

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

UES BIBLIOTECA CENTRAL



INVENTARIO: 10127027

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS



**HETEROGENEIDAD DE UN SUELO LATOSOL PARDO
FORESTAL EN UN LOTE EXPERIMENTAL DE
FERTILIZACION EN CAFE**

TESIS

PRESENTADA POR

JOSE RUTILIO AGUILERA CARRERAS

PREVIA OPCION AL TITULO DE

INGENIERO AGRONOMO



T
631.81
A 283h
1969
FCC.A
Ej. 10

496

U N I V E R S I D A D D E E L S A L V A D O R

Rector

Dr. José María Méndez

Secretario

Dr. José Ricardo Martínez

F A C U L T A D D E C I E N C I A S A G R O N O M I C A S

Decano

Ing. Agr. Roberto Molina Castro

Secretario

Ing. Agr. Luis Napoleón Domínguez Miranda

F A C U L T A D D E C I E N C I A S A G R O N O M I C A S

Primer Examen General de Grado

Ing. Víctor Gallo Párker

Ing. José Velasco Morán

Dr. Antonio Barba

Segundo Examen General de Grado

Ing. José Velasco Morán

Ing. Gilberto Cañas Prieto

Ing. Luis Montenegro

Jurado Calificador de Tesis

Ing. Rubén González Olmedo

Ing. Víctor Gallo Párker

Ing. Gustavo Denys

U N I V E R S I D A D D E E L S A L V A D O R

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS

HETEROGENEIDAD DE UN SUELO LATOSOL PARDO
FORESTAL EN UN LOTE EXPERIMENTAL DE
FERTILIZACION EN CAFE

TESIS

PRESENTADA POR

JOSE RUTILIO AGUILERA CARRERAS

PREVIA OPCION AL TITULO DE

INGENIERO AGRONOMO

INDICE

	Página
I INTRODUCCION.....	1
II LITERATURA REVISADA.....	3
III MATERIALES Y METODOS.....	8
IV RESULTADOS EXPERIMENTALES Y DISCUSION.....	12
V CONCLUSIONES.....	24
VI RESUMEN.....	25
VII BIBLIOGRAFIA.....	26
VIII APENDICE.....	28

INDICE DE TABLAS

		Página
TABLA I	Características Químicas del suelo, de 0 a 30 centímetros de profundidad.....	9
II	Distribución experimental del peso en Kgs. del rendimiento del frijol de cada una de las 256 parcelas.....	14
III	Resultados del estudio Biométrico de la población estudiada, en cuanto a los parámetros estadísticos.....	16
IV	Distribución experimental de los valores en partes por millón de fósforo de cada una de las 256 parcelas.....	17
V	Distribución experimental de los valores en partes por millón de potasio de cada una de las 256 parcelas.....	18
VI	Grado de influencia del Coeficiente de Variabilidad en las distintas formas y tamaños de parcela.	23
VII	Distribución de clases y frecuencias para arreglo 1 x 1.....	31
VIII	Distribución de clases y frecuencias para arreglo 1 x 2.....	32
IX	Distribución de clases y frecuencias para arreglo 1 x 3.....	33
X	Distribución de clases y frecuencias para arreglo 1 x 4.....	34

		Página	
TABLA	XI	Distribución de clases y frecuencias para arreglo 2 x 1.....	35
	XII	Distribución de clases y frecuencias para arreglo 2 x 2.....	36
	XIII	Distribución de clases y frecuencias para arreglo 3 x 2.....	37
	XIV	Cantidades diarias de lluvia, expresadas en milímetros durante los meses de Julio a Octubre de 1964. Finca Las Flores, Santa Ana.....	47

INDICE DE FIGURAS

		Página
FIGURA 1	Cultivo indicador plantado en dobles hileras, dentro de las calles de café.....	13
2	Estado del frijol, usado como cultivo indicador, al momento de la recolección.....	13
3	Grado de producción obtenida de las plantas de frijol.....	13
4	Polígono de Frecuencias del peso promedio en Kgs. - por parcela.....	15
5	Representación gráfica de la heterogeneidad del suelo, en base a curvas de igual nivel de Rendimiento - (Kgs./frijol),.....	20
6	Representación gráfica de la heterogeneidad del suelo, mediante curvas de igual nivel de fósforo (p.p.m de P).....	21
7	Representación gráfica de la heterogeneidad del suelo, por medio de curvas de igual nivel de potasio - (p.p.m de K).....	22
8	Polígono de frecuencias del peso promedio en Kgs. - por parcela. Arreglo 1 x 1.....	38
9	Polígono de frecuencias del peso promedio en Kgs. - por parcela, Arreglo 1 x 2.....	38
10	Polígono de frecuencias del peso promedio en Kgs. - por parcela. Arreglo 1 x 3.....	39

		Página
FIGURA 11	Polígono de frecuencias del peso promedio en Kgs. - por parcela. Arreglo 1 x 4.....	39
12	Polígono de frecuencias del peso promedio en Kgs. - por parcela. Arreglo 2 x 1.....	40
13	Polígono de frecuencias del peso promedio en Kgs. - por parcela. Arreglo 2 x 2.....	40
14	Polígono de frecuencias del peso promedio en Kgs. - por parcela. Arreglo 3 x 2.....	41

INTRODUCCION

La heterogeneidad del suelo es un hecho universalmente reconocido, el cual ha sido objeto de estudio por parte de muchos investigadores.

En la literatura revisada no se encontraron referencias acerca de trabajos similares efectuados en El Salvador, tendientes a establecer el grado de heterogeneidad del suelo.

La economía del país se sustenta básicamente en el ingreso proveniente del sector agropecuario y dentro de éste, el renglón de la cafi-cultura es el que ocupa el primer lugar, por lo tanto las investigacio-nes que tiendan a asegurar un máximo de productividad del cultivo, con-tribuirán decididamente a propiciar una mejor utilización de los recur-sos invertidos.

Específicamente la investigación de los niveles de fertilización más adecuados para el cultivo del café, aún después de los valiosos -trabajos realizados por el Instituto Salvadoreño de Investigaciones -del Café, demanda aún mayor experimentación a fin de eliminar al máxi-mo los efectos provenientes del error experimental ocasionado por la -heterogeneidad del suelo.

Con tal propósito se decidió seguir una metodología aún más -depurada en el desarrollo de ese tipo de ensayos.

Durante 1964 se realizó un experimento para evaluar la respues-ta a distintos niveles de NPK, utilizándose el lote experimental para plantar además el cultivo indicador, que permitiese el establecimiento de la heterogeneidad de ese suelo, así como también el grado de influen-cia del tamaño y forma de la parcela en los resultados experimentales.

Con el propósito de que para futuros ensayos de fertilización en café, se realice una metodología similar.

El trabajo fue realizado en un área representativa de la zona cafetalera del país.

El ensayo en blanco efectuado, permitió tabular los rendimientos del cultivo indicador, habiéndose obtenido a través de las curvas de igual nivel de rendimiento, el grado de heterogeneidad del lote experimental.

Las curvas elaboradas constituyen la representación gráfica de la heterogeneidad de ese suelo y la tabulación estadística de los rendimientos ofrecen la representación analítica, por medio del coeficiente de correlación, usando el método de Harris. (6,7)

LITERATURA REVISADA

El conocimiento del grado de heterogeneidad del suelo para la realización de ensayos de campo, es básico para poder confiar en los resultados experimentales.

Una completa uniformidad es muy difícil de conseguir, puesto - que todos los suelos presentan un grado menor o mayor de heterogeneidad, derivada de sus distintas características físicas, químicas y agrológicas. De La Loma (7).

La real interpretación de los experimentos de campo depende grandamente de la correcta estimación del error experimental. Los experimentos agrícolas en el campo están sujetos a una gran cantidad de errores debidos a una multiplicidad de causas, muchas de las cuales se encuentran fuera del control del experimentador. Una de las más grandes causas de error es debida a la heterogeneidad del suelo. Le Clerg (6).

Alegria (1) indica, en el caso del café que la heterogeneidad - del suelo es una de las muchas limitaciones para efectuar un experimento. La selección de la parcela donde se va instalar el ensayo presenta difilcultades, debido a la pendiente del terreno que hace variar gradualmente los resultados, a no ser que las repeticiones sean colocadas convenientemente.

Hayes (4) señala que Harris en 1915 propuso un coeficiente para medir la heterogeneidad, al que llamó "Coeficiente de heterogeneidad - del suelo". El mismo autor en el año de 1920 publicó un estudio indicando los resultados de otros experimentos realizados en todo el mundo, demostrando que la heterogeneidad es prácticamente universal.

Habiéndose utilizado para estudiar la naturaleza y el grado de heterogeneidad, los ensayos de uniformidad o ensayos en blanco. El grado o extensión de la heterogeneidad del suelo, puede ser medido calculando el grado de correlación existente entre los rendimientos de las parcelas adyacentes. Hayes y Garber presentaron datos de coeficientes de correlación, que expresan el grado de heterogeneidad del suelo con diferentes cultivos.

Le Clerg (6) reporta que Cochran en 1937 publicó un catálogo de datos con ensayos de uniformidad registrando 191 ensayos de campo, de los cuales han sido publicados 135. Habiéndose determinado la existencia de un alto grado de correlación.

J. L. De La Loma (7) dice que la heterogeneidad apreciada en un suelo, mediante ensayos en blanco, en un año determinado, no es en general debido a circunstancias especiales del año en que se realizó el estudio. Diversos investigadores han probado que existe una tendencia a que las parcelas que dan bajos rendimientos en un año, siguen produciendo cosechas deficientes en los años sucesivos.

Así mismo Harris y Scofield sostienen según Hayes (4) que existe una tendencia a un comportamiento similar de la misma parcela año tras año, con raras excepciones. "Summerby presentó datos más extensos, encontrando en su mayor parte coeficientes de correlación positivos; de 143 casos únicamente encontró 13 negativos, recomendando la ejecución de ensayos preliminares de uniformidad, con el objeto de hacer los ajustes de los rendimientos subsiguientes.

El método que se ha considerado más útil para determinar el grado de variabilidad de los suelos es el empleo del coeficiente de correlación; cuando éste es significativamente elevado la heterogeneidad es grande, no existiendo cuando aquel no es significativo. La aparente -- contradicción se explica, ya que si la variación en la producción de -- las diferentes parcelas establecidas en el ensayo en blanco se debe al azar, no habría correspondencia entre las parcelas contiguas. En cambio si en el campo en cuestión existen variaciones de unos lugares a otros, ciertas parcelas contiguas tenderán a producir mucho al mismo tiempo, en tanto que otras alejadas de las primeras mostrarán la tendencia opuesta. -- De La Loma (7).

La práctica general para disminuir el efecto de la heterogeneidad del suelo, ha sido la de reducir el tamaño de las parcelas y aumentar el número de repeticiones. Le Clerg (6).

Lacayo Barrios (2) comprobó que el tamaño y forma de las parcelas influye en la variabilidad de los rendimientos, pues a medida que aumentó la extensión superficial de las parcelas, la variabilidad disminuyó hasta un límite en el cual empezó a subir a medida que se continuó aumentando el tamaño de las parcelas.

En general parece que las parcelas largas y estrechas disminuyen el error en mayor grado que las parcelas más cuadradas.

Christides citado por Le Clerg (6), sugirió que a igual superficie, las parcelas largas y antostas controlan mejor la heterogeneidad que las parcelas que se aproximan al cuadrado.

