

ZAMORANO
CARRERA DE CIENCIA Y PRODUCCIÓN AGROPECUARIA

Determinación de biodisponibilidad de nutrientes en tres cultivos hortícolas bajo condiciones de campo en Zamorano

Trabajo de graduación presentado como requisito parcial
para optar al título de Ingeniero Agrónomo en
el Grado Académico de Licenciatura.

Presentado por:

Luis Gerardo De Jesús Carbajal

HONDURAS
Diciembre, 2003

El autor concede a Zamorano permiso
para reproducir y distribuir copias de este
trabajo para fines educativos. Para otras personas
físicas o jurídicas se reservan los derechos de autor.

Luis Gerardo De Jesús Carbajal

Honduras
Diciembre, 2003

**Determinación de biodisponibilidad de nutrientes en tres cultivos
hortícolas bajo condiciones de campo en Zamorano**

Presentado por:

Luis Gerardo De Jesús Carbajal

Aprobada

Rony Muñoz M.Sc.
Asesor principal

Ing. Jorge Iván Restrepo M.B.A.
Coordinador de Carrera Ciencia
y Producción Agropecuaria

Carlos Gauggel Ph.D.
Asesor

Antonio Flores Ph.D.
Decano Académico

Diana Morán Ing. Agr.
Asesor

Kenneth L. Hoadley D.B.A.
Rector

Alfredo Rueda Ph.D.
Coordinador de área
Fitotecnia

DEDICATORIA

Únicamente, a las tres Divinas Personas y especialmente a Jesús, por enseñarme que la única manera de salir adelante es cargando la cruz que el mundo impone sobre nuestras espaldas.

AGRADECIMIENTOS

A mi mami, por haberme protegido todos los días de mi vida.

A mi papi, por apoyarme siempre.

A Ligia y Hugo, por ser ejemplos a seguir en mi vida.

Al Ing. Mario Bustamante (QDDG) y al Ing. Pedro Sánchez, por su valiosísima colaboración en el desarrollo de mi pasantía en Islas Canarias.

A Dr. Carlos Gauggel, por sus enseñanzas tan valiosas para el futuro.

A Diana Morán, por su amistad y buena voluntad en la realización de este trabajo.

A Eduardo Gurdíán, Ing. Hilda Flores, Jackelin y Martha, por su valiosa ayuda.

A la Zamo Empresa de Cultivos Intensivos, en especial a todo el personal que me ayudó a realizar el trabajo de campo.

A mis amigos y colegas de la clase STIGMA 03 que estuvieron a mi lado en todo momento y me brindaron su apoyo moral.

A todas las personas que de alguna u otra manera participaron en la realización de este estudio.

.

AGRADECIMIENTOS A PATROCINADORES

A Marel De Jesús Catellanos, por el financiamiento aportado a mi educación.

A la Secretaría de Agricultura y Ganadería, por ayudar al financiamiento parcial de mis estudios en Zamorano.

A USDA, que a través de su programa “Food for Progress”, ayudó en el financiamiento parcial de mis estudios.

Al Ing. José María Miselem, gerente de la ZECI, por su financiamiento parcial de este proyecto.

RESUMEN

De Jesús, Luis. 2003. Determinación de biodisponibilidad de nutrientes en tres cultivos hortícolas bajo condiciones de campo en Zamorano. Proyecto Especial del Programa de Ingeniero Agrónomo, Zamorano, Honduras.

Un nutriente biodisponible es un ión presente en el suelo en una forma que pueda ser absorbido por la raíz durante el crecimiento. Esta biodisponibilidad es afectada por el tipo y cantidades de arcilla, pH del suelo, materia orgánica, factores bióticos, temperatura, humedad, profundidad efectiva, textura, estructura, consistencia, porosidad, resistencia a la penetración y drenaje interno. El objetivo de este estudio fue determinar el grado de correlación entre los análisis de suelos, foliares y rendimiento como indicadores de biodisponibilidad de nutrientes en predios hortícolas, con el fin de mejorar los programas de fertilización y por ende la productividad de los cultivos bajo condiciones de campo. El estudio se realizó entre junio y octubre de 2003 en Zamorano, Honduras. En tres cultivos de campo (lechuga, pepino y jilote) se realizaron cuatro tipos de caracterizaciones: propiedades morfológicas y físicas, análisis químico de suelo, análisis foliar y rendimiento. Las deficiencias nutricionales de N, K, Ca y Mg encontradas y diversos indicadores confirmaron la baja biodisponibilidad de nutrientes en estos suelos. Este hecho puede deberse a antagonismos en la solución de suelo, fijación de nutrientes por arcillas, bajo contenido de materia orgánica y limitantes físicas encontradas en todos los suelos estudiados, especialmente un pie de arado entre 15 y 20 cm. Este estudio concluye que el contenido de nutrientes en el suelo no es la única variable determinante del rendimiento, sino que existen otros factores que definen su comportamiento, como propiedades físicas y químicas del suelo. Con base en los datos generados, se recomendó subsoleo, ajustes en los programas de nutrición, refuerzos con fertilizantes foliares, manejo del pH del suelo y materia orgánica y monitoreo frecuente del estado nutricional de los cultivos y del suelo.

Palabras clave: Absorción, catión, compactación, nutrición vegetal, pie de arado.

CONTENIDO

Portadilla	i
Autoría	ii
Página de firma	iii
Dedicatoria	iv
Agradecimientos	v
Agradecimientos a patrocinadores	vi
Resumen	vii
Contenido	viii
Índice de cuadros	ix
Índice de anexos	x
1. INTRODUCCIÓN	1
2. OBJETIVOS.....	4
Objetivo general	4
Objetivos específicos	4
3. MATERIALES Y MÉTODOS	5
ANÁLISIS FOLIARES	5
ANÁLISIS DE SUELOS	6
ANÁLISIS DE RENDIMIENTO	6
ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	7
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	8
LECHUGA	9
PEPINO.....	13
JILOTE	17
5. CONCLUSIONES.....	21
6. REOMENDACIONES	23
7. BIBLIOGRAFÍA	24
8. ANEXOS.....	25

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro

1	Método de toma de muestras foliares para los cultivos de interés.....	6
2	Valores de pH y % de Materia Orgánica (M.O.) de los suelos de Zona 2 sometidos a investigación.	8
3	Análisis químico de suelos de parcelas experimentales de lechuga en Zona 2, Zamorano, Honduras.....	11
4	Análisis foliares de parcelas experimentales de lechuga en Zona 2, Zamorano, Honduras.....	11
5	Coefficientes de determinación para las variables evaluadas en el cultivo de lechuga en Zona 2, Zamorano, Honduras.	12
6	Análisis químico de suelos de parcelas experimentales de pepino en Zona 2, Zamorano, Honduras.....	15
7	Análisis foliares de parcelas experimentales de pepino en Zona 2, Zamorano, Honduras.....	15
8	Coefficientes de determinación para las variables evaluadas en el cultivo de pepino en Zona 2, Zamorano, Honduras.....	16
9	Análisis químico de suelos de parcelas experimentales de maíz jilote en Zona 2, Zamorano, Honduras.	19
10	Análisis foliares de parcelas experimentales de maíz jilote en Zona 2, Zamorano, Honduras.	19
11	Coefficientes de determinación para las variables evaluadas en el cultivo de maíz jilote en Zona 2, Zamorano, Honduras.....	20

