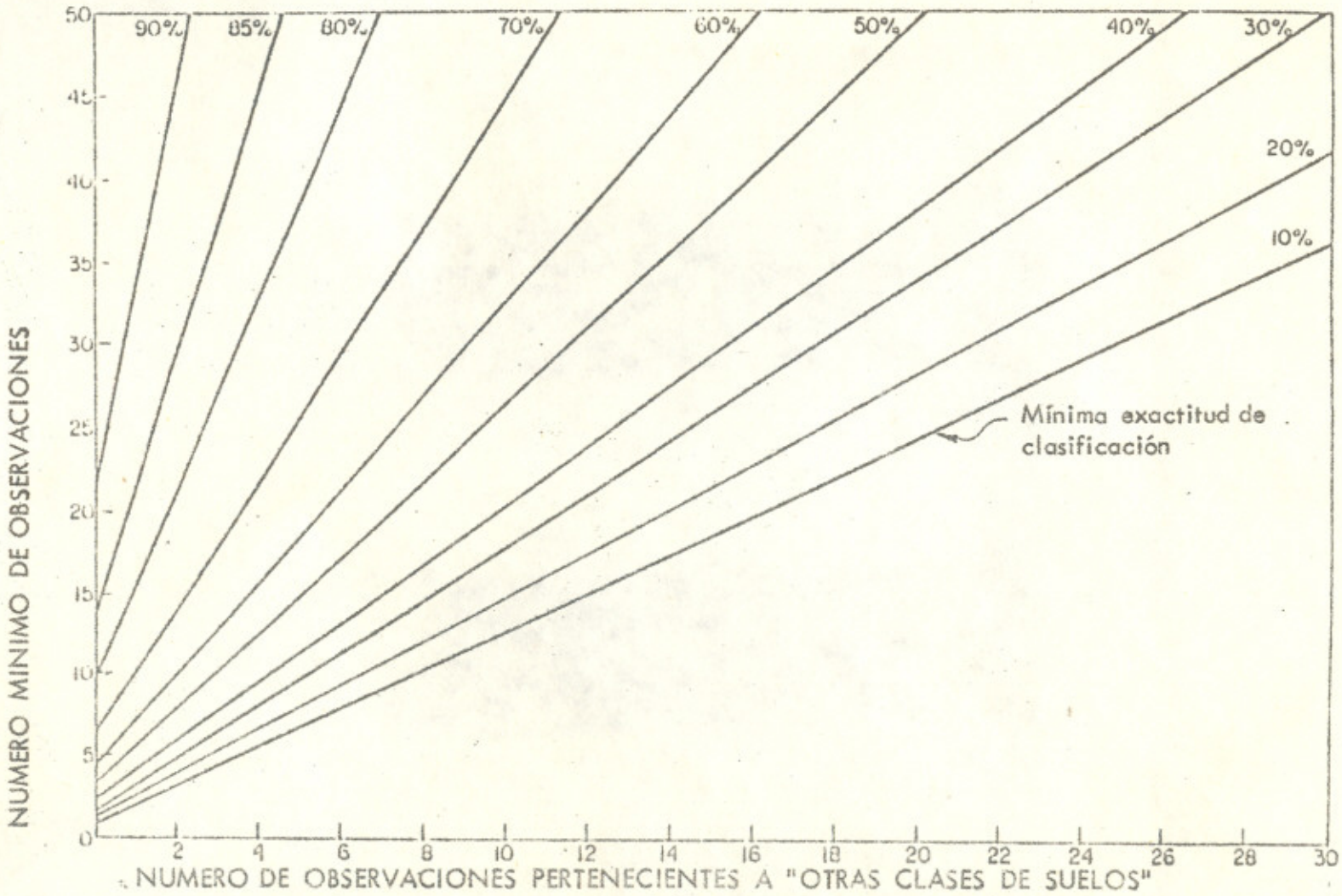

Figura 3. Relaciones entre el Número Mínimo de Observaciones a realizar, Mínima Exactitud de Clasificación y Número de Observaciones de Clases de Suelos diferentes a la Evaluada. Probabilidad del 90%.