Sí se conoce la dirección de las cotas de fertilidad predomi--

antes, se obtendrá un error más bajo si se hacen parcelas largas y angostas, dispuestas perpendicularmente a las cotas de igual fertilidad, pues en esa forma se reduce al mínimo la variabilidad dentro de las repeticiones. Hayes (4).

Monzón Paiva y Viso Rodríguez (8), reportan que el tamaño de parcela usado en Venezuela (256 m^2) es uno de los más grandes del mundo. Cuando el tamaño relativo de la parcela aumenta, la variabilidad relativa disminuye; esta relación fue descubierta por Fairfield Smith. En el experimento realizado con caña de azúcar, el tamaño óptimo encontrado fue de 93.16 m^2 . Comprobándose que la unidad actualmente en uso es más del doble de la necesaria. Los autores concluyen que el costo es mínimo si usa el tamaño óptimo de parcela.

Pérez (9) indica en base al ensayo en blanco realizado con cafetos, el efecto del tamaño y forma de parcela sobre el coeficiente de variabilidad.

Federer (3) trata entre los varios métodos existentes para determinar el óptimo tamaño de parcela experimental, el de la "Máxima curvatura", en el que los coeficientes de variación son ploteados contra los distintos tamaños de parcela, trazando la curva a través de las coordenadas resultantes e identificando por inspección el punto de máxima curvatura.

El método tiene los inconvenientes de que los costos relativos de los tamaños de parcelas, no son considerados y el punto de máxima curvatura, no es independiente de la más pequeña unidad seleccionada o de la escala de medida empleada.

Soto Martínez (11) trabajó en la determinación del tamaño óptimo de parcela útil experimental para ajonjolí, habiendo obtenido un coeficiente de correlación altamente significativo y negativo, indicando que a mayor tamaño de parcela el coeficiente de variación disminuye.

MATERIALES Y METODOS

El ensayo en blanco se realizó durante el período Agosto-Noviembre de 1964, en la explotación denominada "Finca Las Flores", propiedad de don Juan Guerra, ubicada en el Departamento de Santa Ana, a una elevación de 855 metros sobre el nivel del mar.

Este suelo ha sido clasificado como un suelo latosol pardo forestal, con las características siguientes:

Es un grupo intrazonal de suelos, propio de las regiones templadas o de alturas superiores a los 500 metros sobre el nivel del mar en regiones tropicales, con precipitaciones de 1800 a 2200 mm. anuales y con menor radiación solar que las tierras más bajas. Jiménez Lara (5).

El horizonte superficial cubierto de desechos vegetales de color negro o pardo muy oscuro, de textura franca, friable, de estructura granular y con espesor que a veces pasa de 1 metro. Los horizontes inferiores son de color pardo amarillento, textura franca a franco arcillosa, ligeramente plásticos, friables; la estructura puede ser granular, o en bloques débiles y en profundidad son a veces gravillosos. - Son bastante fértiles, con buena capacidad de retención de agua y buen drenaje. El cultivo predominante es el café y es en donde mejores rendimientos se han obtenido; también se cultiva con frutales y muy poco para cereales o pastos. Rico (10).

Inicialmente se tomó una muestra de suelo representativa de todo el lote, a la que se le determinaron pH, materia orgánica, nitrógeno total, fósforo asimilable, potasio intercambiable y capacidad de intercambio de cationes, datos que aparecen en la Tabla I.

TABLA I CARACTERISTICAS QUIMICAS DEL SUELO, DE 0 A 30 CENTIMETROS DE PROFUNDIDAD.

Característica	Valor
pH	5.91
C.I.C. ml/100 gms.	51.15
% M.O.	9.14
% N Total	0.354
ppm P asimilable	51.88
ppm K intercambiable	940.00

El lote experimental fue tratado previamente con Aldrín Concentrado emulsificable al 24%, para prevenir el ataque de insectos del suelo y se dividió en 256 parcelas de 5 x 5 m. cada una, con una superficie de 25 m² por parcela, siguiendo recomendaciones de José Luis De La Loma. (7).

En cada una de las 256 parcelas, se tomaron muestras de suelo formadas por seis perforaciones de 0 a 30 cm. de profundidad, para la obtención de los niveles de fósforo y potasio, utilizando para el primero el método colorimétrico fosfo-vanado-molibdico y para el segundo el de fotometría de llama. (Detallados en el Apéndice.)

El cultivo indicador seleccionado para el ensayo en blanco fue el frijol (*Phaseolus vulgaris*) de la variedad Porrillo No. 1.

Las razones para su uso consistieron básicamente en la necesidad de utilizar un cultivo que además de su pureza varietal, permitiese -

de acuerdo a su ciclo, cosecharse en período relativamente corto.

Las distintas labores culturales fueron realizadas de manera uniforme en todo el lote experimental, siguiendo las practicas usuales.

La siembra se efectuó el 28 de Agosto del año 1964, a 60 cm. - entre surcos y a 20 cm. entre postura y postura, colocando dos surcos del cultivo indicador entre las calles de los cafetos, los cuales fueron plantados en el mes de Junio de ese mismo año.

La recolección se efectuó el mismo día en todas las parcelas, - habiéndose obtenido el peso verde por parcela de todas las plantas de frijol.

Posteriormente el peso de las semillas de cada una de las parcelas, se corrigió al 12% de humedad, después de haber obtenido el contenido de humedad de cada muestra, por medio del Probador de Humedad Universal.

El peso en kilogramos por parcela al 12% de humedad, fue utilizado como centro de cota, para interpolar las curvas de igual nivel de fertilidad, así mismo los resultados en partes por millón del análisis del suelo, permitieron la representación gráfica de la heterogeneidad.

Utilizando el método de Harris mencionado por Le Clerg y De La Loma (6,7), se determinó el coeficiente de correlación, para la obtención de la representación analítica de la misma, en base a los rendimientos por cada una de las parcelas, así como también la agrupación de parcelas, que en base al menor coeficiente de variación, indica el tamaño y forma de parcela más adecuado.

Los datos estadísticos fueron obtenidos a través de las siguientes fórmulas:

a) Media Aritmética

$$M = G + \frac{\sum f (V - S)}{n}$$

b) Desviación Típica

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum f (V - G)^2 - \frac{[\sum f (V - G)]^2}{n}}{n - 1}}$$

c) Coeficiente de variabilidad

$$C.V. = \frac{\sigma \times 100}{M}$$

d) Error típico del Coeficiente de variabilidad

$$E.T.C.V. = \pm \frac{C.V.}{\sqrt{2n}} \left[1 + 2 \left(\frac{C.V.}{100} \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}}$$

e) Coeficiente de Correlación

$$r = \frac{\left[\sum (Cr^2) - \frac{(\sum Pr^2)}{m.n.} (n - 1) \right]}{\sigma p^2} - P^2$$

En la anterior fórmula los distintos elementos que la integran, significan lo siguiente:

P = Producción media de todas las parcelas.

n = Número de parcelas de cada grupo.

m = Número de grupos de parcelas.

$\sum (Pr^2)$ = Suma de los cuadrados de las producciones de las distintas parcelas.

$\sum (Cr^2)$ = Suma de los cuadrados de las producciones resultantes para los distintos grupos de parcelas.

σ = Desviación Típica de las producciones asignadas a las

RESULTADOS EXPERIMENTALES Y DISCUSION

La representación del grado de heterogeneidad del suelo correspondiente al lote en estudio, fue obtenida en base a los rendimientos del cultivo indicador, que como puede verse en la Fig.- 1, fue plantado en dobles hileras, entre surcos de las plantías de café.

En la Fig.- 2 se aprecia el estado del frijol en producción al momento de la recolección, el cual sirvió de base para la obtención de los resultados que se presentan.

La Fig.- 3 nos muestra el grado de producción, que de las plantas indicadoras se obtuvo.

De acuerdo a la división del lote experimental en 256 parcelas, se obtuvieron los rendimientos que aparecen en la Tabla II, los que oscilaron entre 0.967 Kgs. y 4.75 Kgs. por parcela.

Siguiendo la metodología descrita en la Fig.- 4, se presenta la distribución del polígono de frecuencias, correspondiente a la población resultante de los rendimientos obtenidos.

El estudio biométrico de la población formada con los rendimientos de cada una de las parcelas en que el ensayo en blanco fue dividido, nos permite observar los resultados que aparecen en la Tabla III.



FIGURA 1

Cultivo indicador plantado en dobles hileras
dentro de las calles de café

FIGURA 2

Estado del frijol, usado como cultivo
indicador, al momento de la recolección



FIGURA 3

Grado de producción obtenida en las

BLA II - DISTRIBUCION EXPERIMENTAL DEL PESO EN Kgs. DEL
RENDIMIENTO DE FRIJOL DE CADA UNA DE LAS 256
PARCELAS.

261	318	299	299	325	332	352	333	307	327	309	317	418	406	355	274
309	365	372	342	369	309	343	393	424	427	463	476	402	416	378	396
291	382	356	248	349	289	331	353	387	424	453	425	398	316	274	327
329	355	320	277	307	272	336	343	323	356	431	423	363	377	293	345
333	415	315	258	343	299	423	335	397	402	355	357	379	331	354	353
306	361	285	333	346	340	317	290	328	342	371	343	362	333	349	354
352	362	320	353	310	364	377	388	407	454	393	455	398	409	384	357
298	369	355	342	380	300	371	402	353	097	340	419	390	347	381	356
327	364	295	281	330	346	341	283	370	311	388	360	359	360	350	390
251	339	336	309	270	348	288	323	366	339	402	378	407	384	370	352
278	318	317	277	281	289	249	329	281	292	373	343	390	358	362	348
307	299	356	289	320	310	345	320	304	235	332	337	224	309	313	348
270	265	361	337	328	301	269	265	269	243	284	298	303	270	291	276
270	276	254	289	284	246	249	299	283	239	305	290	291	281	295	310
308	302	257	271	291	307	268	330	310	290	236	230	248	276	248	282
285	235	276	235	269	308	282	264	222	216	207	208	181	294	213	211