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo

1	Fotografía de calicata en lote 10 Zona 2, Zamorano, Honduras	25
2	Descripción del perfil de calicata típica en Zona 2, Honduras	26
3	Análisis de Regresión para la relación Concentración Foliar (Y) vs. Concentración en Suelo (X) para el cultivo de lechuga	27
4	Análisis de Regresión para la relación Concentración Foliar (Y) vs. Concentración en Suelo (X) para el cultivo de pepino.....	28
5	Rendimientos de lechuga en parcelas sometidas a estudio	29
6	Rendimientos de pepino en parcelas sometidas a estudio	29
7	Rendimientos de jilote en parcelas sometidas a estudio	30

1. INTRODUCCIÓN

El concepto de biodisponibilidad se define, según Barber (1995), como la disponibilidad de nutrientes del suelo a organismos biológicos. También define un nutriente biodisponible como un ión presente en el suelo en una forma química que pueda ser absorbida por la raíz durante el crecimiento de una planta si la raíz está lo suficientemente cerca.

Uno de los problemas actuales de la Zamoempresa de Cultivos Intensivos (ZECI), es la falta de información sobre qué nutrientes del suelo son disponibles para los cultivos; y si son disponibles, se desconoce en qué grado de disponibilidad se encuentran. Esta falta de información por parte de la ZECI y el laboratorio de suelos de Zamorano, tiene un efecto directo en la eficiencia y precisión de los programas de fertilización.

Determinando el grado de biodisponibilidad de nutrientes en los principales cultivos hortícolas de campo, se beneficia la producción hortícola de la institución. En este sentido, la contribución concreta de este estudio, es la obtención de información que optimice el manejo de los recursos asignados a la fertilización apropiada de determinados cultivos.

Un análisis químico de suelos da una idea de los nutrientes que hay en el suelo en determinado momento y bajo ciertas condiciones, pero no indica qué nutrientes puede absorber la planta. El análisis foliar identifica con exactitud, lo que la planta absorbió bajo determinadas condiciones de manejo.

Según Tisdale y Nelson (1982), los principales factores químicos que afectan el equilibrio de los nutrientes en el suelo son: el tipo de arcilla, pH del suelo, materia orgánica, contenido de gas del suelo, factores bióticos, temperatura y humedad.

Establecer una relación entre lo contenido en el suelo y lo absorbido por el cultivo (contenido foliar), indica la biodisponibilidad de los nutrientes. El estudio físico del suelo indica los factores que regulan el movimiento de nutrientes, de los coloides (orgánicos e inorgánicos) a la solución de suelo y a su vez a la rizósfera. Los parámetros físicos y morfológicos más importantes son profundidad efectiva, textura, estructura, consistencia, porosidad, resistencia a la penetración y drenaje interno (Domínguez, A. 1989).

El dinámico y complejo proceso de absorción de nutrientes por la planta, comienza cuando los nutrientes son transportados hacia la raíz por flujo de masa, difusión o intercepción de raíz. Este proceso requiere energía y ésta demanda es suplida a través de

la respiración de las raíces (Fageria et al. 1997). La compactación de suelo, no solamente limita las tres formas de transporte de nutrientes antes mencionadas, según Sumner M. (2000), ésta también reduce el espacio poroso y la cantidad de oxígeno, causando trastornos en el crecimiento de la raíz y la absorción de nutrientes.

Al determinar la relación existente entre los contenidos de nutrientes en el suelo y la planta, con los rendimientos obtenidos, este estudio constituye un enfoque integral que considera las propiedades morfológicas, físicas y químicas que determinan la absorción de nutrientes por los cultivos estudiados bajo las condiciones de campo del Zamorano.

Jones (1991) propone los niveles óptimos de nutrientes en el follaje de cultivos agronómicos y vegetales. En su obra determinó que el elemento crítico para pepino es el nitrógeno, la lechuga es el cultivo más exigente en potasio, calcio y magnesio y el maíz agronómico tiene requerimientos más bajos que los dos cultivos antes mencionados, tanto para elementos mayores como microelementos.

2. OBJETIVOS

Objetivo general

Determinar el grado de correlación entre los análisis de suelos, foliares y rendimiento como indicadores de biodisponibilidad de nutrientes bajo condiciones de campo en Zamorano, con el fin de mejorar los programas de fertilización y por ende la productividad de los cultivos de la ZECI.

Objetivos específicos:

1. Determinar la biodisponibilidad de N, P, K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn y Zn en los suelos de Zona 2 y su respectivo grado de absorción en lechuga, pepino y maíz jilote.
2. Determinar la influencia de las propiedades físicas del suelo en la biodisponibilidad de nutrientes.
3. Ajustar las recomendaciones acerca del plan de fertilización de cada cultivo y los tratamientos que se le debe dar a los suelos que serán sometidos a investigación.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en Zona 2, Zamoempresa de Cultivos Intensivos (ZECI), Zamorano, Francisco Morazán, Honduras. La zona se encuentra aproximadamente a 800 msnm y la precipitación anual promedio es de 1,150 mm. Estos suelos han sido utilizados para producción de hortalizas desde 1986 hasta la actualidad. Anteriormente se produjeron cultivos extensivos (1982-1986) y pastizales para engorde de ganado (antes de 1982). El proyecto se realizó en época lluviosa, las fechas de siembra de los cultivos se ubicaron entre el 2 de junio hasta el 12 de agosto de 2003.

Se utilizaron tres cultivos de campo esenciales en la producción de la ZECI: lechuga (*Lactuca sativa L.* var. Ithaca), pepino (*Cucumis sativus L.* var. Supersett) y maíz jilote (*Zea mays L.* var. Guayape). Se realizaron cuatro tipos de caracterizaciones: propiedades morfológicas y físicas, análisis químico de suelo, análisis foliar y rendimiento.

Las unidades de muestreo fueron parcelas rectangulares uniformes en tamaño para todos los cultivos. Las dimensiones fueron 3 m de largo por 1.8 m de ancho (distancia entre camas usada en Zona 2). El área de cada parcela fue de 5.4 m². Se analizaron cuatro parcelas de cada uno de los cultivos, para un total de 12 parcelas. Éstas fueron ubicadas al azar dentro de los lotes comerciales que la ZECI utiliza regularmente para la producción de los cultivos antes mencionados.

