Impacto económico y agronómico de dos criterios de fertilización en tomate, pepino y maíz dulce bajo las condiciones de El Zamorano

Juan Roberto Barillas Lechuga

MICROSIS:
FECHA:
ENCARGADO:

EL ZAMORANO
Departamento de Horticultura
Diciembre, 1999

H 999

Impacto económico y agronómico de dos criterios de fertilización en tomate, pepino y maíz dulce bajo las condiciones de El Zamorano

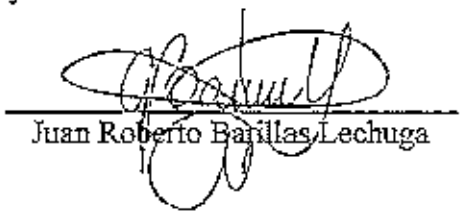
Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Agrónomo en el Grado Académico de Licenciatura.

Presentado por

Juan Roberto Barillas Lechuga

EL Zamorano-Honduras
Diciembre, 1999

El autor concede a El 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.



Juan Roberto Barillas Lechuga

EL Zamorano-Honduras
Diciembre, 1999

DEDICATORIA

A Dios todo poderoso por haber iluminado mi camino y por todas las bendiciones recibidas a lo largo de mi vida.

A la Santísima Virgen María por acompañarme en mi caminar.

A mis padres Gilber Barillas y Sandra de Barillas por ser mi ejemplo a seguir y por estar conmigo en todo momento, en especial en los más difíciles.

A mis hermanos Gilber Stuardo, José David y Lourdes María por su apoyo y confianza.

A mi novia Ivette Ponce por la confianza, la entrega, por abrirme su corazón, enseñarme a querer y hacerme sentir querido.

AGRADECIMIENTOS

A mi padre por su ejemplo de esfuerzo y voluntad en el trabajo.

A mi madre por su ejemplo de servicio, paciencia y dedicación.

A mis hermanos por su apoyo incondicional.

A mis abuelos y tíos que siempre estuvieron pendientes de mí.

A Ivette Ponce por su paciencia, comprensión y por estar siempre a mi lado.

A la Dra. Ana Margoth de Andrews, por sus consejos y paciencia.

Al M.Sc. José María Miselem L. por enseñarme la importancia del trabajo y a pensar como profesional.

Al Agr. Ulises Barahona por su ayuda y consejos en el manejo del ensayo.

A las familias Zamora Barillas, Barillas Lemus, Menéndez Evans por estar siempre pendientes de mí.

A mis "Hermanos adoptivos" Luis Barillas y Luis Zamora, gracias por su apoyo, confianza y sincera amistad.

A Adolfo Alejando del Cid con quien he compartido tantos triunfos y derrotas durante mi estadía en Zamorano.

A "Los Kaibiles de Guatemala": Edgar Velásquez, Marvin Romero, Juan Luis Gómez, Ennio Suchini, Peter Avila, José Marcucci, Mario Ruiz por demostrarme lo valiosa que es su amistad y saber que en cualquier momento puedo contar con ustedes.

A mis amigos: Miguel Molina, Mario Estrada, Jorg Kaheler, José Mérida, Rodrigo Chacón, Alejandro Bacáro, Roberto Cardona, Denis Uclés, Marcelo Ponce, Stefan Fleig, Carolina Espinoza, Barbara Bonanno por su valiosa y sincera amistad.

A Néstor Nuñez por ser mi compañero de batalla y no dejarme solo.

A la familia Ponce Rico por su gentileza, amabilidad y confianza.

A las familias Bonanno Turcios, Uclés Ramirez, Hernández Leiva por su gentileza y hospitalidad durante mis visitas a La Ceiba.

Al personal de la Unidad de Producción Hortícola por su colaboración en el trabajo de campo y la recolección de información.

A todas aquellas personas que en este momento no recuerdo pero que me han brindado su apoyo y amistad.

AGRADECIMIENTO A PATROCINADORES

Al Gobierno Alemán, que por medio de la DSE financió mis estudios en el Programa Agrónomo.

A mis padres por permitirme finalizar mis estudios en el Programa de Ingeniero Agrónomo.

RESUMEN

Barillas, Juan. 1999. Impacto económico y agronómico de dos criterios de fertilización en tomate, pepino y maíz dulce bajo las condiciones de El Zamorano. Proyecto Especial del Programa de Ingeniero Agrónomo, El Zamorano, Honduras. 54p.

El objetivo principal del experimento fue determinar la respuesta agroeconómica de maíz dulce (*Zea mays L. var Rugosa*), tomate (*Lycopersicon esculentum*) y pepino (*Cucumis sativus*) a dos criterios de aplicación utilizando cinco dosis de fertilización. Los tratamientos incluyeron las siguientes dosis: testigo (suplementado con nitrógeno), mitad de la dosis recomendada por el Laboratorio de Suelos de El Zamorano, recomendación completa del Laboratorio de Suelos de El Zamorano, mitad de la recomendación utilizada por la Unidad de Producción Hortícola de El Zamorano y la recomendación completa de la Unidad de Producción Hortícola de El Zamorano. Los tratamientos se distribuyeron aleatoriamente para cada cultivo dentro de cada uno de los cuatro bloques o réplicas. La respuesta de los cultivos se evaluó agronómicamente mediante: rendimiento (comercial, no comercial y total, para el tomate el comercial se subdividió en dos categorías, la "A" y la "B", siendo la primera de mayor tamaño y calidad), número de frutos (comerciales, no comerciales y totales, para el tomate se hizo la misma subdivisión para el número de frutos comerciales) y peso promedio de frutos (comerciales, no comerciales y totales, igual que las variables anteriores el peso promedio de frutos comerciales en tomate se subdividió); y la respuesta económica: beneficio bruto, costos variables, beneficio neto y tasa de retorno marginal. El efecto de los tratamientos se evaluó mediante análisis comparativo (ANDEVA y comparación múltiple de medias). No se encontró respuesta agronómica alguna al efecto de los tratamientos en pepino y maíz dulce. En tomate para las variables de rendimiento y número de frutos, fue mejor la respuesta al utilizar la mitad de lo recomendado por la Unidad de Producción Hortícola de El Zamorano. La adopción de los tratamientos dominantes en términos económicos se realizó mediante el análisis marginal, encontrando como el mejor tratamiento en maíz dulce, la mitad de la recomendación de la Unidad de Producción Hortícola de El Zamorano. En pepino la mitad de lo recomendado por el Laboratorio de Suelos y en tomate la mitad de lo recomendado por la Unidad de Producción Hortícola de El Zamorano.

Palabras clave: Análisis de suelo, dominancia, nitrógeno, suplementado.

Nota de Prensa

¿ ES CONVENIENTE UTILIZAR EL ANALISIS DE SUELOS COMO BASE PARA DETERMINAR LA DOSIS OPTIMA ECONOMICA DE FERTILIZACION EN TOMATE, PEPINO Y MAIZ DULCE?

El análisis de suelos es una herramienta que permite determinar la cantidad y disponibilidad de los nutrimentos presentes en este y así comparando con los requerimientos del cultivo se puede emitir una recomendación de fertilización.