TABLA Nº 1

ECUACIONES PARA VARIOS NIVELES DE EXACTITUD (O COMPOSICION) Y PROBABILIDAD (*)

Nivel de Exactitud (o composición) de la unidad de mapeo (%)	NIVEL DE PROBABILIDAD 95%	90%
10	1.25X + 1.3	1.17X + 1.0
20	1.47X + 1.9	1.34X + 1.4
30	1.75X + 2.5	1.61X + 1.9
40	2.14X + 3.3	1.79X + 2.5
50	2.68X + 4.3	2.31X + 3.3
60	3.37X + 5.9	2.81X + 4.5
70	4.40X + 8.4	3.83X + 6.5
80	6.53X + 13.4	5.68X + 10.3
85	8.80X + 18.4	7.77X + 14.2
90	14.60X + 28.4	12.05X + 21.9

* X en las ecuaciones corresponde al número de observaciones diferentes a la clase de suelo de nuestro interés.

USO DE TRANSECTAS PARA ESTIMAR LA COMPOSICION DE UNIDADES DE MAPEO

Muchos autores han discutido métodos para la estimación de exactitud en la clasificación y composición de las unidades de mapeo (Johnson, 1961; Powell y Springer, 1965; White, 1966; Amos y Whiteside, 1975; Hord and Brooner, 1976; Hajek, 1977; Arnold, 1977 a; Dos Santos, 1977; Pérez Oráa et al, 1978). Las transectas al azar parecen ser el mejor método para estas estimaciones en los estudios de suelos, de acuerdo a los autores mencionados. Observaciones cada 5 mm. sobre el mapa (50 metros en el terreno a escala 1:10.000) han sido recomendadas. Los conceptos para lo expuesto a continuación, han sido tomados en su mayoría de Arnold (1977a, 1977b) y Pérez Oráa et al (1978).

Transectas son líneas rectas seleccionadas al azar que tienden a cruzar el paisaje (o unidades de mapeo, si trabajando con mapas de suelos). Sin embargo, la experiencia y conocimientos sobre suelos que tiene el agrólogo juegan un papel muy importante, pues las transectas no se hacen completamente al azar sino que se les da una dirección lógica. Debemos recordar que los suelos no se distribuyen al azar, ya que responden al patrón de distribución geográfica de los factores formadores de suelos. Por lo tanto, la definición puede hacerse de la siguiente forma: Las transectas son líneas rectas seleccionadas de una manera tal, que tienden a cruzar las vías de drenajes naturales (o unidades de paisaje) en ángulo recto, a fin de asegurar que el máximo posible de variabilidad de suelos en

aquella dirección sea cubierto.

Cuando se chequea un suelo dado, la distribución binomial puede ser usada, como ya fue explicado, pues una observación es o no el suelo de interés. Por otra parte, debido a que las transectas, en su mayoría, son de diferente longitud, se hace necesario un análisis estadístico (cluster) donde se le dé mayor peso a las transectas más largas.

Para desarrollar las Tablas 2 y 3, se realizaron los siguientes pasos:

1° Selección del área a evaluar. Partes de mapas correspondientes al Sistema de Riego Boconó (Homes, 1968; Quintero de B. et al, 1974) a escalas de 1:30.000 y 1:150.000, respectivamente, fueron seleccionadas.

2° Selección de la unidad de mapeo a ser chequeada. La asociación Boconó-Baronero, fue seleccionada. Esta asociación fue definida como serie Boconó (50%), serie Baronero (30%) y 20% de otros suelos.

3° El mapa a escala 1:150.000 fue ampliado a 1:30.000 aproximadamente y superpuesto sobre el otro mapa.

4° Diez transectas fueron trazadas sobre los mapas y se hicieron observaciones a lo largo de ellas cada 5 mm., dentro de las delimitaciones de la unidad de mapeo seleccionada.

5° Se contó el número de esas observaciones, en las cuales el mapa a escala 1:30.000 (asumido como correcto) mostró el componente siendo evaluado.