FIGURA 4

POLIGONO DE FRECUENCIAS DEL PESO PROMEDIO EN Kgs.
POR PARCELA

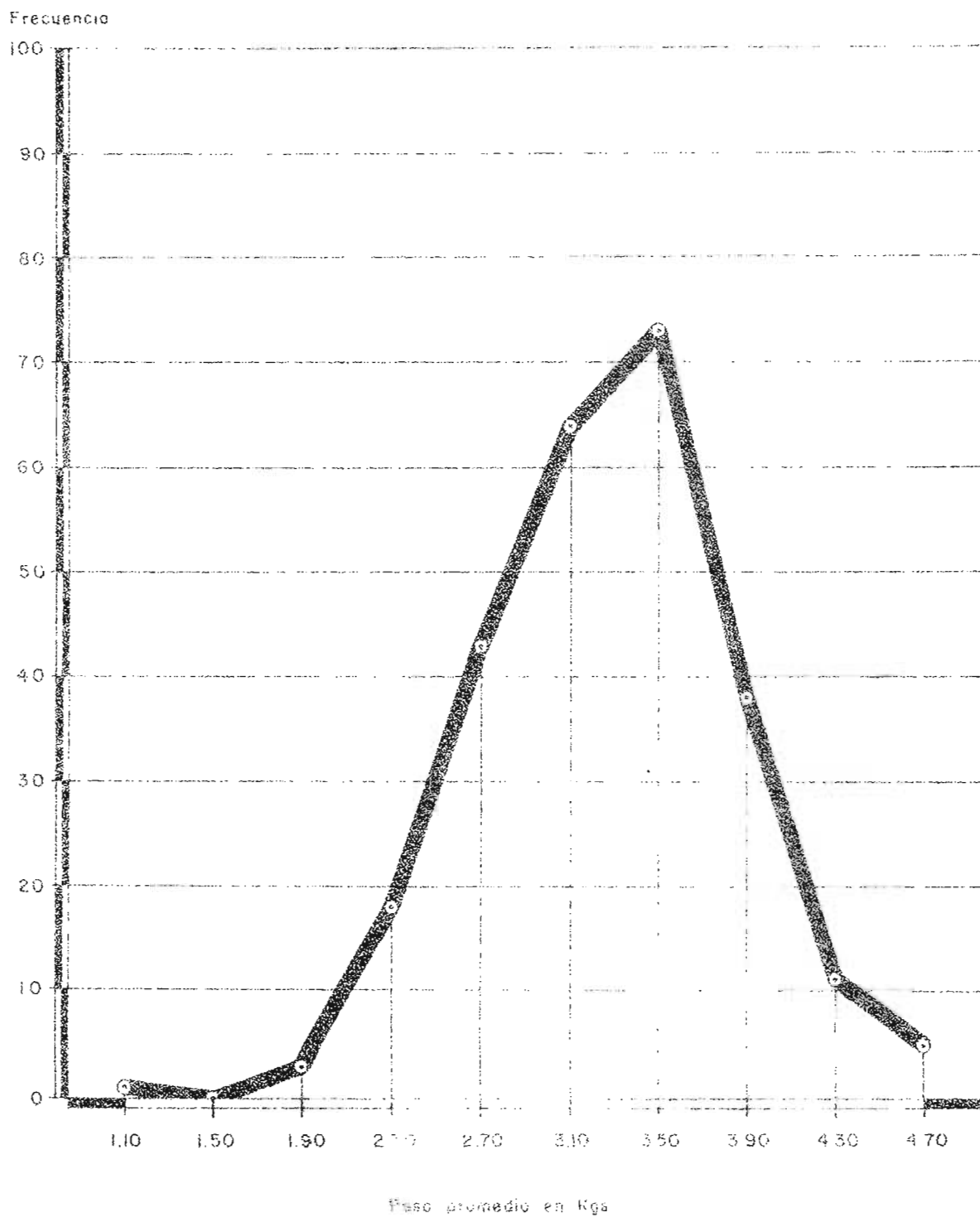


TABLA III Resultados del estudio Biométrico de la población estudiada, en cuanto a los parámetros estadísticos en pesos de semilla.

Parámetros	Valor
Media Aritmética	3.27
Desviación Típica	0.5736
Coefficiente de Variabilidad	47.54 %
Coefficiente de Correlación (Método de Harris)	0.5547

El coeficiente de Correlación $r = 0.5547$, que se observa en la Tabla anterior, indica un valor altamente significativo, lo cual es prueba de la existencia de la heterogeneidad del suelo y constituye la respuesta analítica del trabajo.

En las tablas IV y V pueden verse los valores resultantes del análisis de suelo efectuado para fósforo y potasio respectivamente, en partes por millón correspondientes a cada parcela.

Los niveles de fósforo "P" oscilaron entre 6 y 181 partes por millón, haciéndolo entre 114 y 1068 los correspondientes al Potasio "K".

TABLA IV - DISTRIBUCION EXPERIMENTAL DE LOS VALORES EN PARTES POR MILLON DE FOSFORO DE LAS 256 PARCELAS DEL LOTE EXPERIMENTAL.

9	25	19	24	18	19	18	40	30	69	65	50	123	181	123	141	112
10	29	26	18	20	16	13	35	60	54	81	85	96	96	109	102	79
6	8	10	17	14	11	42	42	33	50	107	81	75	98	96	85	84
15	15	7	13	14	14	79	16	14	78	90	89	85	86	89	123	88
17	22	8	10	11	15	30	14	58	102	96	95	96	123	132	123	78
19	8	9	11	13	20	24	36	85	118	89	141	154	141	89	100	92
10	7	16	6	22	21	26	45	50	75	89	31	62	104	94	75	71
7	10	11	16	17	18	26	39	47	65	113	110	77	65	92	60	64
8	9	11	19	11	28	22	20	46	86	113	125	81	88	107	84	75
0	20	9	12	15	15	24	35	52	91	164	175	137	126	154	77	46
7	9	9	16	22	13	17	20	42	69	164	170	134	120	130	57	38
1	10	19	21	18	25	32	52	35	39	102	134	154	150	104	88	39
7	22	14	20	22	19	35	34	79	84	96	110	159	113	81	58	30
9	16	16	18	19	26	47	52	69	86	91	102	126	110	79	49	29
0	24	19	38	25	42	45	47	75	88	68	94	81	86	55	49	24
0	50	39	26	33	56	56	63	65	56	50	79	83	81	71	50	36

BLA V - DISTRIBUCION EXPERIMENTAL DE LOS VALORES EN PARTES POR MILLON DE POTASIO DE LAS 256 PARCELAS DEL LOTE EXPERIMENTAL.

25	693	462	513	417	504	717	429	390	306	480	300	300	357	270	744	264
32	780	588	870	408	336	510	312	612	342	414	654	420	324	312	384	522
40	468	507	540	462	540	708	582	492	438	402	504	585	510	405	351	432
44	507	573	480	510	826	828	510	540	405	611	402	456	549	372	318	492
50	540	624	480	762	429	504	546	486	534	300	330	342	384	405	390	732
54	522	576	540	474	432	336	390	541	240	396	336	420	324	366	378	444
60	528	660	666	480	516	456	864	411	306	345	336	402	318	384	366	1638
54	510	522	486	492	396	510	396	366	384	330	426	384	408	438	342	420
74	702	552	492	861	114	438	534	822	282	282	336	390	456	456	537	378
32	618	423	390	552	897	504	474	825	780	234	498	480	570	468	354	618
01	468	576	582	504	513	522	426	888	444	345	522	486	450	669	840	372
07	516	708	666	786	606	510	420	510	432	258	378	396	360	282	741	489
13	522	666	582	690	600	606	390	396	300	378	336	501	387	405	393	390
07	420	450	510	582	567	492	888	369	564	429	456	426	468	450	405	393
72	624	510	606	462	1044	493	1068	462	462	504	426	339	390	438	462	426
48	420	468	351	876	818	522	720	852	639	372	300	321	504	297	372	336

La representación del grado de heterogeneidad del suelo correspondiente al lote en estudio, fue obtenida en base a los rendimientos del cultivo indicador, en forma gráfica a través de las curvas de igual nivel de fertilidad, con un intervalo de 0.4 Kgs., tal como aparece en la Fig.- 5.

La respuesta de la heterogeneidad del suelo, mediante el establecimiento de las curvas de igual nivel de fósforo, se efectuó con un intervalo de 20 partes por millón de P, como se aprecia en la Fig.- 6.

Así mismo para potasio en la Fig.- 7 se muestra la representación gráfica con curvas a un intervalo de 100 partes por millón de K.

Los intervalos fueron calculados en base a fórmula citada por J. R. Jenkins (ver Apéndice).

En relación al grado de influencia del coeficiente de variabilidad en el tamaño y forma de parcela, se establecieron distintas agrupaciones de parcelas, en base al rendimiento de cada una de ellas, siguiendo el método de Harris (7), encontrándose los valores del C.V. con su correspondiente error típico, tal como aparece en la tabla VI.



FIGURA - 5
REPRESENTACION GRAFICA DE LA HETEROGENEIDAD
DEL SUELO EN BASE A CURVAS DE IGUAL NIVEL DE
RENDIMIENTO (Kgs./FRIJOL).

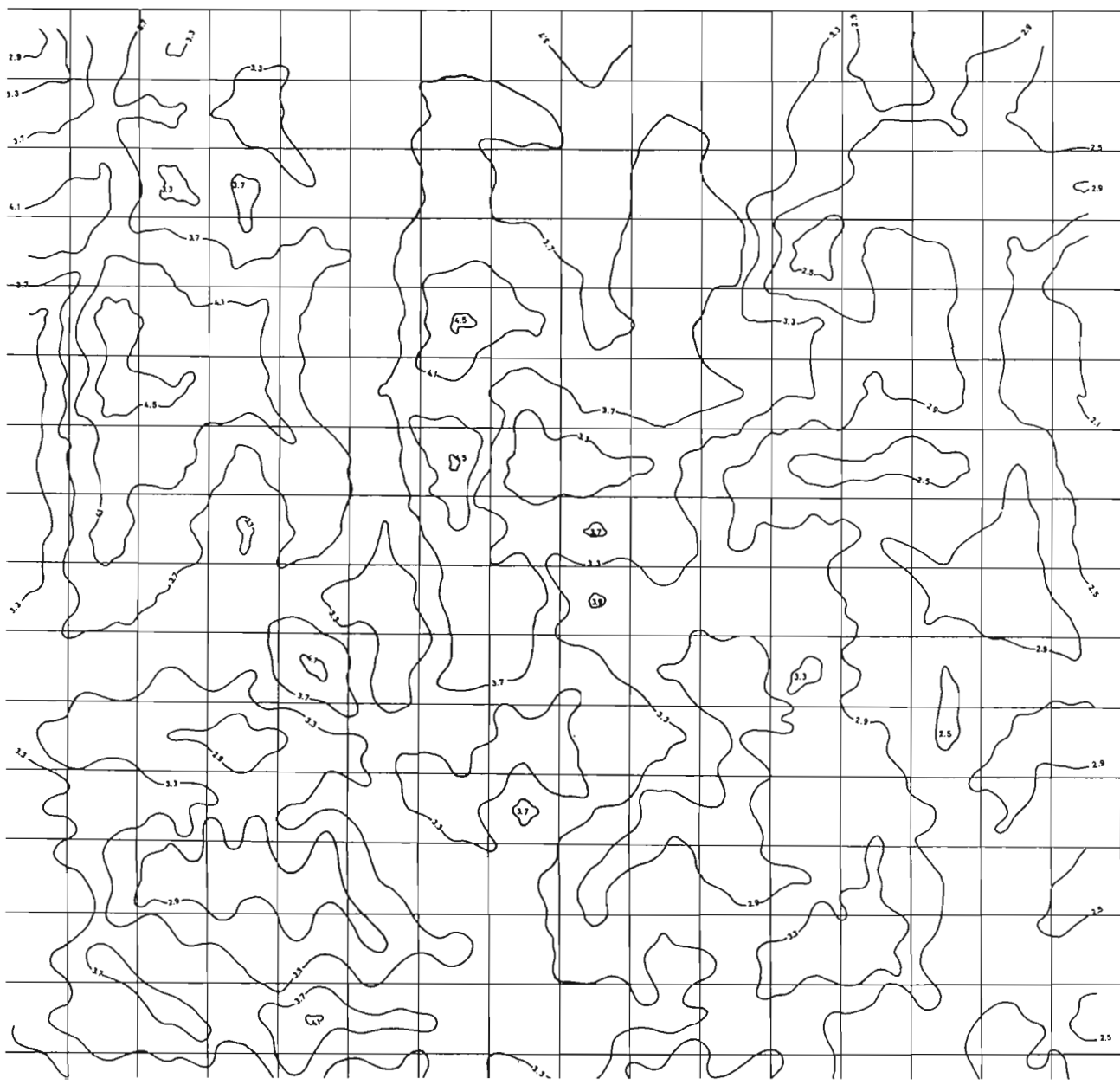


FIGURA - 6

REPRESENTACION GRAFICA DE LA HETEROGENEIDAD DEL SUELO MEDIANTE CURVAS DE IGUAL NIVEL DE FOSFORO (p.p.m. de P)