Sin embargo, en muchas explotaciones agrícolas hoy en día, esta herramienta no es utilizada, incurriendose en aplicaciones que no son las adecuadas, impidiendo la expresión del máximo potencial productivo de los cultivos, provocando aumentos en los costos de producción o disminuyendo la producción, rentabilidad o causando problemas de toxicidad para el cultivo y contaminación del ambiente.

Para determinar la utilidad del análisis de suelo en explotaciones de tomate, pepino y maíz dulce se llevó a cabo un experimento en la Unidad de Producción Hortícola (UPH), El Zamorano, Honduras evaluando el rendimiento (peso y número de frutos comerciales, no comerciales y totales) y calidad de la cosecha (peso promedio de frutos comerciales, no comerciales y totales). También se realizó un análisis económico para determinar si el costo de utilizar el análisis de suelo se traduce en beneficio monetario a través de incrementar los rendimientos o disminuir las cantidades de fertilizante aplicado.

El experimento consistió en comparar cinco niveles de fertilización basados en dos criterios de aplicación (usar o no el análisis de suelo) para los tres cultivos. Los resultados de la investigación mostraron que para el pepino, los tratamientos no variaron los rendimientos obtenidos. Para el tomate, los tratamientos tuvieron un efecto significativo en el rendimiento comercial y el número de frutos resultando mejor el utilizar la mitad de lo recomendado por la UPH. Finalmente en maíz dulce, los tratamientos no tuvieron un efecto en los rendimientos.

CONTENIDO

	Portadilla	i
	Autoría	ii
	Página de firmas	iii
	Dedicatoria	iv
	Agradecimientos	v
	Agradecimiento a patrocinadores	vii
	Resumen	viii
	Nota de prensa	ix
	Contenido	x
	Indice de Cuadros	xii
	Indice de Anexos	xiii
1	**INTRODUCCION**	1
2	**REVISION DE LITERATURA**	3
2.1	Recomendaciones de fertilización en vegetales	3
2.2	Análisis de suelos	5
2.3	Elementos	5
2.3.1	Nitrógeno	5
2.3.1.1	Formas de N en el suelo	6
2.3.1.2	Formas de N absorbidas por las plantas	6
2.3.1.3	Interacción de N con otros elementos	7
2.3.2	Fósforo	7
2.3.2.1	Formas de P en el suelo	7
2.3.2.2	Formas de P absorbibles por las plantas	7
2.3.2.3	Interacciones de P con otros elementos	8
2.3.3	Potasio	8
2.3.3.1	Interacción de K con otros elementos	8
2.3.4	Magnesio	8
2.4	Fertilización por cultivo	9
2.4.1	Maíz dulce	9
2.4.2	Pepino	9
2.4.3	Tomate	10
3	**MATERIALES Y METODOS**	11
3.1	Experimento	11
3.1.1	Establecimiento de la parcela experimental	11
3.1.2	Tratamientos	11
3.1.3	Manejo agronómico	12

3.2	Recolección de los datos	15
3.3	Análisis estadístico	15
3.4	Análisis económico	16
3.4.1	Presupuesto parcial	16
3.4.2	Análisis de dominancia	16
3.4.3	Análisis marginal	16
4	RESULTADOS Y DISCUSION	17
4.1	Análisis estadístico para el maíz dulce	17
4.1.1	Efectos en las variables agronómicas	17
4.2	Análisis estadístico para el pepino	19
4.2.1	Efectos en las variables agronómicas	19
4.3	Análisis estadístico para el tomate	22
4.3.1	Efectos en las variables agronómicas	22
4.3.1.1	Rendimiento comercial "A"	22
4.3.1.2	Rendimiento comercial "B"	22
4.3.1.3	Rendimiento no comercial	23
4.3.1.4	Rendimiento total	23
4.3.1.5	Frutos comerciales "A"	23
4.3.1.6	Frutos comerciales "B"	24
4.3.1.7	Frutos no comerciales	24
4.3.1.8	Frutos totales	24
4.3.1.9	Peso promedio de frutos comerciales "A"	25
4.3.1.10	Peso promedio de frutos comerciales "B"	25
4.3.1.11	Peso promedio de frutos no comerciales	25
4.3.1.12	Peso promedio de frutos totales	26
4.4	Análisis económico	27
4.4.1	Presupuesto parcial para los tratamientos de fertilización aplicados en tomate, pepino y maíz dulce	27
4.4.2	Análisis de dominancia	30
4.4.2.1	Análisis de dominancia para el cultivo del maíz dulce	30
4.4.2.2	Análisis de dominancia para el cultivo del pepino	30
4.4.2.3	Análisis de dominancia para el cultivo del tomate	31
4.4.3	Análisis marginal	32
4.4.3.1	Análisis marginal para el cultivo del maíz dulce	32
5	CONCLUSIONES	33
6	RECOMENDACIONES	34
7	BIBLIOGRAFIA	35
8	ANEXOS	37

INDICE DE CUADROS

Cuadro		
1	Efecto de la fertilización sobre el rendimiento de maíz dulce en ensayo realizado en Zamorano, 1999	18
2	Efecto de la fertilización sobre el número de mazorcas de maíz dulce en ensayo realizado en Zamorano, 1999	18
3	Efecto de la fertilización sobre el peso promedio de mazorcas de maíz dulce en ensayo realizado en Zamorano, 1999	19
4	Efecto de la fertilización sobre el rendimiento de pepino en ensayo realizado en Zamorano, 1999	20
5	Efecto de la fertilización sobre el número de frutos de pepino en ensayo realizado en Zamorano, 1999	21
6	Efecto de la fertilización sobre el peso promedio de los frutos de pepino en ensayo realizado en Zamorano, 1999	21
7	Efecto de la fertilización sobre el rendimiento de tomate en ensayo realizado en Zamorano, 1999	23
8	Efecto de la fertilización sobre el número de frutos de tomate en ensayo realizado en Zamorano, 1999	25
9	Efecto de la fertilización sobre el peso promedio de frutos de tomate en ensayo realizado en Zamorano, 1999	26
10	Presupuesto parcial para el cultivo del maíz dulce en ensayo realizado en la sección de zona III de la UPH, Zamorano 1999	27
11	Presupuesto parcial para el cultivo del pepino en ensayo realizado en la sección de zona III de la UPH, Zamorano 1999	28
12	Presupuesto parcial para el cultivo del tomate en ensayo realizado en la sección de zona III de la UPH, Zamorano 1999	29
13	Análisis de dominancia para el cultivo del maíz dulce en ensayo realizado en Zamorano, 1999	30
14	Análisis de dominancia para el cultivo del pepino en ensayo realizado en Zamorano, 1999	31
15	Análisis de dominancia para el cultivo del tomate en ensayo realizado en Zamorano, 1999	31
16	Análisis marginal para el cultivo del maíz dulce en ensayo realizado en Zamorano, 1999	32