ANÁLISIS FOLIARES

Se efectuó un análisis foliar por cada una de las parcelas. El material vegetal de análisis se tomó de una muestra compuesta de las hojas del correspondiente cultivo. Las muestras foliares se tomaron al mismo tiempo que las muestras de suelo. El órgano de la planta muestreado y la etapa de desarrollo en que la muestra fue tomada se indican en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Método de toma de muestras foliares para los cultivos de interés.

Cultivo	Parte de la planta	Tiempo
Maíz jilote	Hoja abierta abajo del anillo de hojas tiernas o no diferenciadas	Antes de floración masculina o panoja. A unos 40 días
Pepino	5ª hoja de la punta hacia abajo. Omitir las no desenrolladas	Desde el inicio de la floración hasta frutillos
Lechuga	Primera hoja suelta que le sigue a la cabeza. Hoja envolvente que empaca la parte sólida	Cosecha

Fuente: Jones, Wolf y Mills (1991), adaptado por el autor.

ANÁLISIS DE SUELOS

En cada parcela, se efectuó un análisis químico de suelos que incluye pH, M.O., N, P, K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn y Zn. La muestra fue compuesta de 10 submuestras tomadas al azar en los primeros 20 cm.

Se caracterizó el suelo morfológica y físicamente por medio de una calicata. Se realizó una por parcela, sus dimensiones fueron 50 cm de ancho por 50 cm de largo por 50 cm de profundidad, a esto se denomina caja. En el fondo de la caja se perforó con barreno holandés hasta llegar a la roca. Esta técnica permitió identificar los horizontes, color, textura, estructura, consistencia, porosidad, presencia de raíces, resistencia a la penetración, presencia de horizontes restrictivos al desarrollo de raíces y drenaje interno.

ANÁLISIS DE RENDIMIENTO

En cada parcela se tomaron datos de rendimiento a cosecha, determinando los parámetros siguientes en cada cultivo estudiado:

- Frutos / Área
- Peso / Área (expresado en kg/ha)
- Frutos No Comerciales (FNC) / Área
- Peso FNC / Área (expresado en kg/ha)

FNC se define como el producto que no satisface los requisitos de calidad de la ZECI.

ANÁLISIS ESTADÍSTICOS

Se realizó análisis de regresión lineal para correlacionar la concentración de cada nutriente en la hoja con respecto al suelo. También se correlacionaron estas dos variables con el rendimiento de cada parcela y cultivo estudiado. Para esto, se utilizó el programa MINITAB Versión 13.20. El resultado de estos análisis fueron coeficientes de determinación (R^2 y R^2 ajustado) que nos indican en porcentaje el ajuste al modelo lineal de cada variable evaluada.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los valores de pH en Zona 2 son favorables para la absorción de nutrientes (Cuadro 2). El 66% de las muestras se encuentran dentro del rango normal, el restante 33% reporta una tendencia hacia valores de pH básicos.

Cuadro 2. Valores de pH y % de Materia Orgánica (M.O.) de los suelos de Zona 2 sometidos a investigación.

Cultivo	Lote	Réplica	pH (H ₂ O)	% M.O.
Lechuga	10	1	7.15	2.51
Pepino	10	1	6.04	2.25
Jilote	10	1	6.51	2.33
Lechuga	17	2	7.38	2.49
Pepino	17	2	7.16	1.93
Jilote	17	2	6.86	2.45
Lechuga	19	3	6.38	2.10
Pepino	19	3	6.35	2.54
Jilote	19	3	6.41	2.37
Lechuga	16	4	6.73	3.49
Pepino	23	4	7.30	2.23
Jilote	23	4	6.46	1.76
RANGO			6.00	3.00
NORMAL ^o			6.80	4.00

^o: Rango normal utilizado por Laboratorio de Suelos E.A.P.

El pH predominante en Zona 2 es neutral y podría limitar la absorción de P y micro nutrientes (pH > 6.3). Esto se debe a las aplicaciones de 4.5 t/ha/año de cal dolomítica que la empresa realiza. Este tratamiento ha sido todavía más efectivo debido a que las aplicaciones se han realizado de manera localizada en la cama de siembra, precisamente donde se tomaron estas muestras de suelo.

El adecuado manejo para estos lotes significa suspender la aplicación de cal dolomítica momentáneamente, y seguir un plan de monitoreo frecuente de pH, mínimo de una o dos veces al año. Aunque el pH se encuentre neutral con tendencia a valores básicos, este estado no es estable, debido a la fuerte aplicación de urea, materia orgánica en forma de gallinaza y otros fertilizantes que acidifican el suelo. Esto seguirá influenciando los

cultivos y presentando la misma dinámica. En el futuro, se deberá aplicar cal dolomítica de nuevo.

En cuanto a contenido de materia orgánica, estos valores se muestran bajos con respecto al rango normal (Cuadro 2). El bajo contenido de M.O. incide química y físicamente en las características del sitio, está íntimamente relacionado con la deficiencia de nitrógeno en el suelo y la falta de estructura o tendencia a la masificación. El porcentaje de M.O. ha aumentado con respecto a análisis previos de la ZECI (Sánchez, 2000), debido a las aplicaciones localizadas de 40 t/ha/año de gallinaza que la empresa realiza, pero aún no se alcanzan los niveles óptimos, la empresa debe mantener o intensificar el proceso de aplicación de Materia Orgánica que ha venido realizando.

LECHUGA

El N se encuentra deficiente en los cultivos de lechuga; se obtuvieron concentraciones bajas en el suelo y los análisis foliares reafirman su carencia (cuadros 3 y 4). Esto se debe posiblemente al bajo nivel de materia orgánica y a la extracción de N por el cultivo. La absorción de N no se puede explicar en términos de su concentración en el suelo, esta relación es débil como lo indica el valor de R^2 (Cuadro 5). La planta de lechuga depende sólo en parte del N del suelo, el fertilizante aplicado es su mayor fuente nutritiva y no es suficiente para mantener una nutrición adecuada. Se debe incrementar la dosis de fertilizante nitrogenado en este cultivo.

El P se encuentra en concentraciones altas en el suelo, está moderadamente disponible para los cultivos de lechuga ya que se obtuvieron concentraciones normales en la hoja (cuadros 3 y 4). La correlación entre concentración de fósforo en el suelo y foliar es débil (Cuadro 5). Esto indica que la absorción de P no se puede expresar solamente en términos de su concentración en el suelo, indicando que hay otros factores que intervienen en su biodisponibilidad. Por el momento, las concentraciones de P en el suelo son lo suficientemente altas para mantener una nutrición óptima del cultivo, no es necesario aplicar fertilizante con este elemento, pero las reservas del suelo no se van a mantener constantes indefinidamente, pues las extracciones del elemento por la planta son altas y en el futuro se requerirá de su aplicación.