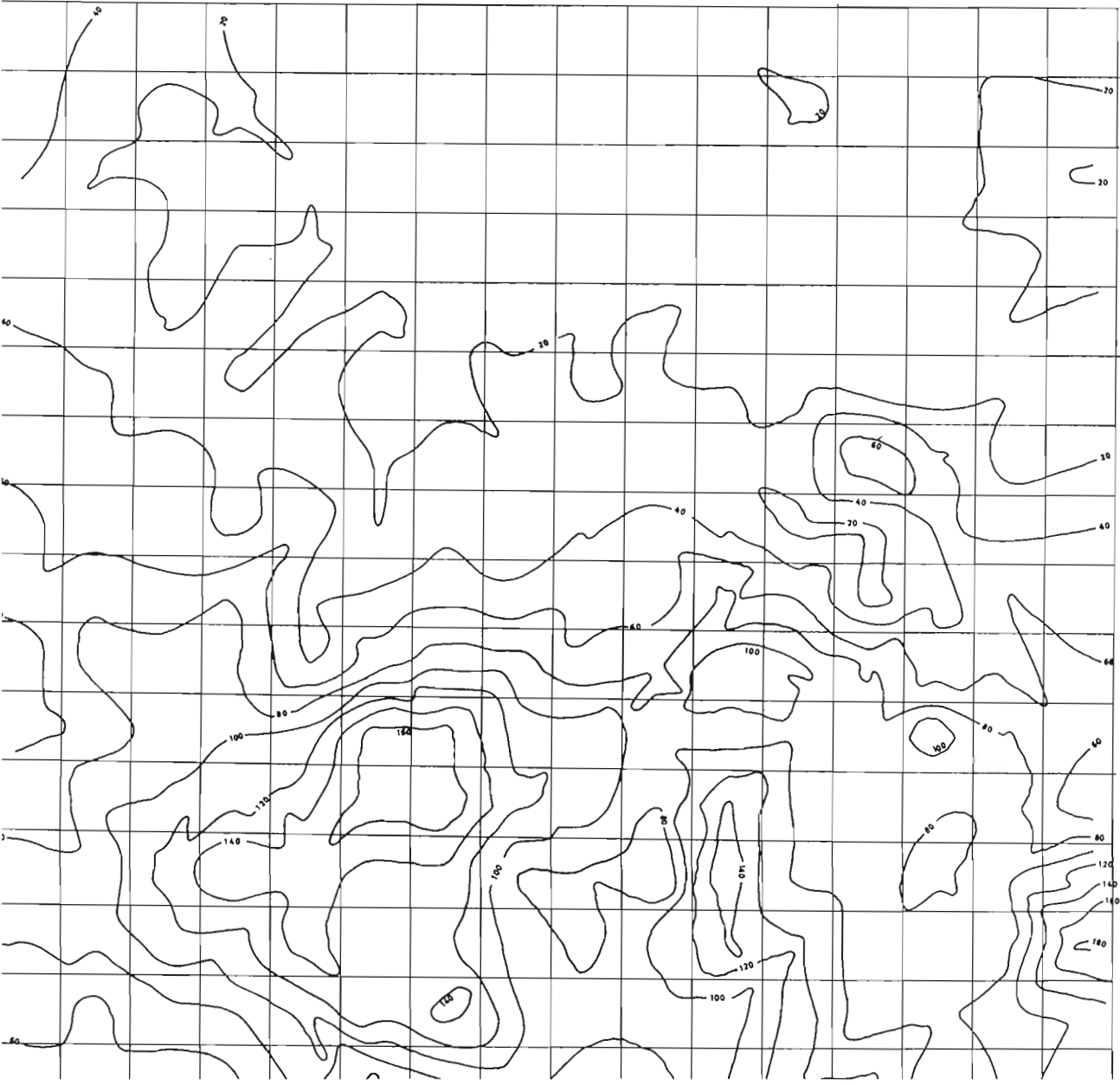


FIGURA - 7

REPRESENTACION GRAFICA DE LA HETEROGENEIDAD DEL SUELO POR MEDIO DE CURVAS DE IGUAL NIVEL DE POTASIO (p.p.m. de K)

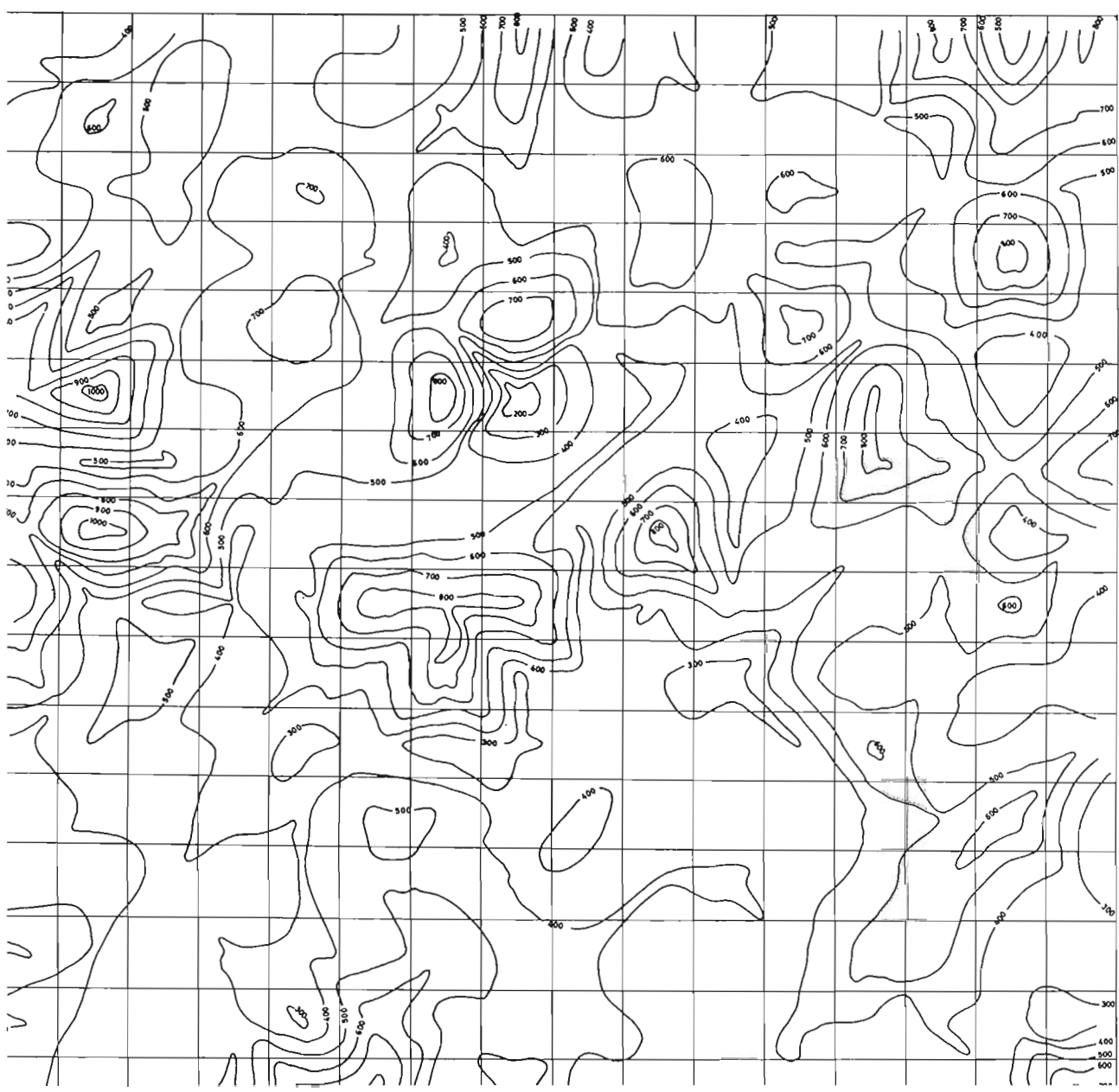


TABLA VI Grado de Influencia del Coeficiente de Variabilidad en las distintas formas y tamaños de parcela.

Forma de Parcela	Tamaño de Parcela	C. V.	E.T.C.V.
1 x 1	5 x 5 = 25 m ²	17.54	± 0.79868
1 x 2	5 x 10 = 50 m ²	14.74	± 0.94032
<u>1 x 3</u>	<u>5 x 15 = 75 m²</u>	<u>10.20</u>	± 0.81521
1 x 4	5 x 20 = 100 m ²	13.12	± 1.26921
2 x 1	10 x 5 = 50 m ²	15.93	± 1.02052
2 x 2	10 x 10 = 100 m ²	13.89	± 1.25112
3 x 2	15 x 10 = 150 m ²	13.53	± 1.62213

En la mencionada Tabla puede observarse que el Coeficiente de Variabilidad más bajo es el que corresponde a la agrupación 1 x 3, - el cual nos dá un tamaño de parcela de 5 x 15 metros o sea 75 m² que es la más adecuada.

CONCLUSIONES

- a) El grado de significación estadística de un 99% del coeficiente de correlación $r = 0.5547$ indica la existencia de heterogeneidad del suelo en el lote objeto de estudio.
- b) La representación gráfica a través de las curvas de igual nivel de fertilidad, así como las de igual nivel de P y K, confirman la presencia de un alto grado de heterogeneidad de la parcela experimental.
- c) De los distintos arreglos en grupos de parcelas efectuados, se establece la incidencia del coeficiente de variabilidad en el tamaño y forma de parcela, siendo el menor el que corresponde a la agrupación 1 x 3 equivalente a 5 x 15 m., es decir 75 m².
- d) La evaluación de los resultados del ensayo de distintos niveles de N.P.K., programado para café, puede corregirse tomando en consideración el grado de heterogeneidad del lote experimental.
- e) El método empleado constituye un sistema práctico y sencillo, que considerando los factores limitantes, costos y tiempo, debe utilizarse previamente en futuros ensayos de fertilización en café.
- f) El tamaño óptimo de parcela encontrado, puede tener su aplicación práctica para ensayos futuros en el cultivo de frijol.

RESUMEN

El presente trabajo consistió en la realización de un ensayo - en blanco, utilizando frijol (*Phaseolus vulgaris*) de la variedad Porrillo No. 1 como cultivo indicador, con el propósito de determinar el - grado de heterogeneidad del suelo, en un lote experimental de fertili- zación en café y además establecer el grado de influencia del coeficien- te de variabilidad en los resultados experimentales.

Para la representación analítica, así como para encontrar el taño y forma de parcela, que ofreciese el menor coeficiente de variabi- lidad, se hizo uso del método de Harris (7).