INDICE DE ANEXOS

Anexo		
1	Costos comunes de producción de maíz dulce (L/ha), Zamorano 1999.....	38
2	Costos comunes de producción para tomate (L/ha), Zamorano 1999.....	39
3	Costos comunes de producción en pepino (L/ha), Zamorano 1999.....	41
4	Costos diferenciales por tratamiento para el pepino, Zamorano 1999.....	42
5	Costos diferenciales por tratamiento para el maíz dulce, Zamorano 1999...	43
6	Costos diferenciales por tratamiento para el tomate, Zamorano 1999.....	44
7	Rentabilidad sobre costos totales para los distintos tratamientos en maíz dulce, Zamorano 1999.....	45
8	Rentabilidad sobre costos totales para los distintos tratamientos en pepino, Zamorano 1999.....	46
9	Rentabilidad sobre costos totales para los distintos tratamientos en tomate, Zamorano 1999.....	47
10	Análisis de suelo para los cultivos de tomate, maíz dulce y pepino.....	48
11	Andevas para las distintas variables en el cultivo de maíz dulce, Zamorano 1999.....	49
12	Andevas para las distintas variables en el cultivo del pepino, Zamorano 1999.....	51
13	Andevas para las distintas variables en el cultivo del tomate, Zamorano 1999.....	53

1. INTRODUCCION

La práctica de la fertilización constituye una de las bases de la explotación agrícola moderna donde la optimización de los insumos se ha convertido en un factor clave para economizar grandes cantidades de dinero. Es por ello que la determinación de la dosis óptima económica y la más adecuada forma y época de aplicación se han convertido en el problema básico de la fertilización.

La obtención de las dosis de abonado, generalmente se realiza mediante balances de los nutrimentos en el suelo; sin embargo, existen diferencias filosóficas en lo que se refiere al manejo adecuado de fertilizantes y a la interpretación de los resultados de los análisis de suelo de acuerdo a las soluciones extractoras que usan y a las correlaciones de éstos con los datos de rendimiento. Estas diferencias filosóficas comprenden tres conceptos utilizados, los cuales son (Olson, 1995):

a) Mantenimiento de nutrimentos, en donde se aplica fertilizante especialmente P y K (de baja movilidad) para satisfacer la demanda del suelo, es decir, "alimentan el suelo".

b) Balance de cationes, basado en que un suelo debe tener 5% de K, 65% de Ca, 10% de Mg y 20% de H entre sus cationes intercambiables.

c) Suficiencia de nutrimentos, donde se toma en cuenta la disponibilidad de los nutrimentos en el suelo, los requerimientos de la planta y la eficiencia en el uso de los mismos, es decir, "alimentan el cultivo".

En este último concepto, la dosis de fertilización se obtiene del resultado de comparar los análisis de suelo elaborados en el laboratorio y los requerimientos del cultivo, utilizando el concepto de suficiencia de nutrimentos.

Sin embargo, a pesar de los esfuerzos por fomentar el uso del análisis de suelo como una herramienta para optimizar el uso de los fertilizantes y así aportar al suelo solo la cantidad de nutrimentos requerida existen aún muchas explotaciones donde las aplicaciones se realizan simplemente basándose en las cantidades que de acuerdo a la literatura demandan los cultivos tendiendo a una sobrefertilización de los mismos, pudiendo llegar a niveles que podrían considerarse como tóxicos para cualquier cultivo.

El objetivo principal de la investigación fue determinar la dosis óptima económica de aplicación para los cultivos de tomate, pepino y maíz dulce en la Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras de acuerdo a cinco niveles de fertilización, basados en dos criterios de aplicación (usar o no el análisis de suelo), con el fin de formular una recomendación a implementar en futuras parcelas de producción de dicha institución.

2. REVISION DE LITERATURA

La fertilización constituye una de las bases de la explotación agrícola moderna. A partir del descubrimiento de Liebig en 1840 según el cual las plantas podían alimentarse con sales, se ha despejado progresivamente el misterio de la nutrición vegetal, avance que continúa actualmente e influye de una manera impresionante en la economía y rentabilidad de toda explotación agrícola (Domínguez, 1990).

El factor más influyente en dicha práctica es la fertilidad del suelo, al cual limita o puede limitar el correcto desarrollo del cultivo, por no aportar en cantidades suficientes uno o varios elementos nutritivos ya sea a lo largo del desarrollo o en determinados periodos críticos, esto es porque son pocos los suelos suficientemente fértiles para satisfacer las necesidades de nutrimentos de los diferentes cultivos que permitan obtener un rendimiento incluso moderado durante un periodo prolongado de tiempo (FAO, 1989). El objetivo de la fertilización para corregir una baja fertilidad es proporcionar los elementos nutritivos necesarios para un máximo desarrollo y máxima producción devolviendo al suelo los nutrimentos que las plantas extraen.

Sin embargo, se pueden presentar ocasiones contrarias a lo mencionado, donde la fertilidad del suelo puede presentar niveles muy altos que inclusive puedan considerarse como tóxicos para los cultivos limitando la absorción de uno o varios elementos y por ende provocando un escaso desarrollo y producción en los cultivos (Hochmuth *et al.*, 1993).

2.1 RECOMENDACIONES DE FERTILIZACION EN VEGETALES

La determinación de la dosis de abonado es el problema básico de la fertilización y comprende en sí misma no solamente el cálculo estricto de la dosis óptima económica sino que también lleva implícita la más adecuada forma y época de aplicación. En efecto, la obtención de la dosis de fertilización generalmente se realiza mediante balances de los nutrimentos en el suelo; sin embargo, existen diferencias filosóficas entre las organizaciones e individuos que proporcionan servicios de análisis de suelos y recomendaciones de fertilización en lo que se refiere a la interpretación de resultados de los análisis de suelos y por ende, las recomendaciones que dan. Estas diferencias filosóficas comprenden tres conceptos utilizados, los cuales son (Olson, 1995):

a) Mantenimiento de nutrimentos, en donde se aplica fertilizante especialmente P y K, de baja movilidad, para satisfacer la demanda del suelo, es decir, "alimentan el suelo".

b) Balance de cationes, basado en que un suelo debe tener 5% de K, 65% de Ca, 10% de Mg y 20% de H entre sus cationes intercambiables.

c) Suficiencia de nutrimentos, donde se toma en cuenta la disponibilidad de los nutrimentos en el suelo, los requerimientos de la planta y la eficiencia en el uso de los mismos, es decir, fertiliza el cultivo.

La determinación de la dosis de fertilización depende también del tipo de suelo, tipo de cultivo (variedad, densidad, etc.), tipo de fertilizante a aplicar, técnicas de cultivo, costos de producción y objetivo de la fertilización. Con lo antes indicado, para una recomendación de fertilizantes es indispensable determinar por medio de los análisis de suelos las cantidades de los nutrimentos o su carencia, así como también el exceso de los mismos para ubicar la dosis requerida en cada cultivo (López, 1994).