El K del suelo se encuentra muy poco disponible para los cultivos de lechuga; se reportan concentraciones altas en el suelo y bajas en la hoja (cuadros 3 y 4). Esta contradicción se debe a fijación de K por las arcillas, agravada por el efecto de compactación del pie de arado. Estos factores limitan la difusión o movimiento de moléculas de una región de alta concentración a otra de menor concentración afectando gravemente la absorción de K, ya que según Fageria (1997), se absorbe en un 80% por difusión hacia la rizósfera. El análisis de regresión lineal para esta relación es débil (Cuadro 5), lo cual indica que la

absorción de K no se puede explicar en términos de su contenido en el suelo. Sin embargo esta relación es descrita por una función cuadrática con un R^2 de 99.4% (Anexo 3). La disponibilidad de K para el cultivo depende directamente de la fertilización. Se debe recurrir a aplicaciones frecuentes y localizadas al suelo en forma muy soluble o aplicaciones foliares.

El Ca del suelo se encuentra muy poco disponible para el cultivo de lechuga; se registraron concentraciones normales en el suelo, pero bajas en la hoja (cuadros 3 y 4). Esto se debe posiblemente a que el Ca está presente como carbonato de calcio y por ende es poco disponible para la planta. Esto podría influir en la absorción de P que es fijado por los carbonatos, haciendo muy baja su biodisponibilidad para la planta. La relación de la concentración en el suelo y foliar es débil, R^2 de 22.7% (Cuadro 5), el cual indica que la absorción de Ca no se puede explicar en términos de las concentraciones del suelo. El requerimiento de Ca por el cultivo debería suplirse directamente con fertilización tanto edáfica como foliar. Se debe recurrir a aplicaciones foliares de Ca al cultivo durante períodos críticos de absorción del nutriente.

El Mg se encuentra poco disponible para la lechuga en los suelos estudiados. Se obtuvieron concentraciones normales en el suelo y bajas en la hoja (cuadros 3 y 4). Esto se debe posiblemente al antagonismo clásico que existe entre el Mg y K en la solución del suelo. La relación de la concentración en el suelo y foliar es débil (Cuadro 5); esto indica baja disponibilidad de este nutriente para el cultivo de lechuga, que aunque utiliza una parte del Mg en solución, éste no le es suficiente para llenar el requerimiento nutricional de la planta. Para satisfacer las necesidades del cultivo, es necesario aplicarlo como fertilizante inmediatamente disponible para la planta en aplicaciones foliares o al suelo contenido en fertilizantes solubles.

Cu, Fe, Mn y Zn se encuentran moderadamente disponibles para los cultivos de lechuga; se obtuvieron concentraciones altas en el suelo y normales en la hoja (cuadros 3 y 4). La correlación entre concentraciones en el suelo y foliar es débil, con excepción de Mn (Cuadro 5). Sin embargo para Fe, esta relación es descrita por una función cuadrática con un R^2 de 99.0% (Anexo 3). No se encontró ninguna tendencia entre su concentración en el suelo y la absorción por la planta. Sin embargo, el efecto de la alta concentración en el suelo los hace suficientes para nutrir el cultivo ya que el requerimiento es bajo y la absorción por la planta es moderada. El cultivo no requiere, por el momento, aplicaciones de micro nutrientes.

El Cuadro 5 muestra los coeficientes de determinación para rendimiento versus contenidos nutricionales en el suelo y rendimiento versus contenidos nutricionales foliares. En general, todos los nutrientes muestran valores de R^2 bajos. Esto indica que hay otros factores edáficos que afectan el rendimiento más que el contenido de nutrientes

en el suelo. Estos factores son, probablemente, propiedades físicas del suelo como profundidad efectiva limitada por pie de arado a 20 cm, extremos texturales y otras limitantes edáficas.

Cuadro 3. Análisis químico de suelos de parcelas experimentales de lechuga en Zona 2, Zamorano, Honduras.

Muestra		%	ppm (Extractable)							
Lote	Réplica	N _{total}	P	K	Ca	Mg	Cu	Fe	Mn	Zn
10	1	0.13	436	665	3170	230	3.7	388	176	8.9
17	2	0.12	237	334	2670	180	3.9	224	149	5.0
19	3	0.10	128	314	1420	140	3.2	233	188	3.4
16	4	0.17	601	530	3240	260	3.5	267	106	14.3
Promedio		0.13	351	461	2625	202	3.6	278	155	7.9
Rango Normal		0.20	13	98	1000	180	0.1	8	4.2	0.13
y Rango Crítico °		0.50	20	195	6000	250	3.0	16	28.8	1.26

°: Rango normal (elementos mayores) y rango crítico (elementos menores) utilizado por Laboratorio de Suelos E.A.P.

Cuadro 4. Análisis foliares de parcelas experimentales de lechuga en Zona 2, Zamorano, Honduras.

Muestra		%					ppm				
Lote	Réplica	N	P	K	Ca	Mg	Cu	Fe	Mn	Zn	
10	1	3.30	0.44	5.44	0.66	0.24	134	90	69	25	
17	2	2.76	0.47	4.47	0.78	0.22	7	90	40	17	
19	3	2.49	0.42	5.00	0.69	0.25	7	83	65	28	
16	4	3.05	0.48	2.15	0.22	0.22	7	47	35	35	
Promedio		2.90	0.45	4.27	0.59	0.23	39	78	52	26	
Rango normal °		3.80	0.45	6.60	1.50	0.36	7	50	25	25	
		5.00	0.60	9.00	2.25	0.50	25	100	250	250	

°: Rango normal según Jones, Wolf y Mills (1991)

Cuadro 5. Coeficientes de determinación para las variables evaluadas en el cultivo de lechuga en Zona 2, Zamorano, Honduras.

Función	Nutriente	R ² (%)	R ² ajustado (%)
Foliar (Y) vs. Suelo (X)	N	40.3	10.5
	P	40.6	10.9
	K	0.3	0
	Ca	22.7	0
	Mg	30.7	0
	Cu	7.8	0
	Fe	2.8	0
	Mn	81.0	71.4
	Zn	46.1	19.2
Rendimiento (Y) vs. Concentración en suelo (X)	N	14.1	0
	P	37.9	6.8
	K	91.9	87.9
	Ca	30.7	0
	Mg	40.6	10.9
	Cu	0	0
	Fe	92.5	88.7
	Mn	0.4	0
	Zn	28.4	0
Rendimiento (Y) vs. Concentración foliar (X)	N	72.9	59.4
	P	2.1	0
	K	1.5	0
	Ca	8.8	0
	Mg	5.9	0
	Cu	75.8	63.7
	Fe	0.7	0
	Mn	21.9	0
	Zn	14.3	0

PEPINO

El N es deficiente en los suelos dedicados al cultivo de pepino, pero normal en la hoja (cuadros 6 y 7). La relación entre las concentraciones en el suelo y el tejido es fuerte (Cuadro 8), lo cual indica adecuada disponibilidad de este elemento para la planta y sobre todo una fertilización nitrogenada satisfactoria.