6° El registro de los datos y cálculos se realizaron de acuerdo a lo indicado en las Tablas 2 y 3, donde:

a_i = Número de observaciones en la transecta i que pertenecen al suelo siendo evaluado.

m_i = Número total de observaciones hechas en la transecta i.

p_i = Proporción del suelo siendo evaluado en la transecta i $(p_i = \frac{a_i}{m_i})$

p = Proporción del suelo evaluado resultante del conjunto total de transectas.

n = Número total de transectas hechas.

$\overline{m}$ = Promedio de observaciones por transecta.

SD = Desviación standard. La fórmula parece larga y complicada pero es muy fácil de resolver con una calculadora de bolsillo.

SE = Error standard.

CI = Intervalo de confianza.

t = Valor de t para infinitos grados de libertad. Este valor también varía con el nivel de probabilidad.

BIBLIOTECA CENIAP.

n_t = Número de transectas necesitado (calculado) para alcanzar el nivel de exactitud deseado.

L = Error permisible o máxima diferencia que deseamos entre la proporción estimada y la "verdadera" proporción de la población. Este es asumido comúnmente como $\pm$ 10 por ciento.

De los resultados, puede concluirse que las 10 transectas dieron un estimado del componente principal (serie Boconó) de 57.7 por ciento, el cual está razonablemente cerca de la proporción original dada en el Informe mencionado (50 por ciento). El número necesario de transectas (después de seleccionar un error permisible de $\pm$ 10 por ciento) fue 27. Esto significaría que se necesitarían 17 transectas más para dar validez estadística a los resultados. Aunque parezca un número muy grande de transectas, debemos darnos cuenta que los cálculos fueron hechos para el 95% de probabilidad.

Por otro lado, el estimado del componente serie Baronero fue bajo (6 por ciento) contra 30 por ciento dado. Este estimado podría estar afectado por el azar, o ser el resultado de evaluar delimitaciones que en la realidad no tienen 30 por ciento de este componente; esto último es posible ya que las proporciones son dadas para la unidad de mapeo como un todo y debemos recordar que una unidad de mapeo es el resultado de la suma de todas las delimitaciones que llevan su nombre y su símbolo. Otra hipótesis podría ser que la proporción real de la serie Baronero sea 6 por ciento.

CONSIDERACIONES FINALES.

Como conclusión general, podemos decir que los resultados son bastante halagadores; creemos que debemos abocarnos a chequear los métodos de evaluación propuestos contra resultados de campo. Si éstos son consistentes con los ejemplos teóricos, estos métodos podrían ser usados.

Parece que muestrear o hacer observaciones a lo largo de una transecta, es frecuentemente más viable porque seguir una dirección a partir de un punto puede ser más fácil, barato y rápido que localizar puntos espaciados al azar.

Finalmente, podemos anotar que estos métodos pueden ser aplicados en diferentes ocasiones, de acuerdo al estado de avance del estudio de suelos:

1° Antes de comenzar el estudio, podrían ser usados para realizar un estimado de la variabilidad de los suelos del área y así lograr que las programaciones, tanto presupuestarias como en el tiempo, estén sustentadas por una base más real.

2° Durante la ejecución del estudio, los métodos propuestos permitirían, a los encargados del levantamiento, chequear sus unidades de mapeo cuando se considere necesario.

3° Después de finalizar un estudio, estos métodos facilitarían las labores de inspección o de control de calidad. Con seguridad, la calidad

de los estudios de suelos en Venezuela mejoraría mucho, si se aplicaran métodos de evaluación con validez estadística, como los aquí expuestos.

TABLA Nº 2
ESTIMACION DE LA COMPOSICION DE UNIDADES DE MAPEO
HOJA DE CALCULOS

UNIDAD DE MAPEO: ASOCIACION BOCONO-BARONERO
COMPONENTE EVALUADO: SERIE BOCONO

Transecta Nº	a_i	m_i	p_i	a_i^2	$a_i m_i$	m_i^2	
1	10	19	0.5263	100	190	361	$n = 10$
2	9	12	0.7500	81	108	144	
3	10	28	0.3571	100	280	784	
4	12	20	0.6000	144	240	400	$p = \sum a_i / \sum m_i$
5	1	7	0.1429	1	7	49	$= 0.5772$
6	20	28	0.7143	400	560	784	
7	13	13	1.0000	169	169	169	$2p = 1.1544$
8	11	11	1.0000	121	121	121	
9	0	7	0.0000	0	0	49	$p^2 = 0.3332$
10	0	4	0.0000	0	0	16	$\bar{m} = \sum m_i / n$
							$= 14.9$
TOTAL:	86	149		1.116	1.675		