Las recomendaciones de P y K para vegetales en Florida están basadas en el análisis de suelos utilizando la solución extractora Mehlich I (0.05 N HCl+ 0.025 N H_2SO_4) (Hanlon *et al.*, 1992). El criterio filosófico empleado para hacer estas recomendaciones se refiere al requerimiento de nutrimentos del cultivo. Bajo el sistema de los requerimientos del cultivo las recomendaciones de fertilización se hacen para suplementar nutrimentos que se encuentran presentes en la solución de suelo los cuales contribuirán al óptimo de respuesta del cultivo

La solución extractora para el análisis de suelo en Florida se cambió en 1978 de acetato de amonio a la solución extractora Mehlich I. Sin embargo, pocos trabajos de correlación entre los dos extractantes acompañó el cambio, ello trajo consigo cambios en cultivos agronómicos y vegetales utilizando diferentes calibraciones. Altas calibraciones eran usadas para vegetales porque tanto extensionistas como investigadores sentían que el alto valor por hectárea de los vegetales comparado con los cultivos agronómicos justificaba la sobrefertilización. A su vez esta alta calibración se entendía como un "guardián" contra la incertidumbre del análisis de suelos y la limitada calibración para estos cultivos. Basado en estos argumentos aplicaciones de P y K eran recomendadas aún cuando el análisis de suelos indicaba niveles altos o muy altos de los elementos. El costo de los fertilizantes no puede seguirse viendo simplemente como bajo o relativamente insignificante en la porción total de los costos de producción en vegetales. Muchos agricultores hoy en día realizan grandes ahorros en el costo de los fertilizantes poniendo sólo las cantidades requeridas, además de ello las recomendaciones de fertilización deben tener la precaución de no contaminar. Aplicaciones de nutrimentos que exceden los requerimientos del cultivo resultan en niveles residuales de nutrimentos en la solución del suelo, los cuales potencialmente pueden llegar a degradar el suelo, contaminar las aguas e interferir con el óptimo desarrollo del cultivo (Hochmuth *et al.*, 1993).

2.2 ANALISIS DE SUELOS

Mediante el análisis de suelos se determina la cantidad de elementos nutritivos que puede extraerse del suelo, tratándolo con una solución extractora en unas condiciones específicas que caracterizan el método de diagnóstico. La cantidad así extraída debe corresponder a la cantidad del elemento en el suelo que se supone asimilable. El método calibrado mediante experimentos, permite conocer el nivel de fertilidad del suelo y lo que es más importante su significado (Domínguez, 1990).

Según López (1994) el análisis de suelo para cultivos hortícolas incluye lo siguiente: pH, textura, P asimilable, carbonatos totales, Ca, K, Mg y Na, materia orgánica, N total, microelementos, estructura, capacidad de campo y conductividad eléctrica. Kass (1996) añade a los anteriores el aluminio intercambiable y la saturación de bases.

Un aspecto de mucha importancia en el análisis de suelos es la toma de muestras de suelo, las cuales deben constituir una muestra homogénea que sea representativa de la parcela de cultivo. Por otro lado, es muy importante obtener la muestra de la zona del perfil del suelo que más exploran las raíces (Domínguez, 1990).

2.3 ELEMENTOS

2.3.1 Nitrógeno

El N es un constituyente de los más importantes de los compuestos y complejos orgánicos de la planta, tales como: aminoácidos, proteínas, ácidos nucleicos y clorofila (Domínguez, 1990).

Entre sus funciones se encuentran según Brady y Weil (1999):

- Componente de la molécula de clorofila ($C_{33}H_{72}O_5N_4Mg$), indispensable para la transformación de carbono, hidrógeno y oxígeno en azúcares simples.
- Parte importante de los ácidos nucleicos que cumplen un papel protagónico en el proceso hereditario.
- Es esencial en la composición de los carbohidratos que la planta utiliza.
- Inducción de crecimiento vegetativo vigoroso y absorción de otros nutrimentos.
- Elemento esencial para la síntesis de proteínas.

En general, el contenido total de N en los suelos varía entre 0.02% en el subsuelo, hasta 0.60% en suelos de origen volcánico. Los valores más comunes en suelos cultivados sin

influencia volcánica oscilan entre 0.03 a 0.40%. El 95% de esos porcentajes son formas orgánicas de N (Kass, 1996).

Según Domínguez (1990), el contenido de N en las plantas varía entre 2 y 4% de la materia seca. Este contenido para Kass (1996), está entre 1 a 5% de N por peso de la planta.

Según Kass (1996), un suplemento adecuado de N se asocia con alta actividad fotosintética, color verde oscuro de las plantas y un crecimiento vegetativo vigoroso. Sin embargo, enfatiza en el cuidado de no estimular el crecimiento vegetativo excesivo por el aporte de N ya que esto podría resultar en una suculencia excesiva por la mayor producción y deposición de proteínas en las células lo que incrementa el contenido de protoplasma y la absorción de agua obteniendo como resultado plantas más suculentas. Esta suculencia excesiva resulta en debilidad de los tallos o en una mayor susceptibilidad a enfermedades o plagas de tallos y hojas. También establece que niveles altos de amonio en la planta pueden provocar reacciones tóxicas como: retener el crecimiento, restringir la absorción de K y como consecuencia presentar la sintomatología de una deficiencia de K.

La deficiencia de N en las plantas provoca que éstas se queden pequeñas y amarillas, debido a las pérdidas de proteína en los cloroplastos de las hojas más viejas. Este amarillamiento conocido como clorosis empieza de las hojas inferiores, mientras que las superiores permanecen verdes, esto es una indicación de la movilidad del N en la planta , que es trasladado de las hojas viejas a las hojas nuevas (Kass, 1996). Domínguez (1990), estipula que esta clorosis progresa del ápice de las hojas hacia la base a lo largo del nervio central.

2.3.1.1 Formas de N en el suelo. Las formas inorgánicas de N en el suelo incluyen amonio (NH_4^+), nitritos (NO_2^-), nitratos (NO_3^-), oxido nitroso (N_2O), oxido nítrico (NO) y N elemental, el cual solo puede ser usado por rizobios y otros organismos fijadores de N (Kass, 1996).

2.3.1.2 Formas de N absorbidas por las plantas. Según Domínguez (1990), el N es absorbido esencialmente como ión nitrato NO_3^- y como ión amonio (NH_4^+). La absorción es metabólica, es decir, con consumo de energía.

Kass (1996), establece que hay preferencias por parte de las plantas en la absorción de amonio o nitrato y que ésta es determinada por el tipo de planta, el ambiente y otros factores. Siendo así que muchas hortalizas crecen mejor cuando el N se suple en forma de nitrato.

2.3.1.3 Interacción de N con otros elementos. Se ha encontrado que existe un efecto negativo del ión amonio sobre la tasa de absorción de algunos elementos como Ca, Mg y K (Goyal y Huffaker, 1984).

Por otro lado, la absorción de nitrato reduce la absorción de Ca, Mg y K en forma iónica, mientras que ocurre un efecto inverso en la absorción de las formas iónicas de $H_2PO_4^-$, SO_4^-, Cl^-, aumentándolas (Kass,1996).

2.3.2 Fósforo

El P es otro de los macronutrimentos indispensable para el crecimiento y desarrollo de la planta y básicamente participa como componente en los ácidos nucleicos, fosfolípidos y sobre todo en los compuestos básicos de la transferencia de energía en la planta (ATP y ADP) (Domínguez, 1990).

La cantidad total de P en los suelos varía entre 100 y 2000 ppm. Sin embargo, la cantidad disponible varía entre 0 y 60 ppm, llegando en suelos excesivamente fertilizados hasta 160 ppm. El P total en el suelo se encuentra en un 55% como P orgánico y el resto en la forma inorgánica, en muchos casos ligado a compuestos de baja solubilidad. Una suplementación adecuada de P trae consigo un incremento en los rendimientos, mejora la calidad de ciertos vegetales, incrementa la resistencia a enfermedades y regula el balance de N en la madurez de la planta (Kass, 1996).