El P se encuentra moderadamente disponible para los cultivos de pepino; se obtuvieron concentraciones altas en el suelo y normales en la hoja (cuadros 6 y 7). Gran parte del P presente en el suelo no está disponible para el cultivo, pero las concentraciones en el suelo son lo suficientemente altas para llenar las necesidades nutritivas de la planta. Para la nutrición de la planta, se cuenta con la reserva de P del suelo, los niveles de P son lo suficientemente altos para no aplicar este nutriente como fertilizante por el momento. La correlación entre concentración del nutriente en el suelo versus rendimiento es fuerte (Cuadro 8), lo cual indica que el P en el suelo es un factor nutricional determinante en el rendimiento del pepino. La relación entre la concentración en el suelo y foliar es descrita por una función cuadrática con un R^2 de 99.3% (Anexo 4).

El K es alto en el suelo, pero su absorción por el cultivo es muy variable, aproximadamente la mitad de las muestras foliares analizadas poseen niveles muy bajos de K y en la otra mitad se encontraron niveles muy altos (cuadros 6 y 7). Esta alta variabilidad en la absorción se debe probablemente a que la biodisponibilidad de K varía mucho con cambios en las propiedades físicas y químicas de suelo que restringen su capacidad de difusión en la solución del suelo y bloquean su absorción normal por la planta; estos factores pueden ser fijación por altos contenidos de arcillas de diferentes tipos y compactación que varían dentro del mismo lote. La relación entre la concentración de K en el suelo y foliar es débil (Cuadro 8), indicando que la biodisponibilidad de este elemento es baja, sin embargo, esta relación es descrita por una función cuadrática con un R^2 de 99.2% (Anexo 4).

El Ca se encuentra poco disponible para los cultivos de pepino; se obtuvieron concentraciones normales en el suelo y bajas en la hoja (cuadros 6 y 7). La absorción de Ca no se puede explicar en términos de las concentraciones del suelo (Cuadro 8). La disponibilidad de Ca para el cultivo dependerá directamente de la fertilización y no de su contenido edáfico ya que éste no es lo suficientemente alto para suplir las necesidades de la planta. Se debe recurrir a aplicaciones foliares de Ca durante períodos críticos de necesidad de este nutriente, que para el caso de pepino es durante la floración y fructificación.

El Mg ocurre bajo en el suelo y normal en la hoja (cuadros 6 y 7). El cultivo de pepino es el único, de los tres estudiados, que presenta contenidos normales de Mg en la hoja. Esto

podría deberse a características fisiológicas propias de la planta y posibles asociaciones simbióticas con microorganismos, exudados de la raíz que faciliten la absorción del nutriente o a la morfología del sistema radical del pepino. La relación concentración foliar vs. concentración en el suelo es débil (Cuadro 8), lo que indica que el Mg es poco disponible para la nutrición de las plantas. No obstante, las concentraciones absolutas de Mg en el suelo son lo suficientemente altas para satisfacer las necesidades de la planta. Cada cultivo presenta condiciones específicas óptimas requeridas para la absorción de cada nutriente en particular. En los cultivos de pepino Supersett de Zona 2 no existe necesidad de tomar acciones en cuanto a la nutrición de Mg, se puede contar con lo que hay en el suelo para nutrir a la planta.

Las concentraciones de Cu, Fe, Mn y Zn se reportan moderadamente disponibles para los cultivos de pepino en zona 2; se obtuvieron concentraciones altas en el suelo y normales en la hoja (cuadros 6 y 7). La relación entre las concentraciones en el suelo y foliares es débil (Cuadro 8), no se observa ninguna tendencia entre su concentración en el suelo y la absorción por la planta. Sin embargo para Fe, esta relación es descrita por una función cuadrática con un R^2 de 95.9% (Anexo 4), El efecto de la alta concentración en los suelos los hace suficientes para suplir al cultivo ya que el requerimiento es mínimo. Actualmente, no se necesitan aplicaciones de micro elementos en los cultivos de pepino de Zona 2.

El rendimiento no depende significativamente de la concentración de los nutrientes en el suelo. En el caso de pepino, hay otros factores edáficos y ambientales que están afectando el rendimiento. El único nutriente que ejerce alta influencia sobre el rendimiento, es el Fe en el suelo, esto sugiere que es un nutriente determinante para el rendimiento de pepino bajo las condiciones actuales.

Cuadro 6. Análisis químico de suelos de parcelas experimentales de pepino en Zona 2, Zamorano, Honduras.

Muestra		%	ppm (Extractable)								
Lote	Réplica	N _{total}	P	K	Ca	Mg	Cu	Fe	Mn	Zn	
10	1	0.11	204	384	1950	140	3.8	292	163	3.5	
17	2	0.10	201	290	2250	140	4.2	245	197	3.8	
19	3	0.13	201	520	1920	170	5.4	261	164	6.2	
23	4	0.11	161	464	2040	170	3.1	196	219	4.7	
Promedio		0.11	192	415	2040	155	4.1	249	186	4.6	
Rango Normal y Rango Crítico °		0.20 0.50	13 20	98 195	1000 6000	180 250	0.1 3.0	8 16	4.2 28.8	0.13 1.26	

°: Rango normal (elementos mayores) y rango crítico (elementos menores) utilizado por Laboratorio de Suelos E.A.P.

Cuadro 7. Análisis foliares de parcelas experimentales de pepino en Zona 2, Zamorano, Honduras.

Muestra		%					ppm				
Lote	Réplica	N	P	K	Ca	Mg	Cu	Fe	Mn	Zn	
10	1	5.90	0.92	3.19	0.88	0.70	18	226	148	59	
17	2	5.07	0.73	6.09	0.41	0.41	12	50	35	35	
19	3	6.05	0.75	5.41	0.39	0.39	17	44	57	57	
23	4	5.71	0.71	3.27	1.57	0.43	16	113	50	38	
Promedio		5.68	0.78	4.49	0.81	0.48	16	108	73	47	
Rango normal °		4.50 6.00	0.34 1.25	3.90 5.00	1.40 3.50	0.30 1.00	7 20	50 300	50 300	25 100	

°: Rango normal según Jones, Wolf y Mills (1991)

Cuadro 8. Coeficientes de determinación para las variables evaluadas en el cultivo de pepino en Zona 2, Zamorano, Honduras.

Función	Nutriente	R ² (%)	R ² ajustado (%)
Foliar (Y) vs. Suelo (X)	N	68.5	52.7
	P	27.7	0
	K	7.6	0
	Ca	2.6	0
	Mg	32.9	0
	Cu	0.2	0
	Fe	17.7	0
	Mn	37.3	5.9
	Zn	6.5	0
Rendimiento (Y) vs. Concentración en suelo (X)	N	1.8	0
	P	76.1	64.1
	K	22.0	0
	Ca	0.8	0
	Mg	64.6	46.9
	Cu	6.9	0
	Fe	90.0	84.9
	Mn	58.9	38.4
	Zn	24.6	0
Rendimiento (Y) vs. Concentración foliar (X)	N	0	0
	P	70.6	56.0
	K	0.4	0
	Ca	30.0	0
	Mg	51.5	27.3
	Cu	2.6	0
	Fe	24.7	0
	Mn	50.8	26.2
	Zn	31.8	0

JILOTE

El N se encuentra deficiente en los cultivos de maíz jilote; ocurren concentraciones bajas en el suelo y en la hoja (cuadros 9 y 10). Esto se debe posiblemente al bajo nivel de materia orgánica en el suelo y a la extracción de N por el cultivo. La relación entre la concentración de N en el suelo y en la hoja es moderadamente fuerte (Cuadro 11), lo cual indica que el N del suelo está disponible para la planta, sin embargo, los contenidos en el suelo son bajos y demandan incrementar las aplicaciones de fertilizante.