$$SD = \frac{1}{\bar{m}} \sqrt{\frac{1}{n-1}\left[\sum a_i^2 - 2p \sum a_i m_i + p^2 \sum m_i^2\right]}$$

$$= \frac{1}{14.9} \sqrt{\frac{1}{10-1}\left[1116 - 1.1544\,(1675) + 0.3332\,(2877)\right]}$$

$$SD = 0.2656$$

$$SE = SD / \sqrt{n}$$

$$= 0.2656/3.1623$$

$$SE = 0.0840$$

$$t_{95,\infty} = 1.96$$

$$CI = p \pm tSE$$

$$= 0.5772 \pm 1.96\,(0.0840)$$

$$= 0.5772 \pm 0.1646$$

$$CI = 57.7\% \pm 16$$

$$n_t = \frac{t^2\ SD^2}{L^2}$$

$$n_t = \frac{(1.96)^2\ (0.2656)^2}{(0.10)^2}$$

$$n_t \simeq 27$$

TABLA Nº 3
ESTIMACION DE LA COMPOSICION DE UNIDADES DE MAPEO
HOJA DE CALCULOS

UNIDAD DE MAPEO: ASOCIACION BOCONO-BARONERO
COMPONENTE EVALUADO: SERIE BARONERO

Transecta Nº	a_i	m_i	p_i	a_i^2	$a_i m_i$	m_i^2	
1	1	19	0.0526	1	19	361	$n = 10$
2	2	12	0.1667	4	24	144	
3	0	28	0.0000	0	0	748	$p = \sum a_i / \sum m_i$
4	1	20	0.0500	1	20	400	
5	0	7	0.0000	0	0	49	$= 0.0604$
6	0	28	0.0000	0	0	784	
7	0	13	0.0000	0	0	169	$2p = 0.1208$
8	0	11	0.0000	0	0	121	$p^2 = 0.0036$
9	4	7	0.5714	16	28	49	$\bar{m} = \sum m_i / n$
10	1	4	0.2500	1	4	16	$= 14.9$
TOTAL:	9	147		23	95	2.877	

$$SD = \frac{1}{\bar{m}} \sqrt{\frac{1}{n-1}\left[\sum a_i^2 - 2p\sum a_i m_i + p^2 \sum m_i^2\right]}$$

$$= \frac{1}{14.9} \sqrt{\frac{1}{10-1}\left[23 - 0.1208\ (95) + 0.0036\ (2877)\right]}$$

$$SD = 0.1046$$

$$SE = SD / \sqrt{n} \qquad t_{95,\infty} = 1.96 \qquad n_t = \frac{t^2\ SD^2}{L^2}$$

$$= 0.1046 / \sqrt{10} \qquad CI = p \pm tSE$$

$$SE = 0.0331 \qquad = 0.0604 \pm 1.96\ (0.0331) \qquad n_t = \frac{(1.96)^2\ (0.1046)^2}{(0.10)^2}$$

$$= 0.0604 \pm 0.0649$$

$$CI = 6\% \pm 6 \qquad n_t \simeq 4$$

LITERATURA CITADA

AMOS, D.F., and E.P. Whiteside, 1975. Mapping Accuracy of a Contemporary Soil Survey in a Urbanizing Area. Soil Science Society of America Proceedings, Vol. 39, N° 5: 937-942.

ARNOLD, R.W., 1977a. A Clean Brush Approach for Achieving Better Concepts. Agronomy Dept., Cornell University, Ithaca, N.Y. 14853. Unnumbered Mimeo.

ARNOLD, R.W., 1977b. Estimating Accuracy of Soil Maps. Agronomy Dept., Cornell University, Ithaca, N.Y. 14853. Unnumbered Mimeo.