Por otro lado, Domínguez (1990), afirma que los síntomas de deficiencia más generalizados son:

- Coloración anormal, tonos oscuros con tintes bronceados o púrpuras
- Reducción sensible del desarrollo sobre todo en el crecimiento lateral
- Los síntomas afectan primario a las hojas más viejas

2.3.2.1 Formas de P en el suelo. Este elemento se encuentra en el suelo como partículas de fluorapita, hidroxiapatita, cloroapatita y fosfatos de Fe, Al o Ca dentro de la fracción inorgánica y como ésteres de ácido ortofosfórico, fosfatos de inositol y fosfolípidos dentro de las formas orgánicas (Kass, 1996).

2.3.2.2 Formas de P absorbibles por las plantas. Según Domínguez (1990), las plantas absorben el P como fosfato monobásico principalmente ($H_2PO_4^-$) y también aunque en menor cantidad como fosfato dibásico ($H_2PO_4^{-2}$). En la absorción del P influyen la temperatura y el pH así como la humedad y la aireación.

2.3.2.3 Interacciones de P con otros elementos. Los nitratos y cloruros tienen poco efecto en la retención de P, encontramos un efecto mayor con silicatos, sulfatos, hidroxilos y molibdatos. Ciertos aniones orgánicos como oxalato y citrato forman complejos con el Fe y Al presentes en las arcillas siendo retenidos y liberando el fosfato (Kass, 1996).

2.3.3 Potasio

Este elemento se encuentra en forma de ión en la planta y su función principal es la de regular la presión osmótica dentro de las células, factor que determina la turgencia y tersura de los tejidos y de las hojas (Domínguez, 1990).

El contenido de K en los suelos varía normalmente entre 0.5 a 2.5%. El K en la solución del suelo se encuentra entre 0.07 a 1 meq/100 g de suelo, este contenido puede ser afectado por el material parental, la agresividad climática y la fertilización excesiva. Esta última incrementa considerablemente los niveles de K respecto a los contenidos normales produciendo valores erráticos difíciles de cuantificar. El contenido de K en los suelos depende grandemente de la textura y el tipo de arcillas. Al haber un mayor contenido de arcillas mayor es el contenido de K ligado y potencialmente podrá ser liberado. Suelos situados en el trópico húmedo, por lo general tienen cantidades bajas de K y su capacidad de fijarlo también es baja (Kass, 1996).

Los síntomas de deficiencia en la planta se caracterizan por una baja en el crecimiento, amarillamiento en los márgenes de las hojas, baja calidad de los frutos y plantas con poco vigor y resistencia (Domínguez, 1990).

2.3.3.1 Interacción de K con otros elementos. Elementos como el Ca y el Mg compiten con el K por los sitios de absorción en las raíces de las plantas y su relación se expresa con base en las relaciones Ca/K, Mg/K y Ca+Mg/K (Kass, 1996).

2.3.4 Magnesio

Es un componente de la clorofila. Es absorbido metabólicamente como ión Mg^{2+} en menores cantidades que el K y el Ca (Domínguez 1990).

El contenido de Mg en el suelo es de aproximadamente 2% en promedio, con valores que oscilan entre 0.7 y 2.9%, dependiendo del material parental que dió origen al suelo.

El Mg es un elemento sujeto a interacciones con Ca y K. Una buena alternativa para evadir el problema es la fertilización foliar. Tanto el Mg como el K pueden perderse fácilmente por lavado, por la intensidad de lluvias, condiciones estructurales del suelo, y contenido y concentración de Mg en la solución de suelo. A mayor concentración, mayor la susceptibilidad del lavado por percolación (Kass, 1996).

Los síntomas de deficiencia aparecen en las hojas viejas que muestran un amarillamiento progresivo entre las nervaduras que llegan a extenderse a toda la hoja (Domínguez, 1990).

2.4 FERTILIZACION POR CULTIVO

2.4.1 Maíz dulce

Es una planta que demanda un buen abastecimiento de nutrimentos. Una cosecha de maíz de 10 t/ha de elotes, demanda 50 kg N, 15-20 kg P_2O_5 y 25 kg de K_2O/ha. Debe prestarse especial atención al P puesto que en algunas áreas del trópico posiblemente sea el elemento limitante. También el N es importante porque favorece el número de hileras y el llenado de la mazorca (Montes, 1996).

Para las aplicaciones nitrogenadas, Patel *et al.* (1988) encontró que aplicaciones fraccionadas de N incrementaban los rendimientos del cultivo en comparación con una sola aplicación así como también que mayores cantidades de nutrimentos eran extraídos cuando la aplicación de fertilizante era fraccionada en comparación con una básica. También encontró que la respuesta en el rendimiento a aplicaciones de K no varió independientemente de aplicarlo antes de la siembra en la fertilización básica o de hacerlo de una forma fraccionada. Esta última metodología incurrió en un costo mayor.

En relación a otros elementos, Montes (1996) establece que el maíz dulce tiene gran demanda, pero que algunas veces puede presentar deficiencias de Zn o Mg generalmente en suelos con bajo pH.

2.4.2 Pepino

El pepino por ser un cultivo de corto período, debe de estar provisto de nutrimentos en sus primeros estados de crecimiento para que estos sean totalmente aprovechados. Los requerimientos ascienden a 100 kg N, 50 kg P_2O_5, 50 K_2O por hectárea.

Hay que tomar en cuenta que las plantas cultivadas con alto contenido de N producen mayor número de flores femeninas y pocas masculinas que plantas cultivadas con bajos niveles de este elemento. Un alto contenido de N es necesario para producir frutos bien formados y de buena coloración (Montes, 1996).

2.4.3 Tomate

Según Prevatt y Everet (1990) la fertilización constituye una de las entradas más importantes en una rentable producción de tomates frescos, por lo que requiere especial atención.
Se ha calculado que aproximadamente se requieren 360 kg N, 70 kg P_2O_5 y 500 kg de K_2O para producir 75,000 kg de tomate por hectárea. En la fertilización del tomate se recomienda poner todo el P y el K a la siembra con 1/3 de la dosis de N, los 2/3 restantes aplicarlos en 2-3 veces (Montes, 1996).

Rhoads *et al.* (1998) encontraron mayores rendimientos en aplicar todo el N antes de la siembra que al hacerlo fraccionado mediante el sistema de riego. Así como también que la precocidad en el rendimiento y el peso de la fruta no fue influenciado por aplicar el N fraccionado o en la fertilización básica. La fuente de N tampoco tuvo un efecto en el rendimiento.

3. MATERIALES Y METODOS

3.1 EXPERIMENTO

3.1.1 Establecimiento de la parcela experimental

El experimento se realizó en los terrenos de zona III de la Unidad de Producción Horticola (UPH) de la Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano durante los meses de mayo hasta agosto. Zamorano se encuentra ubicado en las coordenadas 14°N y 87°O a una altura de 800 msnm, con una precipitación promedio de 1100 mm anuales y una temperatura media de 24°C, en el valle del Río Yeguare, Departamento de Francisco Morazán, Honduras.

El tomate, cultivar "Peto 98" y el maíz dulce, cultivar "Challenger" se trasplantaron el 27-5-98; el pepino, cultivar "Poinsett"se trasplantó el 28-5-98. El trasplante para los tres cultivos se realizó manualmente.