La representación gráfica se efectuó utilizando los rendimien- tos de cada una de las 256 parcelas, en que el lote experimental fue - dividido, como centro de cota para interpolar curvas de igual nivel de fertilidad, sirviendo además los resultados del análisis de suelos pa- ra representar gráficamente la heterogeneidad a través de las curvas - de igual nivel de fósforo y potasio.

El coeficiente de correlación $r = 0.5547$ obtenido, es altamente significativo, lo que prueba el alto grado de heterogeneidad del suelo objeto de estudio y constituye la representación analítica.

La agrupación de parcelas que ofrece el menor coeficiente de - variabilidad es la de 1 x 3 igual a 5 x 15 m (75 m²).

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Alegría, Carlos A. La experimentación Agrícola. Boletín Informativo I.S.I.C. Santa Tecla, El Salvador, C.A. No. 18. 1963.
- 2.- Barrios Lacayo, J.B. Estudio sobre la Heterogeneidad del suelo, su influencia en los resultados experimentales y métodos para corregirla. Tesis. Monterrey, México, 1957. Instituto -- Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. 23 p. (Mecanografiada).
- 3.- FEDERER, W. T. Experimental Design. 2nd ed. New York, Macmillan, 1963 p. 62-64.
- 4.- HAYES, H.K. e IMMER, F.R. Métodos Fitotécnicos. Traducción por Antonio E. Marino. México, Continental, 1955. p. 360-366.
- 5.- JIMENEZ LARA, Alfredo. Clasificación de los grandes grupos de suelos de las zonas cafetaleras de El Salvador. Boletín Informativo I.S.I.C. Santa Tecla, El Salvador, C.A. No.22. 1965.
- 6.- Le CLERG, Erwin L., LEONARD, Warren H . y CLARK, Andrew G. Field Plot Technique. 2nd ed. Minnesota, Burgess. 1962. p. 105-119.
- 7.- LOMA, J. Luis De la. Experimentación Agrícola. México, UTEHA. 1955. p. 187-222.
- 8.- MONZON Paiva, D.E. y VISO RODRIGUEZ, A. Determinación del tamaño óptimo de unidad experimental mediante la ley de la varianza de H. Fairfield Smith. Agronomía Tropical. Maracay Venezuela. 8 (2) : 43 - 51 . 1958.
- 9.- PEREZ, G. Juan. Estudio sobre el tamaño de la parcela experimental en Café. Información Técnica. Servicio Técnico Interamericala

- no de Cooperación Agrícola. San José Costa Rica No. 7. 1959.
- 10.- RICO, M. A. Manual para interpretar el mapa del levantamiento general de suelos de El Salvador. Boletín Técnico. Dirección General de Investigaciones Agronómicas. El Salvador. No. 36.
- 11.- SOTO MARTINEZ, César A. Determinación del tamaño óptimo de parcela útil experimental para el Ajonjolí en Iguala. Gro. Agricultura Técnica en México. 2 (5): 207-209.1965.

INTERVALOS

Para Rendimiento y Arreglo 1 x 1

Parcela de más bajo Rendimiento: 967.90 gr.

Parcela de más alto Rendimiento: 4758.08 gr.

$$\sigma = 3790.18 \quad ; \quad N = 256$$

$$i = \frac{\sigma}{1 \neq 3.322 \log_{10} N} = \frac{3790.18}{1 \neq 8.017} = 419 \sim \underline{\underline{400}}$$

Para Fósforo

Parcela de más bajo fósforo: 6 p.p.m.

Parcela de más alto fósforo: 181 p.p.m.

$$\sigma = 175 \quad ; \quad N = 256$$

$$i = \frac{\sigma}{1 \neq 3.322 \log_{10} N} = \frac{175}{1 \neq 8.017} = 19.4 \sim \underline{\underline{20}}$$

Para Potasio

Parcela de más bajo potasio: 114 p.p.m.

Parcela de más alto potasio: 1068 p.p.m.

$$\sigma = 954 \quad ; \quad N = 256$$

$$i = \frac{\sigma}{1 \neq 3.322 \log_{10} N} = \frac{954}{1 \neq 8.017} = 105.8 \sim \underline{\underline{100}}$$

Para Arreglo 1 x 2

Parcela de más bajo rendimiento: 4.29 Kgs.

Parcela de más alto rendimiento: 8.84 Kgs.

$$\sigma = 4.55 \quad ; \quad N = 128$$

$$i = \frac{\sigma}{1 \neq 3.322 \log_{10} N} = \frac{4.55}{1 \neq 6.99} = 0.57 \sim \underline{\underline{0.60}}$$

Para Arreglo 1 x 3

Parcela de más bajo rendimiento: 7.72 Kgs.

Parcela de más alto rendimiento: 12.34 Kgs.

$$\sigma = 4.62 \quad ; \quad N = 80$$

$$\lambda = \frac{\sigma}{1 \neq 3.322 \log_{10} N} = \frac{4.62}{1 \neq 6.322} = 0.63 \sim \underline{\underline{0.60}}$$

Para Arreglo 1 x 4

Parcela de más bajo rendimiento: 9.88 Kgs.

Parcela de más alto rendimiento: 16.56 Kgs.

$$\sigma = 6.68 \quad ; \quad N = 64$$

$$\lambda = \frac{\sigma}{1 \neq 3.322 \log_{10} N} = \frac{6.68}{1 \neq 6.00} = 0.95 \sim \underline{\underline{1.00}}$$

Para Arreglo 2 x 1

Parcela de más bajo rendimiento: 4.15 Kgs.

Parcela de más alto rendimiento: 9.39 Kgs.

$$\sigma = 5.24 \quad ; \quad N = 128$$

$$\lambda = \frac{\sigma}{1 \neq 3.322 \log_{10} N} = \frac{5.24}{1 \neq 6.99} = 0.66 \sim \underline{\underline{0.70}}$$

Para Arreglo 2 x 2

Parcela de más bajo rendimiento: 8.81 Kgs.

Parcela de más alto rendimiento: 17.32 Kgs.

$$\sigma = 8.51 \quad ; \quad N = 64$$

$$\lambda = \frac{\sigma}{1 \neq 3.322 \log_{10} N} = \frac{8.51}{1 \neq 6.00} = 1.22 \sim \underline{\underline{1.20}}$$

Para Arreglo 3 x 2

Parcela de más bajo rendimiento: 13.87 Kgs.

Parcela de más alto rendimiento: 25.12 Kgs.

$$\sigma = 11.25 \quad ; \quad N = 40$$

$$\lambda = \frac{\sigma}{1 \neq 3.322 \log_{10} N} = \frac{11.25}{1 \neq 6.25} = 1.80 \sim \underline{\underline{1.80}}$$

LA VII Distribución de Clases y Frecuencias para Arreglo 1 x 1.

C l a s e s	V	f	V - G	f(V-G)	f(V-G) ²	
0.90 a menos de 1.30	1.10	1	- 5a	- 5	25	G = Media arbitrari
1.30 " " "	1.50	0	- 4a	0	0	a = intervalo de cl
1.70 " " "	1.90	3	- 3a	- 9	27	G = 3.10
2.10 " " "	2.50	18	- 2a	- 36	72	a = 0.4
2.50 " " "	2.70	43	- 1a	- 43	43	
2.90 " " "	3.10	64	0	0	0	
3.30 " " "	3.50	73	1a	73	73	
3.70 " " "	3.90	38	2a	76	152	
4.10 " " "	4.30	11	3a	33	99	
4.50 " " "	4.70	5	4a	20	80	

$$\sum f = 256 \quad \sum f(V-G) = 109 \quad 571 = \sum f(V-G)^2$$

$$M = G + W \quad (1) \quad W = \frac{\sum f(V-G)}{n} \quad (2)$$

$$W = \frac{109}{256} = 0.42578 \quad W \times 0.4 = 0.1703$$

$$M = 3.10 + 0.170 = \underline{\underline{3.27}}$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum f(V-G)^2 - \frac{[\sum f(V-G)]^2}{n}}{n-1}} \quad (3) = \sqrt{\frac{571 - \frac{109^2}{256}}{255}} = \sqrt{\frac{571 - 46.4101}{255}}$$

$$s = \sqrt{\frac{524.5899}{255}} = \sqrt{2.0572} = 1.434$$

$$\sigma = 1.434 \times 0.4 = 0.5736$$

$$C.V. = \frac{\sigma}{M} \times 100 \quad (4) = \frac{0.5736 \times 100}{3.27} = 17.54 \%$$

TABLA VIII Distribución de Clases y Frecuencias para Arreglo 1 x 2.

C l a s e s	V	f	V - G	f(V-G)	f(V-G) ²	
De 4.20 a menos de 4.80	4.50	4	- 4a	- 16	64	G = Media arbitra
" 4.80 " " " 5.40	5.10	11	- 3a	- 33	99	a = intervalo de
" 5.40 " " " 6.00	5.70	26	- 2a	- 52	104	G = 6.90
" 6.00 " " " 6.60	6.30	22	- 1a	- 22	22	a = 0.60
" 6.60 " " " 7.20	6.90	30	0	0	0	
" 7.20 " " " 7.80	7.50	24	1a	24	24	
" 7.80 " " " 8.40	8.10	8	2a	16	32	
" 8.40 " " " 9.00	8.70	3	3a	9	27	

$$\sum f = 128 \quad \sum f(V-G) = -74 \quad 372 = \sum f(V-G)^2$$

$$M = G + W \quad (1) \quad ; \quad W = \frac{\sum (V-G) f}{n} \quad (2)$$

$$W = \frac{-74}{128} = -0.578125 \quad W \times 0.6 = -0.346875$$

$$M = 6.90 - 0.346875 = \underline{\underline{6.55}}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum f(V-G)^2 - \frac{[\sum f(V-G)]^2}{n}}{n-1}} \quad (3) \quad ; \quad \sigma = \sqrt{\frac{372 - \frac{(-74)^2}{128}}{127}}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{372 - 42.7812}{127}} = \sqrt{\frac{329,2188}{127}} = \sqrt{2.5922}$$

$$\sigma = 1.61 \quad \sigma \times 0.6 = 0.966$$

$$C.V. = \frac{\sigma \times 100}{M} \quad (4) \quad ; \quad C.V. = \frac{0.966 \times 100}{6.55} = 14.748 \%$$

BLA IX Distribución de Clases y Frecuencias para Arreglo 1 x 3.

C l a s e s	V	f	V - G	f(V-G)	f(V-G) ²	
7.70 o menos de 8.30	8.00	5	- 3a	- 15a	45	G = Meida arbitrari
8.30 " " "	8.60	17	- 2a	- 34a	68	a = intervalo de c:
8.90 " " "	9.20	7	- 1a	- 7a	7	G = 9.80
9.50 " " "	9.80	13	0	0	0	a = 0.60
10.10 " " "	10.40	13	1a	13	13	
10.70 " " "	11.00	15	2a	30	60	
11.30 " " "	11.60	6	3a	18	54	
11.90 " " "	12.20	4	4a	16	64	

$$\sum f = 80 \quad \sum f(V-G) = 21 \quad 311 = \sum f(V-G)^2$$

$$M = G + W \quad (1) \quad ; \quad W = \frac{\sum f(V-G)}{n} \quad (2)$$

$$W = \frac{21}{80} = 0.2625 \quad W \times 0.60 = 0.1575$$

$$M = 9.80 + 0.1575 = \underline{\underline{9.9575}}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum f(V-G)^2 - \frac{[\sum f(V-G)]^2}{n}}{n-1}} \quad (3) = \sqrt{\frac{311 - \frac{(21)^2}{80}}{79}} = \sqrt{\frac{311 - \frac{441}{80}}{79}}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{311 - 5.5125}{79}} = \sqrt{\frac{305.4875}{79}} = \sqrt{3.8669} = 1.693$$

$$\sigma = 1.693 \times 0.60 = 1.0158$$

$$C.V = \frac{\sigma}{M} \times 100 \quad (4) \quad ; \quad C.V. = \frac{1.0158}{9.9575} = 10.20\%$$

La X Distribución de Clases y Frecuencias para Arreglo 1 x 4.