El P se encuentra moderadamente disponible para los cultivos de maíz jilote; se obtuvieron concentraciones altas en el suelo y normales en la hoja (cuadros 9 y 10). La relación de concentraciones en el suelo y foliar es muy débil (Cuadro 11), lo cual indica que gran parte del P presente en el suelo no está disponible para el cultivo, pero las concentraciones en el suelo son lo suficientemente altas para llenar las necesidades nutritivas de la planta. Por el momento, no se necesita fertilización con este nutriente.

La poca biodisponibilidad de K no afecta la planta ya que sus contenidos foliares son normales (cuadros 9 y 10). La absorción de K no responde a cambios en la concentración del nutriente en el suelo. Los valores absolutos de los contenidos edáficos de K son altos, por lo tanto, el cultivo aprovecha el K que los otros cultivos no pueden aprovechar. Esto se debe a una alta eficiencia de aprovechamiento del nutriente por la planta probablemente debido a características fisiológicas o morfológicas propias del sistema radical de la planta. Aunque la porción disponible de este elemento en el suelo sea muy poca, la planta satisface sus requerimientos de K tomándolo del suelo. Por el momento, se puede contar con las reservas del suelo y no se necesita aplicar K vía fertilizante a este cultivo.

El contenido de Ca en el suelo es normal y normal o bajo en la hoja (cuadros 9 y 10). La correlación entre la concentración de Ca en el suelo y foliar es fuerte (Cuadro 11), lo cual indica que la absorción de Ca por la planta está estrechamente relacionada a la concentración de Ca del suelo; sin embargo en ciertos casos, las concentraciones absolutas de Ca en el suelo no son lo suficientemente altas para satisfacer el alto requerimiento de la planta de maíz. Es conveniente aplicar un reforzamiento de Ca foliar en las etapas de mayor demanda por la planta.

El Mg se encuentra bajo en el suelo y en el tejido (cuadros 9 y 10). La correlación entre la concentración de Mg en el suelo y foliar es fuerte (Cuadro 11), lo cual indica que el Mg del suelo está disponible para la planta. Dado que los contenidos de Mg en el suelo son bajos, la planta de maíz depende sólo en parte del Mg del suelo para satisfacer el requerimiento nutricional del cultivo, por lo que se debe aplicar Mg como fertilizante.

El contenido de Cu, Fe, Mn y Zn en el suelo es alto y los contenidos foliares son normales, solamente el Fe se reporta en cantidades altas en el follaje (cuadros 9 y 10). Para Cu y Fe, la correlación entre concentración del nutriente en el suelo y foliar es débil (Cuadro 11); por lo tanto, el contenido foliar de estos dos nutrientes puede no depender de sus concentraciones en el suelo. Existe una buena absorción de estos cuatro micro nutrientes, con excepción de los trastornos que posiblemente causa el Fe por estar en cantidades demasiado altas tanto en el suelo, como en la hoja. Por el momento, no existe necesidad de aplicar por medio de fertilizantes ninguno de los cuatro micro elementos analizados.

El rendimiento no se puede explicar en gran medida por las concentraciones de los nutrientes en el suelo. En el caso de maíz jilote, hay otros factores nutricionales y ambientales que están determinando más el rendimiento. El único nutriente que demostró tener alta influencia lineal sobre el rendimiento bajo las condiciones actuales, fue la concentración de Cu en el suelo (Cuadro 11).

Cuadro 9. Análisis químico de suelos de parcelas experimentales de maíz jilote en Zona 2, Zamorano, Honduras.

Muestra		%	ppm (Extractable)								
Lote	Réplica	N _{total}	P	K	Ca	Mg	Cu	Fe	Mn	Zn	
10	1	0.12	248	454	2370	180	3.2	301	159	4.6	
17	2	0.12	148	288	2080	160	4.5	213	179	3.3	
19	3	0.12	138	408	1650	160	3.7	226	172	4.0	
23	4	0.09	76	258	1350	110	2.7	206	188	2.1	
Promedio		0.11	152	352	1863	153	3.5	237	175	3.5	
Rango Normal y Rango Crítico °		0.20 0.50	13 20	98 195	1000 6000	180 250	0.1 3.0	8 16	4.2 28.8	0.13 1.26	

°: Rango normal (elementos mayores) y rango crítico (elementos menores) utilizado por Laboratorio de Suelos E.A.P.

Cuadro 10. Análisis foliares de parcelas experimentales de maíz jilote en Zona 2, Zamorano, Honduras.

Muestra		%					ppm				
Lote	Réplica	N	P	K	Ca	Mg	Cu	Fe	Mn	Zn	
10	1	2.96	0.35	2.23	0.28	0.12	6	91	55	15	
17	2	2.57	0.36	2.34	0.26	0.12	7	66	35	22	
19	3	2.55	0.40	2.75	0.22	0.12	8	68	32	16	
23	4	2.16	0.33	2.59	0.18	0.10	29	137	32	38	
Promedio		2.56	0.36	2.48	0.24	0.12	12	91	38	23	
Rango normal °		3.00 3.50	0.25 0.45	2.00 2.50	0.25 0.50	0.13 0.30	3 15	10 20	15 300	15 60	

°: Rango normal según Jones, Wolf y Mills (1991)

Cuadro 11. Coeficientes de determinación para las variables evaluadas en el cultivo de maíz jilote en Zona 2, Zamorano, Honduras.