3.1.2 Tratamientos

Para comprobar las recomendaciones de fertilización que ofrece el Laboratorio de Suelos del Departamento de Agronomía al utilizar la solución extractora Meblich I para el análisis de suelo (Anexo 10) para los cultivos hortícolas se utilizaron cinco tratamientos de fertilización, los cuales se describen a continuación:

T1= Testigo absoluto con aplicación suplementaria de N según UPH

	kg urea/ha
Tomate:	444
Maiz dulce:	181

T2= Mitad de la recomendación de fertilización basada en el análisis de suelo

	kg urea/ha	kg 18-46-0/ha	kg sulfomag/ha
Tomate:	202	93	97
Pepino:	69	11	97
Maiz dulce:	89	19	97

T3= Recomendación completa de fertilización basada en el análisis de suelo

	kg urea/ha	kg 18-46-0/ha	kg sulfomag/ha
Tomate:	404	187	194
Pepino:	138	22	194
Maíz dulce:	178	38	194

T4= Mitad de la dosis recomendada por la UPH (Sin tomar en cuenta el análisis de suelos)

	kg urea/ha	kg 18-46-0/ha
Tomate:	222	109
Maiz dulce:	78	122

T5= Dosis completa utilizada por la UPH (Sin tomar en cuenta el análisis de suelos)

	kg urea/ha	kg 18-46-0/ha
Tomate:	444	218
Pepino:	177	109
Maíz dulce:	156	244

Las épocas, formas y dosis de aplicación fueron determinadas por cultivo, tomando como base las recomendaciones utilizadas por la UPH en Zamorano.

El experimento, compuesto por tres cultivos, consistía de cuatro réplicas para cada cultivo y en cada réplica se encuentran distribuidos completamente al azar los cinco tratamientos de fertilización.

Las unidades experimentales consistieron en parcelas de 5 camas de 10m de largo y a 0.90, 0.75 y 0.75m entre ellas para el maíz dulce, pepino y tomate respectivamente.

3.1.3 Manejo agronómico

Previo al trasplante, el terreno se preparó mediante un pase de arado y dos pases de rastra y se aplicó cal dolomítica a razón de 1T/ha.

Todo el 18-46-0 y el sulfomag se aplicó en la fertilización básica, también se aplicó un tercio de la urea de la siguiente forma:

Tomate	**kg urea/ha**
Testigo suplementado con N=	148
Mitad de la recomendación en base al análisis de suelo=	67
Recomendación completa en base al análisis de suelo=	135
Mitad de lo recomendado por la UPH=	74
Recomendación completa de la UPH=	148

Pepino	**kg urea/ha**
Mitad de la recomendación en base al análisis de suelo=	23
Recomendación completa en base al análisis de suelo=	46
Recomendación completa de la UPH=	59

Maíz dulce	**kg urea/ha**
Testigo suplementado con N=	61
Mitad de la recomendación en base al análisis de suelo=	30
Recomendación completa en base al análisis de suelo=	59
Mitad de lo recomendado por la UPH=	26
Recomendación completa de la UPH=	52

Los fertilizantes (18-46-0 y sulpomag) se distribuyeron equitativamente en las camas de siembra, en cada cama se perforó un surco de 10cm de profundidad en el cual se virtió y cubrió.

Las aplicaciones suplementarias de los cultivos se realizaron con urea (46% N) de la siguiente forma:

- Para el tomate, la aplicación de los 2/3 restantes de N se efectuó en dos épocas, el primer tercio a los 20 días y el otro tercio a los 45 días después de trasplante. Se aplico lo siguiente:

	kg urea/ha
Testigo suplementado con N=	296
Mitad de la recomendación en base al análisis de suelo=	135
Recomendación completa en base al análisis de suelo=	269
Mitad de lo recomendado por la UPH=	148
Recomendación completa de la UPH=	296

- Para el pepino, 2/3 del N restante a los 25 días. Se aplico lo siguiente:

	kg urea/ha
Mitad de la recomendación en base al análisis de suelo=	46
Recomendación completa en base al análisis de suelo=	92
Recomendación completa de la UPH=	118

- Para el maíz dulce, 2/3 del N restante a los 25 días. Se aplicó lo siguiente:

	kg urea/ha
Testigo suplementado con N=	121
Mitad de la recomendación en base al análisis de suelo=	59
Recomendación completa en base al análisis de suelo=	119
Mitad de lo recomendado por la UPH=	52
Recomendación completa de la UPH=	104

El fertilizante se distribuyó en bandas a una distancia de 5 a 8 cm de la planta, al mismo nivel o ligeramente debajo.

Las plantas de pepino fueron sometidas a poda de yemas basales a los 18 y 19 días después de trasplante y posteriormente su crecimiento guiado por medio del tutoreado utilizando cabuyas colocadas a una distancia de 30cm aproximadamente.

La recolección de frutos de pepino inició a los 39 días post-trasplante y se mantuvo por tres semanas a razón de un día de por medio.

El crecimiento de las plantas de tomate también se guió mediante cabuyas, solo que para este caso solo se utilizaron dos. El desarrollo y rendimiento de las plantas de tomate fueron afectados por un ataque severo de *Phytophtora infestans*.

La recolección de frutos se realizó a los 60 días después de trasplante y se realizaron tres recolecciones. Se cosecharon los frutos que tenían una coloración verde-pintón.

Para las plantas de maíz dulce se realizaron dos cosechas, la primera a los 42 días luego de trasplante en la que se recolectó la mayor parte de los frutos y la segunda, una semana después con el objeto de recolectar aquellos frutos que para la primera cosecha no habían alcanzado la madurez adecuada.

Los frutos recolectados para cada cultivo se clasificaron en dos categorías:

- Frutos comerciales: aquellos que cumplían con los estándares de comercialización establecidos por la Planta de Cosecha de la UPH.

- Frutos no comerciales: aquellos que no cumplían con los estándares debido a que presentaban problemas en su forma, coloración, daño mecánico o pudrición.

Para el tomate se hizo una diferenciación en la categoría de frutos comerciales, dividiéndolos en comercial "A" y comercial "B", siendo la diferencia entra ambos el tamaño y la calidad que para el tipo "A" era superior.

3.2 RECOLECCION DE LOS DATOS

Los rendimientos de frutos por tratamiento fueron medidos en cada cosecha, a los 60 días después de trasplante (ddt) para el tomate; 39ddt para el pepino y 42ddt para el maíz dulce.

En los tres cultivos los datos recolectados fueron número y peso de frutos comerciales y no comerciales. Estos datos fueron extraídos de las dos hileras centrales de cada parcela, dejando sin evaluar un metro a cada extremo de las hilera con el objeto de disminuir el efecto de borde.

Los datos relacionados a precios de los insumos, costos de producción, cosecha se obtuvieron de la revisión de registros técnicos-contables y de información del personal de campo de la UPH.

3.3 ANALISIS ESTADISTICO

El análisis estadístico aportó la información necesaria para determinar la existencia de diferencias significativas entre los tratamientos de fertilización implementados para los tres cultivos.

El modelo estadístico empleado para realizar el análisis es el de Bloques Completamente al Azar (BCA), el cual expresa el rendimiento de maíz dulce y tomate por unidad de área en función de las diferentes dosis de fertilización para cada tratamiento, los bloques y el error experimental.