Clases	V	f	V - G	f(V-G)	f(V-G) ²	
De 9 a menos 10	9.5	1	- 4a	- 4a	16	G = Media arbitraria
" 10 " " 11	10.5	7	- 3a	- 21a	63	a = Intervalo de clase
" 11 " " 12	11.5	13	- 2a	- 26a	52	G = 13.5
" 12 " " 13	12.5	9	- 1a	- 9a	9	a = 1.0
" 13 " " 14	13.5	11	0	0	0	
" 14 " " 15	14.5	15	1a	15a	15	
" 15 " " 16	15.5	6	2a	12a	24	
" 16 " " 17	16.5	2	3a	6a	18	

$$\sum f = 64 \quad \sum f(V-G) = -27 \quad 197 = \sum f(V-G)^2$$

$$M = H + W \quad (1) \quad W = \frac{\sum f(V-G)}{n} \quad (2)$$

$$W = \frac{-27}{64} = - .4218 \quad W \times 1.0 = - .4218$$

$$M = 13.5 - 0.4218 = \underline{\underline{13.078}}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum f(V-G)^2 - \frac{[\sum f(V-G)]^2}{n}}{n - 1}} \quad (3) = \sqrt{\frac{197 - \frac{(-27)^2}{64}}{64 - 1}} = \sqrt{\frac{197 - \frac{729}{64}}{63}}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{197 - 11.39}{63}} = \sqrt{\frac{185.61}{63}} = 1.716 ; \quad \times 1.0 = 1.716$$

$$C.V. = \frac{\sigma}{M} \times 100 = \frac{1.716 \times 100}{13.078} = 13.12 \%$$

LA XI Distribución de Clases y Frecuencias para Arreglo 2 x 1.

C l a s e s	V	f	V - G	f(V-G)	f(V-G) ²	
4.10 a menos de 4.80	4.45	6	- 3a	- 18	54	G = Media arbitrari
4.80 " " "	5.15	16	- 2a	- 32	64	a = intervalo de cl
5.50 " " "	5.85	29	- 1a	- 29	29	G = 6.55
6.20 " " "	6.90	31	0	0	0	a = 0.70
6.90 " " "	7.25	30	1a	30	30	
7.60 " " "	7.95	10	2a	20	40	
8.30 " " "	8.65	5	3a	15	45	
9.00 " " "	9.35	1	4a	4	16	
		$\sum f = 128$	$\sum (V-G)f = 10$	$278 = \sum f(V-G)^2$		

$$M = G + W \quad (1) ; \quad W = \frac{\sum (V-G)f}{n} \quad (2)$$

$$W = \frac{-10}{128} = -0.078125 \quad W \times 0.7 = -0.0781 \times 0.7 = -0.05468$$

$$M = 6.55 - 0.05468 = 6.49$$

$$\tau = \sqrt{\frac{\sum f(V-G)^2 - \frac{[\sum f(V-G)]^2}{n}}{n-1}} \quad (3) ; \quad \sigma = \sqrt{\frac{278 - \frac{(-10)^2}{128}}{127}}$$

$$\tau = \sqrt{\frac{277.2187}{127}} = \sqrt{2.1828} = 1.477$$

$$\sigma \times 0.7 = 1.0339$$

$$C.V. = \frac{\sigma \times 100}{M} \quad (4) ; \quad C.V. = \frac{1.0339 \times 100}{6.49} = 15.93 \%$$

ABLA XII Distribución de Clases y Frecuencias para Arreglo 2 x 2.

Clases	V	f	V - G	f(V-G)	f(V-G) ²	
8.80 a menos de 10.00	9.40	3	- 4a	- 12	48	G = Media arbitra
10.00 " " "	11.20	6	- 3a	- 18	54	a = intervalo de
11.20 " " "	12.40	15	- 2a	- 30	60	G = 14.20
12.40 " " "	13.60	13	- 1a	- 13	13	a = 1.20
13.60 " " "	14.80	17	0	0	0	
14.80 " " "	16.00	7	1a	7	7	
16.00 " " "	17.20	2	2a	4	8	
17.20 " " "	18.40	1	3a	3	9	
		$\sum f = 64$	$\sum f(V-G) = -59$	$199 = \sum f(V-G)^2$		

$$M = G + W \quad (1) \quad W = \frac{\sum f(V-G)}{n} \quad (2)$$

$$W = \frac{-59}{64} = -0.921875 \quad W \times 1.2 = -1.10625$$

$$M = 14.20 - 1.10625 = \underline{\underline{13.09375}}$$

$$r = \sqrt{\frac{\sum f(V-G)^2 - \frac{[\sum f(V-G)]^2}{n}}{n-1}} \quad (3) = \sqrt{\frac{199 - \frac{(-59)^2}{64}}{63}} = \sqrt{\frac{199 - 54.3906}{63}}$$

$$r = \sqrt{\frac{144.6094}{63}} = \sqrt{2.2953} = \underline{\underline{1.516}}$$

$$\sigma \times 1.2 = 1.516 \times 1.2 = 1.8192$$

$$C.V. = \frac{\sigma \times 100}{M} \quad (4) \quad ; \quad C.V. = \frac{1.8192 \times 100}{13.09} = 13.897 \%$$

TABLA XIII Distribución de Clases y Frecuencias para Arreglo 3 x 2.

Clases	V	f	V - G	f(V-G)	f(V-G) ²	
13.80 a menos de 15.60	14.70	2	- 2a	- 4	8	G = Media arbitraria
15.60 " " "	17.40	7	- 1a	- 7	7	a = intervalo de clase
17.40 " " "	19.20	10	0	0	0	G = 18.30
19.20 " " "	21.00	9	1a	9	9	a = 1.80
21.00 " " "	22.80	7	2a	14	28	
22.80 " " "	24.60	4	3a	12	36	
24.60 " " "	26.40	1	4a	4	16	

$$\sum f = 40 \quad \sum f(V-G) = 28 \quad 104 = \sum f(V-G)^2$$

$$M = G + W \quad (1) \quad ; \quad W = \frac{\sum f(V-G)}{n} \quad (2)$$

$$W = \frac{28}{40} = 0.7 \quad W \times 1.80 = 1.26$$

$$M = 18.30 + 1.26 = \underline{\underline{19.56}}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum f(V-G)^2}{n} - \left[\frac{\sum f(V-G)}{n}\right]^2} \quad (3) = \sqrt{\frac{104 - \frac{28^2}{40}}{39}} = \sqrt{\frac{104 - 19.60}{39}}$$

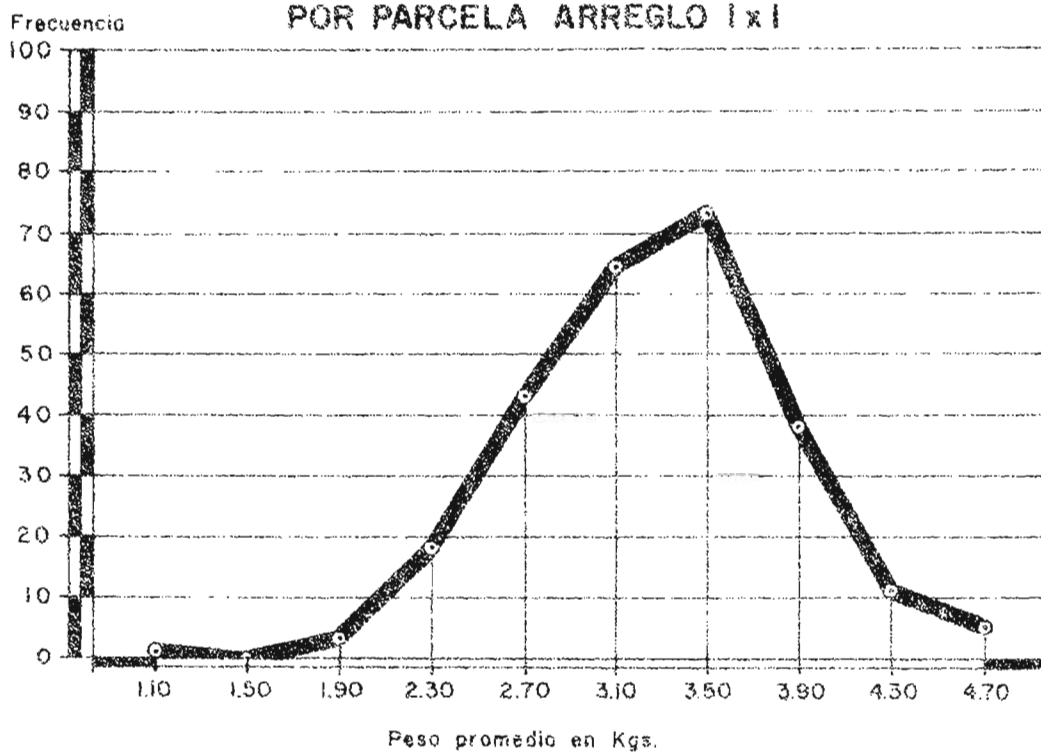
$$\sqrt{n-1}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{84.40}{39}} = \sqrt{2.1671} = 1.471 \quad ; \quad \sigma \times 1.80 = 2.6478$$

$$C.V. = \frac{\sigma}{M} \quad (4) = \frac{2.6478 \times 100}{19.56} = 13.5368 \%$$