Función	Nutriente	R ² (%)	R ² ajustado (%)
Foliar (Y) vs. Suelo (X)	N	66.6	49.9
	P	1.5	0
	K	3.1	0
	Ca	98.4	97.6
	Mg	90.0	85.0
	Cu	48.3	22.4
	Fe	1.8	0
	Mn	71.0	56.5
	Zn	93.5	90.2
Rendimiento (Y) vs. Concentración en suelo (X)	N	58.7	38.1
	P	1.6	0
	K	0.9	0
	Ca	10.0	0
	Mg	28.2	0
	Cu	92.7	89.1
	Fe	4.4	0
	Mn	1.7	0
	Zn	13.2	0
Rendimiento (Y) vs. Concentración foliar (X)	N	7.4	0
	P	52.8	29.2
	K	0.1	0
	Ca	18.6	0
	Mg	58.7	38.1
	Cu	53.4	30.0
	Fe	87.7	81.5
	Mn	6.2	0
	Zn	34.2	1.3

5. CONCLUSIONES

- El N es deficiente en los suelos y en el follaje de los cultivos estudiados, a excepción de pepino, que recibe una fertilización nitrogenada satisfactoria. El N presente en el suelo está biodisponible para los cultivos y no se encontró un factor edáfico que limite su absorción por la planta.
- El P es alto en los suelos y normal en el tejido. Gran parte del P presente en el suelo no está biodisponible para el cultivo, pero las concentraciones en el suelo son lo suficientemente altas para llenar las necesidades nutritivas de la planta por algún tiempo. Posibles deficiencias deben ser detectadas con análisis foliares frecuentes.
- El K es alto en los suelos, pero su absorción es muy variable. Los cultivos de lechuga y pepino presentan niveles foliares deficientes. La biodisponibilidad de este elemento es baja, excepto para el cultivo de maíz jilote que no es afectado por la baja biodisponibilidad de este nutriente en los suelos de la zona estudiada. Alta eficiencia radical comparado con los otros cultivos estudiados podría ser la causa de la mejoría en la absorción de este elemento.
- El Ca se encuentra en concentraciones normales en los suelos estudiados, pero se presenta deficiencia foliar generalizada en los cultivos. Este nutriente se encuentra poco biodisponible en los suelos estudiados, excepto para maíz jilote, que es el cultivo menos afectado por esta condición.
- El Mg es bajo y poco biodisponible en los suelos estudiados. El follaje de los cultivos presenta deficiencia generalizada, a excepción del pepino, que no es afectado por la baja biodisponibilidad de este nutriente y satisface sus requerimientos actuales con las concentraciones presentes en los suelos.
- El Cu, Fe, Mn y Zn se encuentran en concentraciones altas en el suelo. Estos elementos menores están moderadamente biodisponibles debido a que no se encontró deficiencia foliar en ningún cultivo, pero tampoco concentraciones altas, lo que reconfirma su biodisponibilidad moderadamente limitada.

- El rendimiento de lechuga, pepino y jilote en Zona 2 se ve afectado mayormente por factores edáficos de orden físico, pérdida de porosidad y friabilidad del suelo. El contenido de nutrientes en el suelo no es la única variable determinante del rendimiento. Los suelos estudiados presentan problemas de compactación que limitan la profundidad efectiva a 15 – 20 cm. La presencia de un pie de arado (horizonte Ad) reduce drásticamente la biodisponibilidad de nutrientes, además de otros factores que la limitan como: fijación de nutrientes por arcillas, bajo contenido de Materia Orgánica.
- Cada uno de los tres cultivos estudiados posee diferentes requerimientos nutricionales y características propias en la absorción de cada nutriente; por lo tanto, a largo plazo, la fertilización debe ser específica y precisa para cada cultivo.

6. RECOMENDACIONES

- Implementar subsoleo a las profundidades indicadas en el Estudio Detallado de Suelos de Zamorano para regenerar la porosidad en el suelo y destruir pies de arado (horizontes Ad).
- Ajustar los programas de nutrición de cada cultivo, según los análisis de suelos y principalmente los foliares recomendados en los reportes rutinarios de fertilidad de suelos.
- Fertilizar de manera diferente cada uno de los tres cultivos estudiados, según los requerimientos individuales de cada uno de ellos y las características edáficas de los suelos de la zona.
- Mantener o intensificar la aplicación de materia orgánica en Zona 2, como una práctica deseable para mejorar las propiedades físicas y químicas de los suelos de las áreas estudiadas.
- Suspender las aplicaciones de cal dolomítica momentáneamente, hasta que se necesiten ajustes al pH nuevamente.
- La preparación de suelos se debe hacer con base en caracterizaciones morfológicas y físicas de los predios que son preparados y el equipo de arado debe ser seleccionado con base en esta caracterización.
- Los contenidos foliares de nutrientes deben ser monitoreados con una frecuencia de por lo menos, un análisis por ciclo de cultivo. Esto se debe hacer especialmente con el P y micronutrientes que presentan niveles foliares satisfactorios por el momento, pero que pueden caer en deficiencias inesperadamente.
- Se deben considerar las aplicaciones foliares de K en forma de quelatos en base a EDTA durante épocas de estrés hídrico o temperaturas bajas, y a partir del inicio de la floración especialmente durante el llenado del fruto. Es conveniente hacer por lo menos, dos de tales refuerzos.
- En caso que se detecten deficiencias de micronutrientes, se deben aplicar foliarmente.

7. BIBLIOGRAFÍA

BARBER, S. 1995. Soil Nutrient Bioavailability. 2 ed. John Wiley & sons, Inc. Estados Unidos. 398 p.

DOMÍNGUEZ, A. 1989. Tratado de Fertilización. 2 ed. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. 190 p.

FAGERIA, N.; BALIGAR, V.; JONES, C. 1997. Growth and Mineral Nutrition of Field Crops. 2 ed. Marcel Dekker, Inc.. Nueva York, Estados Unidos. 624 p.

JONES, J. 1991. Plant Analysis Handbook. 1 ed. Micro-Macro Publishing, Inc. Estados Unidos. 213 p.

SÁNCHEZ, M. 2000. Caracterización física, química y nematológica de los principales suelos hortícolas en Zamorano, Honduras. Tesis Ing. Agr. El Zamorano, Honduras. 43 p.

SUMNER, M. 2000. Handbook of Soil Science. 1 ed. CRC Press. Estados Unidos. 2048 p.

TISDALE, S; NELSON, W. 1982. Fertilidad de los Suelos y Fertilizantes. 1 ed. UTEHA. México. 760 p.

Anexo 1. Fotografía de calicata en lote 10 Zona 2, Zamorano, Honduras.



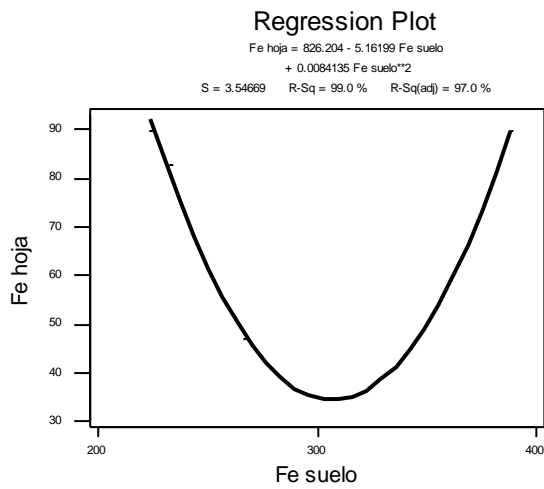
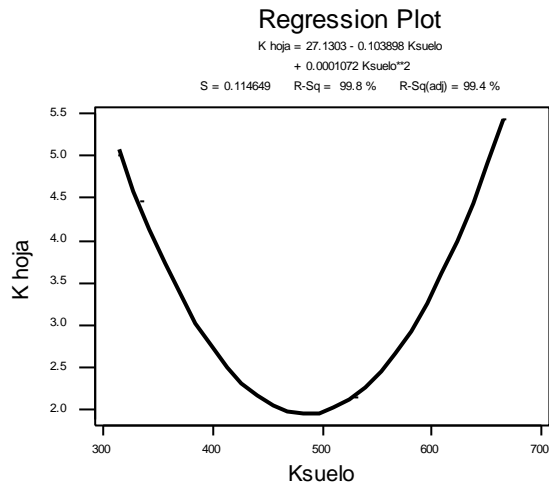
Anexo 2. Descripción del perfil de calicata típica en Zona 2, Honduras.