$Yij = \mu + ti + \beta j + (t*\beta)ij + Eij$

Yij	Rendimiento del bloque i, tratamiento j.
μ	Media común de las observaciones del experimento
ti	Efecto de las distintas dosis de fertilizante
βj	Efecto del bloque
$(t*\beta)ij$	Efecto de la interacción de dosis*bloque
Eij	Efecto del error experimental

Para el caso del pepino, debido a un fuerte ataque de tortuguilla (*Diabrotica* sp.), hubo pérdida de gran parte de los tratamientos, quedando solo tres de ellos: La mitad de lo recomendado por el Laboratorio de Suelos, la recomendación completa del Laboratorio

de Suelos y la recomendación completa de la UPH, cada uno con dos repeticiones, lo cual obligó a que se analizaran mediante un modelo Completamente al Azar (DCA).

Modelo Lineal: $Yij = \mu + Ti + Eij$

μ Media común de las observaciones
Ti Efecto de las distintas dosis de fertilizante
Eij Efecto del error experimental

El análisis estadístico fue hecho con la utilización del paquete "Statistical Analysis System" (SAS 6.12).

Se realizó una prueba DUNCAN para poder determinar cuáles de los tratamientos eran superiores para cada una de las variables evaluadas.

3.4 ANALISIS ECONOMICO

3.4.1 Presupuesto parcial

Este análisis consistió en determinar todos los costos totales que variaron para cada tratamiento dentro de cada cultivo. Los costos variaron de acuerdo a las dosis de fertilizante aplicadas al cultivo y al análisis de suelos realizado.

Posteriormente se determinaron los beneficios brutos de producción y se formuló un presupuesto parcial, con el cual se calcularon los beneficios netos marginales.

3.4.2 Análisis de dominancia

Este análisis consistió en determinar que tratamientos tuvieron mayores beneficios netos marginales y menores costos diferenciales de producción con respecto al resto de los tratamientos evaluados. Los tratamientos que resultaron dominados fueron descartados ya que no son económicamente recomendables para implementarlos bajo las condiciones del ensayo.

3.4.3 Análisis marginal

Este análisis se hizo para determinar cuales eran los tratamientos que ofrecían las mayores tasas de retorno a la inversión (TRM) y posteriormente emitir una recomendación económica más acertada.

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 ANALISIS ESTADISTICO PARA EL MAIZ DULCE

4.1.1 Efectos en las variables agronómicas

Los modelos ajustados para las variables de rendimiento se consideraron representativos ($R^2 \geq 0.5$) y significativos ($P \leq 0.25$). Entre las variables relacionadas con el rendimiento, ninguna permitió el ajuste satisfactorio del modelo, aunque el modelo para rendimiento no comercial (Cuadro 1) y peso promedio de frutos no comerciales (Cuadro 2), presentó una representatividad muy cercana a la requerida de acuerdo a los criterios de aceptación mencionados con anterioridad. En relación al nivel de significación, solo rendimiento no comercial (Cuadro 1) y peso promedio de frutos no comerciales (Cuadro 3) alcanzaron el nivel aceptado. No se observó tendencia alguna en la dispersión de los residuales de ninguno de los modelos. El coeficiente de variación está dentro del rango aceptable (20%) para la mayoría de variables, excepto en el rendimiento no comercial y el número de frutos no comerciales donde lo excede por una pequeña porción.

Para todas las variables de rendimiento no se detectaron diferencias significativas ($P \leq 0.1$) entre los bloques ni entre tratamientos, lo que indica que los distintos niveles de fertilización no tuvieron un efecto significativo en los rendimientos obtenidos. El rendimiento comercial en promedio fue de 11,962 kg/ha, aproximadamente un 10% superior a lo obtenido por la UPH en sus parcelas de producción. Para las demás variables, tanto de número de frutos como de pesos promedios de frutos tampoco se encontraron diferencias significativas (Cuadros 1, 2 y 3).

Cuadro 1. Efecto de la fertilización sobre el rendimiento de maíz dulce en ensayo realizado en Zamorano, 1999.

Tratamiento	Comercial	No comercial	Total
	kg/ha		
Testigo suplementado con N	11,416	1,841	13,257
Mitad de recomendación (Lab. Suelos)	12,616	2,263	14,879
Recomendación completa (Lab. Suelos)	10,706	2,684	13,390
Mitad de recomendación (UPH)	12,942	2,297	15,239
Recomendación completa (UPH)	12,101	2,525	14,626
Media	11,956	2,322	14,278
DE	2,020	530	2,208
P	0.54 n.s	0.27 n.s	0.63 n.s
CV (%)	16.88	22.85	15.46
R^2	0.43	0.49	0.44

n.s. = no significativo

Cuadro 2. Efecto de la fertilización sobre el número de mazorcas de maíz dulce en ensayo realizado en Zamorano, 1999.

Tratamiento	Comerciales	No comerciales	Totales
	mazorcas/ha		
Testigo suplementado con N	36,574	9,838	46,412
Mitad de recomendación (Lab. Suelos)	40,856	9,954	50,810
Recomendación completa (Lab. Suelos)	34,722	12,384	47,106
Mitad de recomendación (UPH)	40,393	10,648	51,041
Recomendación completa (UPH)	39,120	11,574	50,694
Media	38,333	10,880	49,213
DE	6,309	2,929	7,672
P	0.61 n.s	0.70 n.s	0.84 n.s
CV (%)	16.46	26.92	15.59
R^2	0.35	0.36	0.35

Cuadro 3. Efecto de la fertilización sobre el peso promedio de mazorcas de maíz dulce en ensayo realizado en Zamorano, 1999.

Tratamientos	Comerciales	No comerciales	Total
	kg/ha		
Testigo suplementado con N	0.3105	0.1927	0.2860
Mitad de recomendación (Lab. Suelos)	0.3090	0.2275	0.2922
Recomendación completa (Lab. Suelos)	0.3080	0.2162	0.2845
Mitad de recomendación (UPH)	0.3202	0.2160	0.2982
Recomendación completa (UPH)	0.3090	0.2205	0.2888
Media	0.3113	0.2146	0.2899
DE	0.0148	0.0200	
P	0.76 $^{n.s}$	0.21 $^{n.s}$	0.81 $^{n.s}$
CV (%)	4.76	9.31	5.73
R^2	0.31	0.48	0.19

n.s = no significativo

La falta de respuesta a la fertilización probablemente se deba a que los lotes en los cuales se establecieron las parcelas mostraron niveles altos de P y K. Hochmuth *et al.* (1993), afirma que cuando en el análisis de suelo los nutrimentos se encuentran en el rango "alto" no se espera respuesta alguna de parte del cultivo.

4.2 ANALISIS ESTADISTICO PARA EL PEPINO

4.2.1 Efectos en las variables agronómicas

Al igual que en el maíz dulce, los modelos ajustados para las variables de rendimiento se consideraron representativos ($R^2 \geq 0.5$) y significativos ($Pr \leq 0.25$). Entre las variables relacionadas con el rendimiento solo rendimiento no comercial (Cuadro 4) y frutos no comerciales (Cuadro 5) permitieron el ajuste satisfactorio del modelo y un nivel de significación aceptable para la primera y muy cercano a lo requerido para la segunda. Entre las variables relacionadas con la calidad del fruto (peso promedio de frutos comerciales, peso promedio de frutos no comerciales y peso promedio de frutos totales), ninguna permitió el ajuste del modelo ni el nivel de significancia requerido de acuerdo a los criterios establecidos (Cuadro 6). No se observó tendencia alguna en la dispersión de los residuales de los modelos. El coeficiente de variación está dentro del rango aceptable para todas las variables.