ARNOLD, R.W., 1978. Obtaining Ground-Truth of Existing Soil Maps. In Guidelines for Soil Resource Inventory Characterization. Agronomy Dept., Cornell University, Ithaca, N.Y. 14853 (Draft).

BERRY, BRIAN J.L., and A.M. BAKER, 1968. Geographic Sampling. In Spatial Analysis: A Reader in Statistical Geography. B.L.J. Berry and D.F. Marble (Eds.), Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey pp. 99-100.

CLINE, M.G., 1949. Basic Principles of Soil Classification. Soil Science, 67: 81-91.

DOS SANTOS, H., 1978. Some Strategies of Quality Control for Reconnaissance Soil Survey. M.S. Thesis. Cornell University, Ithaca, N.Y.

HAJEK, B.F., 1977. Evaluation of Map Unit Composition by the Random Transect Method. In Cornell Soil Resource Inventory Workshop Proceedings. Agronomy Mimeo 77-23. Cornell University, Ithaca, N.Y. 14853. pp 71-80.

HOMES, P., 1968. Estudio Agrológico Detallado Sector Boconó-Masparro, Estado Barinas. Segundo Avance. M.O.P. Dirección de Obras Hidráulicas, División de Edafología, Oficina Edafológica de Occidente. Guanare , Venezuela.

HORD, R.M., and W. Brooner, 1976. Land-use Map Accuracy Criteria. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing. Vol. 42, 5:671-677.

JOHNSON, W.M., 1961. Transect Methods for Determination of the Composition of Soil Mapping Units. Soil Survey Technical Notes, Soil Conservation Service, U.S.D.A.

PEREZ-ORAA, J., A. ROSALES and C. PADILLA. 1978. Random Points and Random Transects as Sampling Techniques for Use in Soil Appraisal. An Illustrative Exercise. Agronomy Dept., Cornell University, Ithaca, N.Y. 14853. Draft.

PEREZ-ORAA, J., 1979. Quality Control and Characterization of Soil Survey with Special Reference to Venezuela. M. P.S. Project Report. Cornell University, Ithaca, N.Y. U.S.A.

POWELL, J.C., and M.E. SPRINGER, 1965. Composition and Precision of Classification of Several Mapping Units of the Appling, Cecil and Lloyd Series in Walton County Georgia. Soil Sci. Soc. Amer.Proc., 29: 454-458.

QUINTERO DE B. P., R. SCHARGEL, F.J. URRIOLA y S. STREBIN, 1974. Informe Interpretativo de Suelos de la Zona Guanare-Masparro, Estados Portuguesa y Barinas. M.O.P. Dirección de Información Básica. División de Edafología. Caracas , Venezuela.

SNEDECOR, G., and W. COCHRAN, 1967. Statistical Methods. Sixth Edition. The Iowa State University Press. Ames, Iowa. U.S.A.

SOIL SURVEY STAFF, 1977. Soil Survey Manual, rev. ed. (4th Draft). U.S.D.A. Washington, D.C.

WEBSTER, R., and B.E. BUTLER, 1976. Soil Classification and Survey Studies at Ginninderra. Aust. J. Soil Res. 14: 1-24.

WEBSTER, R., 1977. Quantitative and Numerical Methods in Soil Clasification and Survey. P.H.T. Beckett, V.C. Robertson and R. Webster (eds). Monographs on Soil Survey. Clarendon Press, Oxford.

WHITE, E.M., 1966. Validity of the Transect Method for Estimating Compositions of Soil-Map Areas. Soil Sci. Soc. Amer. Proc., Vol. 30: 129-130.

JPO/yn
12-6-79

COMISION DE DOCUMENTACION Y PUBLICACIONES

Presidente: Ing° Agr° Emilio Hidalgo Torres

Suplente: Ing° Agr° Fernando J. Granados M.

FONAIAP - CENIAP

APDO. 4653

MARACAY 200

Impresión a cargo de la Oficina de
Comunicaciones Agrícolas
FONAIAP-CENIAP - Maracay, Edo. Aragua
350 ejemplares.