GURA 8

POLIGONO DE FRECUENCIAS DEL PESO PROMEDIO EN Kgs.
POR PARCELA ARREGLO 1x1



GURA 9

POLIGONO DE FRECUENCIAS DEL PESO PROMEDIO EN Kgs.
POR PARCELA ARREGLO 1x2

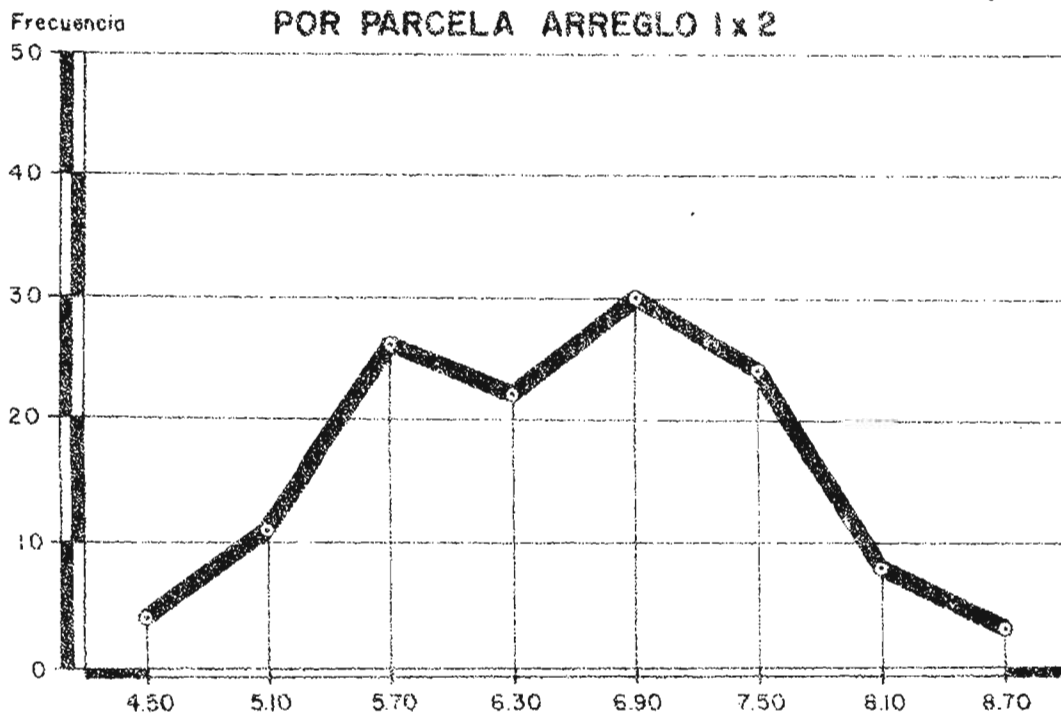


FIGURA 10

POLIGONO DE FRECUENCIAS DEL PESO PROMEDIO EN Kgs.
 POR PARCELA ARREGLO 1x3

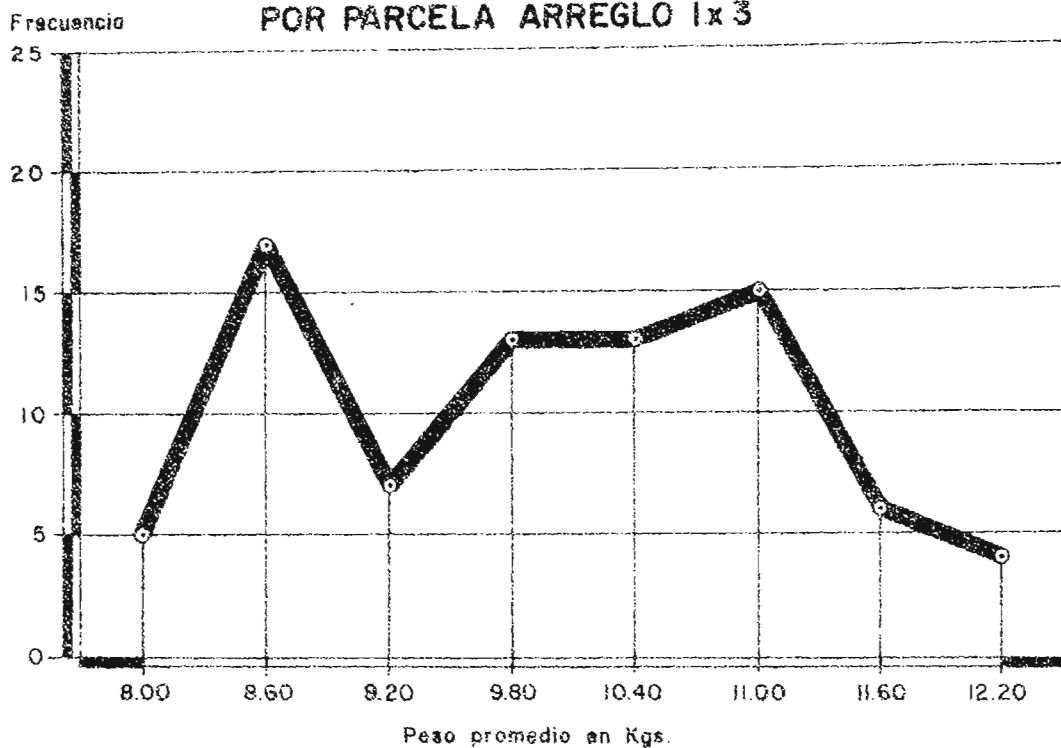


FIGURA 11

POLIGONO DE FRECUENCIAS DEL PESO PROMEDIO EN Kgs.
 POR PARCELA ARREGLO 1x4

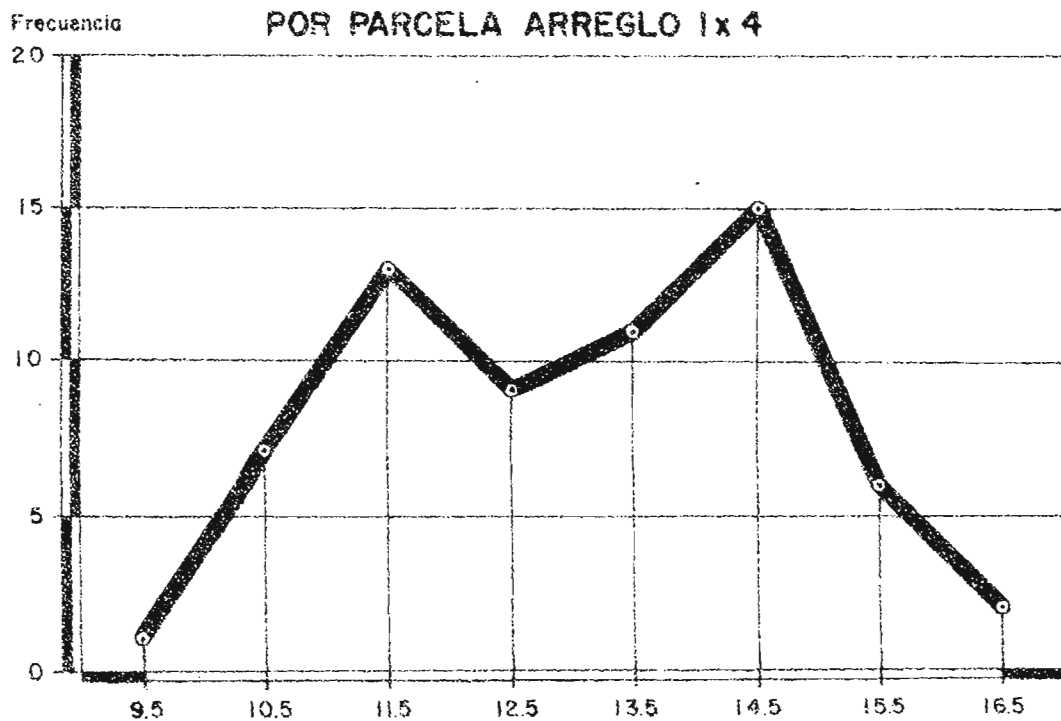


FIGURA 12

POLIGONO DE FRECUENCIAS DEL PESO PROMEDIO EN Kgs.
POR PARCELA ARREGLO 2 x 1

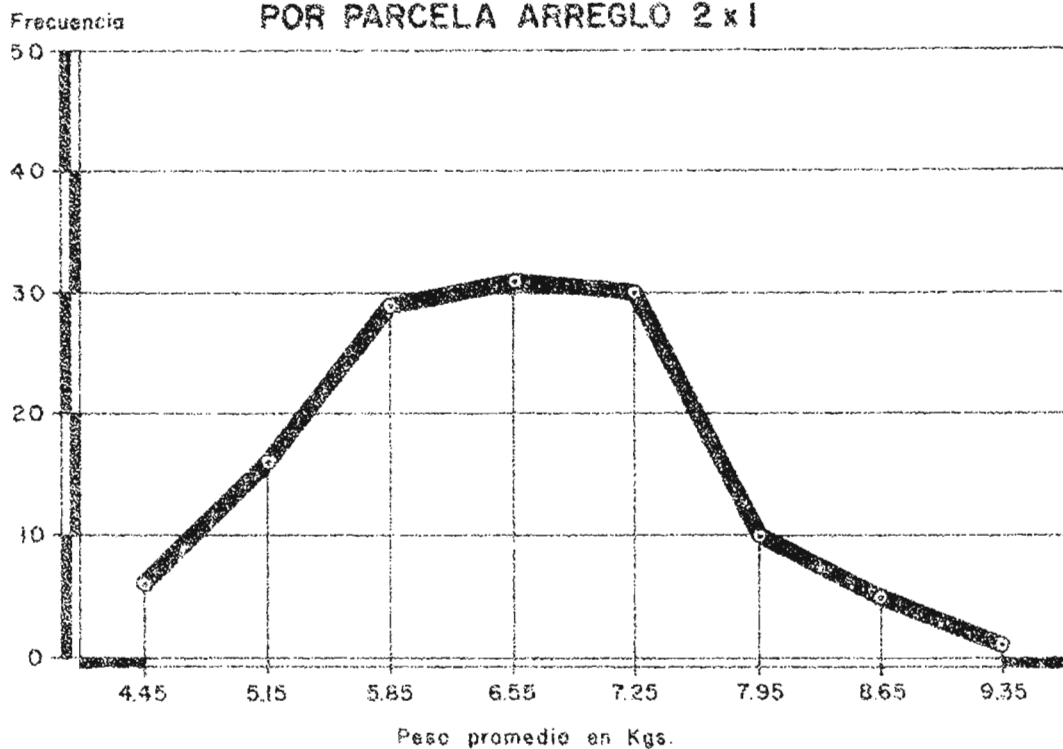
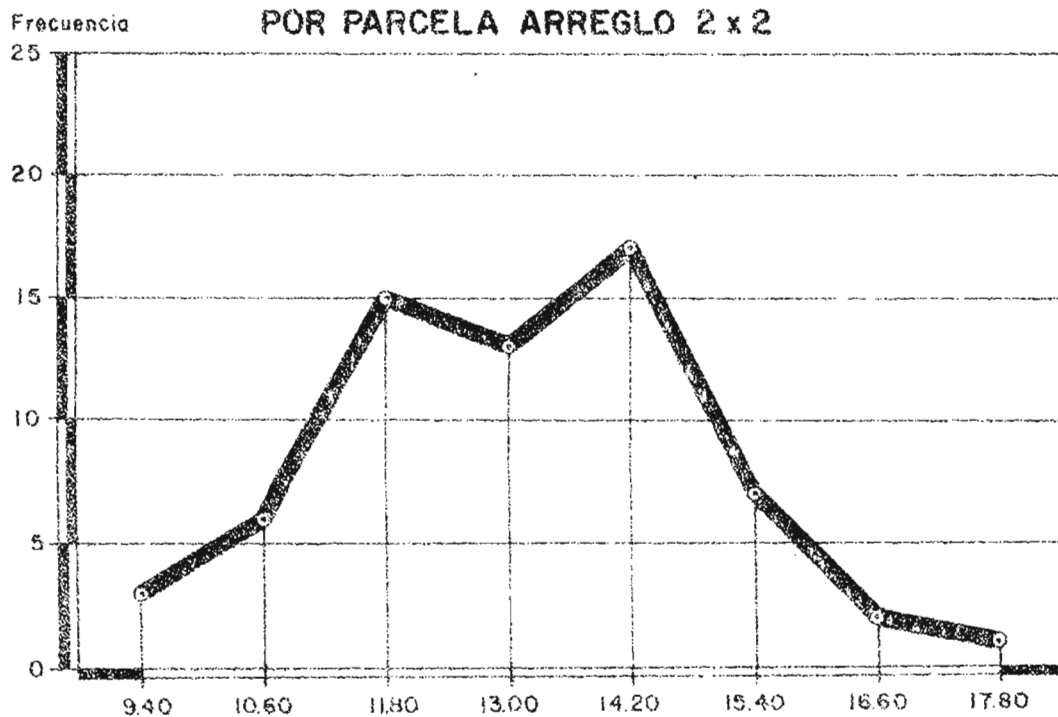