- Ap 0 – 20 cm Pardo muy oscuro (10 YR 2/2) en húmedo, franco; estructura granular de todos los tamaños, débil, con tendencia a formar bloques compuestos débiles, friable en húmedo; muchos poros de todos los tamaños; pocas raíces medianas, finas y muy finas; límite abrupto y plano; resistencia a la penetración en húmedo = 1.05 kg/cm².
- Ad 20 – 40 cm Pardo muy oscuro (10 YR 2/2) en húmedo, franco arcillo-arenoso grueso; estructura masiva; firme en húmedo; pocos poros, finos y no conectados; muy pocas raíces y muy finas; límite abrupto y plano; resistencia a la penetración en húmedo = 2.94 kg/cm².
- Bw 40 - 60 cm Pardo amarillento oscuro (10YR 4/4) en húmedo, franco arenoso medio; estructura masiva; friable en húmedo; pocos poros medianos y finos; no se observan raíces; resistencia a la penetración en húmedo = 1.96 kg/cm².

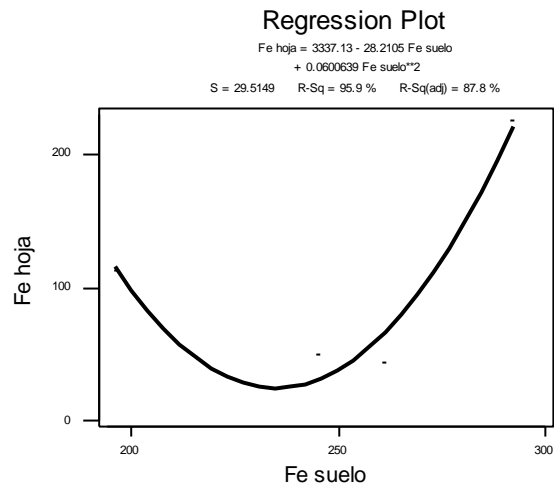
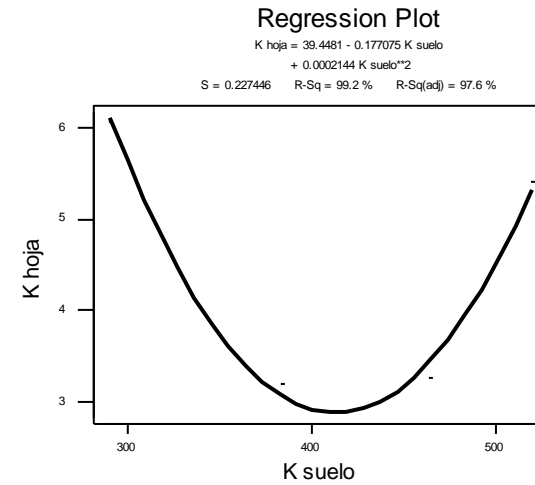
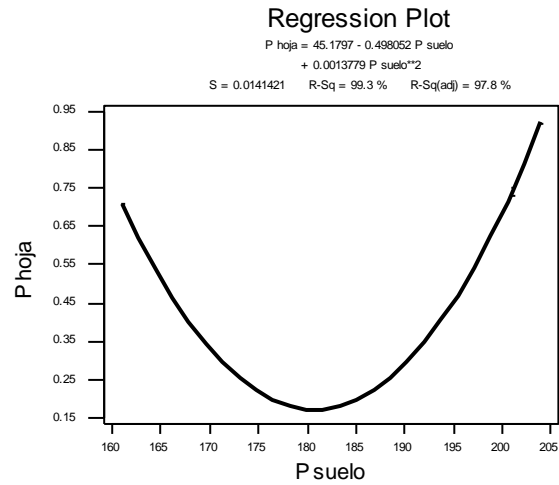
Barrenación

- 60 – 80 cm Arcillo Arenoso
- 80 – 100 cm Arcilla con mucha grava fina

Anexo 3. Análisis de Regresión para la relación Concentración Foliar (Y) vs. Concentración en Suelo (X) para el cultivo de lechuga.



Anexo 4. Análisis de Regresión para la relación Concentración Foliar (Y) vs. Concentración en Suelo (X) para el cultivo de pepino.



Anexo 5. Rendimientos de lechuga en parcelas sometidas a estudio.

Rep	Cultivo	Variedad	Parcela	Lote	Frutos	Frutos/ha	Peso (kg)	kg/ ha	FNC	FNC/ha	Peso (kg)	kg/ ha
R1	Lechuga	Ithaca	271	10	25	46296	6.8	12593	8	14815	1.36	2518
R2	Lechuga	Ithaca	297	17	32	59259	14.3	26481	1	1851	0.6	1111
R3	Lechuga	Ithaca	329	19	30	55556	12.7	23518	6	11111	1.8	3333
R4	Lechuga	Ithaca	304	16	31	57407	10.4	19259	2	3703	0.79	1463

Promedio de FNC = 9%

Anexo 6. Rendimientos de pepino en parcelas sometidas a estudio.

Rep	Cultivo	Variedad	Parcela	Lote	Frutos	Frutos/ha	Peso (kg)	kg/ ha	FNC	FNC/ha	Peso (kg)	kg/ ha
R1	Pepino	Supersett	286	10	40	74074	14.1	26111	15	27778	3.74	6926
R2	Pepino	Supersett	325	17	33	61111	11.3	20926	19	35185	3.63	6722
R3	Pepino	Supersett	315	19	35	64815	10.2	18889	10	18518	3.4	6296
R4	Pepino	Supersett	342	23	21	38889	6.82	12630	3	5556	0.9	1667

Promedio de FNC = 21%

Anexo 7. Rendimientos de jilote en parcelas sometidas a estudio.

Rep	Cultivo	Variedad	Parcela	Lote	Frutos	Frutos/ ha	Peso (kg)	kg/ ha	FNC	FNC/ ha	Peso (kg)	kg/ ha
R1	Jilote	Guayape	274	10	28	51851	3.17	5870	0	0	0	0
R2	Jilote	Guayape	288	17	46	85185	6.12	11333	0	0	0	0
R3	Jilote	Guayape	308	19	45	83333	5.33	9870	0	0	0	0
R4	Jilote	Guayape	334	23	15	27777	1.9	3518	0	0	0	0

Promedio de FNC = 0 %