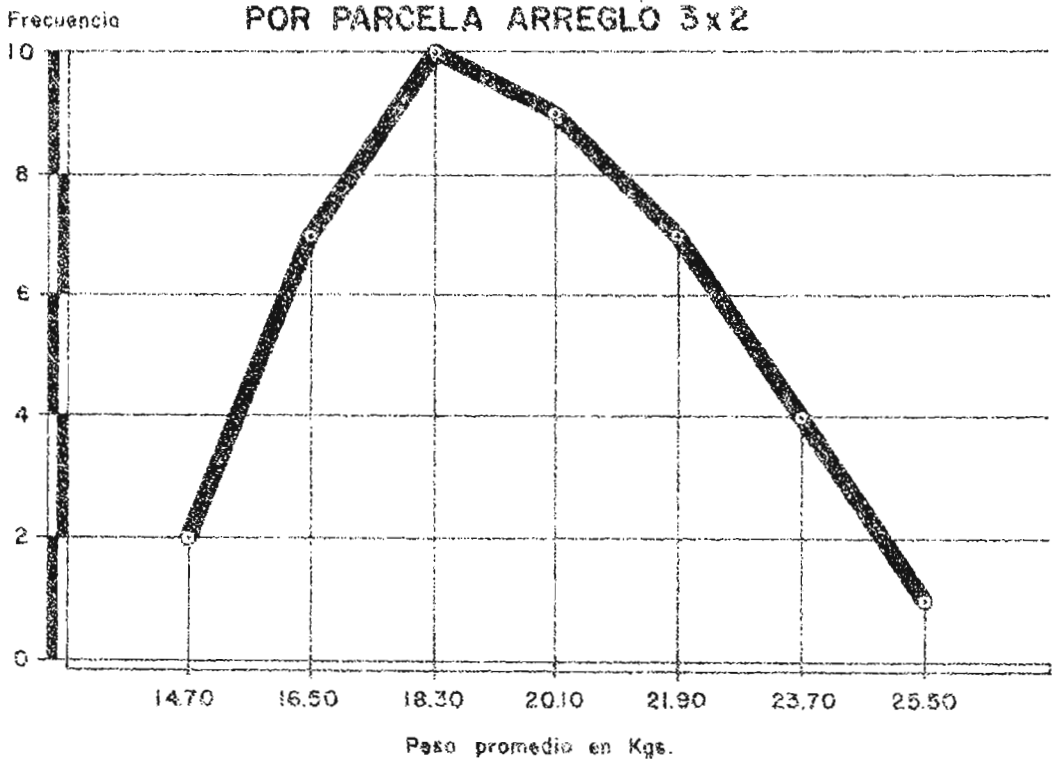
FIGURA 13

POLIGONO DE FRECUENCIAS DEL PESO PROMEDIO EN Kgs.
POR PARCELA ARREGLO 2 x 2



IGURA 14

POLIGONO DE FRECUENCIAS DEL PESO PROMEDIO EN Kgs.
POR PARCELA ARREGLO 3x2



DETERMINACION DE POTASIO SOLUBLE EN SUELOS

METODO: Determinación por fotometría de llama después de extracción con solución de acetato de sodio al 10%, pH 4.8.

REFERENCIA: Peech English Rapid microchemical Soil tests Soil Sec. 57: 167 - 195 - 1944.

REACTIVOS:

- 1o.- Solución extractora de Morgan. Disolver 100 gramos de acetato de sodio ($\text{Na C}_2 \text{H}_3 \text{O}_2 \cdot 3\text{H}_2 \text{O}$) en 500 ml. de agua destilada. Agregar 30 ml. de ácido acético (99.5% de pureza), y llevar a volumen de 1.000 ml. La solución de presentar un pH de 4.8.
- 2o.- Solución patrón de potasio: Pesar 1.9070 gm. de cloruro de potasio secado a 120°C , durante 2 horas. Disolver en agua y llevar a volumen en frasco volumétrico de 1 litro. Contiene 1000 ppm de K.

PROCEDIMIENTO:

- 1o.- Pesar 2.000 gramos de suelo seco al aire y pasado por tamiz de 2 mm., transferirlos a un frasco de vidrio de 60 ml. Agregar con una pipeta automática 10 ml. de solución extractora de Morgan.
- 2o.- Agitar durante 15 minutos en un agitador eléctrico y después filtrar por papel Whatman No. 40 (o No. 2 en algunos casos), recoger el filtrado en Erlenmeyer de 50 ml., descartando los primeros ml.
- 3o.- Tomar una alícuota de 5 ml. y diluir con 10 ml. de agua. - Mezclar bien y leer el % de transmisión de luz en un fotó-

metro de llama, previamente calibrado (767 milimicras o filtro para potasio).

NOTA:

Sí la concentración de potasio es muy alta, hacer una dilución apropiada con solución extractora antes de tomar la alícuota.

Sí es muy baja, leer directamente en el extracto original o diluirlo 1:1, pero calibrar el fotómetro de llama con patrones que lleven la misma concentración de acetato de sodio que la solución final de la muestra. No debe alterarse la relación suelo: solución extractora.

CURVA DE CALIBRACION:

Pipetear 0, 1, 2, 3 y 4 ml. de la solución patrón de 1000 ppm de K, en frascos volumétricos de 100 ml. Añadir con una bureta de 50 ml., 33.3 ml. de solución extractora de Morgan.

Llevar a volumen con agua y mezclar bien. Estas soluciones contienen 0, 10, 20, 30 y 40 ppm de potasio, respectivamente. (La concentración de acetato de sodio es equivalente a la de la solución final de la muestra, cuando la alícuota de 5 ml. se diluye a 15 ml. con H₂O).

EXPRESION DE LOS RESULTADOS:

Expresar el resultado en ppm de K en suelo seco al aire.

- 1) Computar, por interpolación en la curva de calibración la concentración de K en ppm en el extracto de suelo.
- 2) Efectuar la siguiente operación:

$$\text{ppm K} = \frac{\text{ppm K en soln. final} \times \text{factor dilución} \times \text{ml extracto}}{\text{gm. peso de muestra.}}$$

$$= \frac{\text{ppm K en soln. final} \times 3 \times 10}{2}$$

DETERMINACION DE FOSFORO EN SUELOS (asimilable)

METODO I: Colorimétrico, fosfo-vanado-molibdico.

REFERENCIA: Adaptado de Bray y Kurtz (Solución No.2) Soil Sci. 59:39 -- (1945) por D. Lathwell. (Sección de Suelos, Dirección General de Investigaciones Agronómicas, Santa Tecla, El Salvador).

REACTIVOS:

- 1.- Solución extractora 0.1 N en HCl y 0.03 N en NH_4F :
Agregar 35.5 de ácido clorhídrico concentrado y 4.44 gramos de fluoruro de amonio a dos litros de agua; disolver bien y diluir a 4 litros. Guardar en frasco de vidrio Pyrex con tapón esmerilado, al abrigo de la luz. (Esta solución es estable por un año.)
- 2.- Solución de molibdato de amonio:
Disolver 50 gm. de molibdato de amonio: en un litro de agua.
- 3.- Solución de vanadato de amonio:
Disolver 2.50 gm de vanadato de amonio en 1 litro de ácido nítrico diluido (1:1)
- 4.- Solución mixta:
Mezclar volúmenes iguales de las soluciones No. 2 y No. 3, en cantidad suficiente para el uso en el mismo día.
- 5.- Solución valorada de fósforo (100 ppm P). Disolver exactamente 0.4390 gm de fosfato mono potásico (Sorensen), en un litro de solución extractora.
- 6.- Soluciones diluidas de fósforo:

Pipetear 0, 5, 10, 15, 20 y 25 ml de la solución anterior - (No.5), en frascos volumétricos de 100 ml y llevar a volu-- men con solución extractora (No. 1). La concentración de es- tas soluciones es de 5, 10, 15, 20 y 25 ppm respectivamente.

PROCEDIMIENTO:

a) Extracción:

- 1) Pesar 10000 gm de suelo (secado al aire o a 55°C y pasado por tamiz de agujeros de 2 mm. de diámetro) y transferirlo a un frasco de vidrio de 60 ml.
- 2) Añadir $\frac{1}{4}$ de cucharadita de carbón activado (Darco-G-60) y 10 ml de solución extractora (No. 1).
- 3) Agitar por 30 segundos e inmediatamente después filtrar por papel (Whatman No. 1) en un tubo-embudo, descartando los primeros mililitros que pasan.

Desarrollo del color:

- 4) Pipetear alícuotas de 4 ml en tubos de ensayo de 10 ml.
- 5) Añadir 1 ml de solución mixta (No. 4) con pipeta automáti- ca (ABA) y agitar inmediatamente por 30 segundos.
- 6) Dejar en reposo 20 minutos antes de leer el % de transmi- sión en un colorímetro a 420 milimicras, usando el testi- go (0 ppm P) como referencia (100% transmisión).

CURVA DE CALIBRACION:

Pipetear 4 ml de las soluciones de 0, 5, 10, 15, 20 y 25 ppm de P en tubos de ensayo de 10 ml y desarrollar el color y leer el % de -- transmisión como en las muestras y trazar la curva de calibración en -

papel semilogarítmico.

EXPRESION DE LOS RESULTADOS:

Expresar el resultado en ppm de P en suelo seco al aire.

1.- Computar por interpolación en la curva de calibración, la concentración de P en ppm.

2.- Efectuar la siguiente operación:

$$\text{ppm P en suelo} = \frac{\text{ppm en soln final} \times \text{ml soln ext.}}{\text{peso en gm de suelo extraído.}}$$

NOTA: Si el color desarrollado es muy intenso y sobrepasa el del patrón más alto, tomar una alícuota de 1 ml del extracto, diluir a 4 ml con solución extractora, desarrollar el color y multiplicar por 4 (factor de dilución), al hacer los cálculos.

En casos cuando el contenido de P en la muestra sea muy elevado, se puede usar diluciones mayores del extracto.

No se debe alterar la relación suelo: solución extractora.

TABLA XIV CANTIDADES DIARIAS DE LLUVIA EXPRESADAS EN MILÍMETROS, DURANTE LOS MESES DE JULIO A OCTUBRE DE 1964. FINCA LAS FLORES, --- SANTA ANA.

D I A S	M E S E S			
	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre
1	-	5	0.0	.
2	.	40	10	.
3	0.0	0.0	10	10
4	.	.	.	25
5	-	.	35	10
6	.	.	0.0	15
7	0.0	.	.	.
8	-	35	10	.
9	40	5	.	.
10	10	20	20	.
11	45	.	.	.
12	40	5	0.0	.
13	.	35	25	.
14	50	10	0.0	25
15	25	20	5	.
16	10	.	15	.
17	10	5	.	.
18	15	15	10	.
19	10	35	10	20
20	15	.	0.0	.
21	35	5	10	.
22	15	10	10	.
23	15	10	25	.
24	30	50	20	.
25	10	15	15	.
26	15	45	.	.
27	10	15	20	.
28	.	40	0.0	.
29	15	30	.	.
30	15	.	10	.