Para todas las variables, tanto de rendimiento como de calidad del fruto, no se detectaron diferencias significativas (Pr≤0.1) entre los tratamientos, lo que indica que estos no tuvieron un efecto significativo en el rendimiento y calidad de los frutos obtenidos. Esto se debe a los elevados niveles de nutrimentos (P y K) encontrados en el suelo previo al establecimiento del cultivo, lo que incidió en una carencia de respuesta de parte del mismo (Hochmuth *et al.*, 1993).

El rendimiento comercial para el cultivo de pepino fue en promedio de 35,017 kg/ha (Cuadro 4), rendimiento encontrado muy bueno, un 20% superior a lo obtenido normalmente en las parcelas de producción de la UPH (Cuadros 4, 5 y 6).

Cuadro 4. Efecto de la fertilización sobre el rendimiento de pepino en ensayo realizado en Zamorano, 1999.

Tratamiento	Comercial	No comercial	Total
	kg/ha		
Mitad de recomendación (Lab. Suelos)	37,815	16,540	54,355
Recomendación completa (Lab. Suelos)	32,008	21,338	53,346
Recomendación completa (UPH)	35,228	17,993	53,221
Media	35,017	18,624	53,641
DE	5,353	2,168	4,099
P	0.61 $^{n.s}$	0.22 $^{n.s}$	0.95 $^{n.s}$
CV (%)	15.28	11.64	7.64
R^2	0.28	0.63	0.03

n.s = no significativo

Cuadro 5. Efecto de la fertilización sobre el número de frutos de pepino en ensayo realizado en Zamorano, 1999.

Tratamientos	Comerciales	No comerciales	Total
	Frutos/ha		
Mitad de recomendación (Lab. Suelos)	115,833	65,278	181,111
Recomendación completa (Lab. Suelos)	102,500	78,889	181,389
Recomendación completa (UPH)	109,444	67,222	176,666
Media	109,259	70,436	179,722
DE	12,745	7,304	8,834
P	0.63 n.s	0.28 n.s	0.84 n.s
CV (%)	11.66	10.36	4.91
R^2	0.27	0.58	0.11

n.s = no significativo

Cuadro 6. Efecto de la fertilización sobre el peso promedio de los frutos de pepino en ensayo realizado en Zamorano, 1999.

Tratamientos	Comerciales	No comerciales	Total
	kg/frutos		
Mitad de recomendación (Lab. Suelos)	0.3265	0.2530	0.3005
Recomendación completa (Lab. Suelos)	0.3115	0.2530	0.2945
Recomendación completa (UPH)	0.3205	0.2695	0.3010
Media	0.3195	0.2585	0.2987
DE	0.0154	0.0249	0.0158
P	0.66 n.s	0.75 n.s	0.90 n.s
CV (%)	4.81	9.43	5.29
R^2	0.24	0.17	0.06

n.s = no significativo

4.3 ANALISIS ESTADISTICO PARA EL TOMATE

4.3.1 Efectos en las variables agronómicas

En el cultivo del tomate, al igual que en los anteriores, los modelos ajustados para las variables se consideraron representativos ($R^2 \geq 0.5$) y significativos ($Pr \leq 0.25$). De las variables de rendimiento; rendimiento comercial A, rendimiento comercial B, rendimiento total (Cuadro 7), frutos comerciales A y frutos comerciales B (Cuadro 8) permitieron el ajuste satisfactorio del modelo y un nivel de significación aceptable. Para las variables de rendimiento el coeficiente de variación se encontró por arriba de lo aceptado, esto puede atribuirse al ataque de *Phytophtora infestans* que se dió focalizado en el cultivo incidiendo en una mayor variabilidad de los datos.

Entre las variables de calidad del fruto, solo para peso promedio de frutos comerciales A y peso promedio de frutos totales (Cuadro 9) el ajuste del modelo y su nivel de significación fueron aceptables.

Para este cultivo, tampoco se observó tendencia alguna en la dispersión de los residuales de los modelos.

Para las variables de rendimiento se encontró diferencias significativas ($Pr \leq 0.1$) entre los tratamientos.

4.3.1.1 Rendimiento Comercial "A". El rendimiento comercial "A" mostró una diferencia significativa ($Pr \leq 0.018$) a los distintos niveles de fertilización aplicados, de los cuales de acuerdo a la prueba DUNCAN ($Pr \leq 0.05$), los tratamientos: Recomendación completa de fertilización del Lab. de Suelos y mitad de la dosis recomendada por la UPH resultaron ser los mejores dando los mayores rendimientos, 2,462 y 2,777 kg/ha respectivamente, seguido por la recomendación completa de la UPH con 2,077 kg/ha y por último pero con rendimientos similares se encuentran el testigo suplementado con N y la mitad de lo recomendado por el Lab. de Suelos con 1,105 y 1,136 kg/ha respectivamente (Cuadro 7).

4.3.1.2 Rendimiento Comercial "B". Hay diferencias en el efecto de los tratamientos ($P<0.1$), encontrándose el tratamiento que consistió en la mitad de lo recomendado por la UPH fue superior (1,736 kg/ha), pero similar al obtendido con la recomendación completa del Lab. de Suelos y a la recomendación completa de la UPH con 1,584 y 1,484 kg/ha respectivamente. Con los menores rendimientos y similares entre sí se encontraron a la mitad de lo recomendado por el Lab. de Suelos y el testigo suplementado con N con 909 y 839 kg/ha respectivamente (Cuadro 7).

4.3.1.3 Rendimiento no comercial. En el rendimiento no comercial no se encontraron diferencias entre los tratamientos de fertilización (Pr≤0.1).

4.3.1.4 Rendimiento total. En el rendimiento total hubieron diferencias significativas por efecto de los tratamientos (Pr≤0.1). De acuerdo a la prueba Duncan los tratamientos: mitad de lo recomendado por la UPH, recomendación completa de la UPH y recomendación completa del Lab. de Suelos resultaron con los mayores rendimientos, los cuales ascienden a 7,480, 6,950 y 6,919 kg/ha respectivamente. El tratamiento que consistió en el testigo suplementado con N fue inferior con 4,248 kg/ha, pero muy similar al obtenido con la mitad de lo recomendado por el Lab. de Suelos con 4,267 kg/ha (Cuadro 7).

Cuadro 7. Efecto de la fertilización sobre el rendimiento de tomate en ensayo realizado en Zamorano, 1999.

Tratamientos	Comercial A	Comercial B	No comercial	Total
	kg/ha			
Testigo suplementado con N	1,105 b	839 b	2,304	4,248 b
Mitad de la recomendación (Lab. Suelos)	1,136 b	909 b	2,222	4,267 b
Recomendación completa (Lab. Suelos)	2,462 a	1,584 a b	2,873	6,919 a
Mitad de la recomendación (UPH)	2,777 a	1,736 a	2,967	7,480 a
Recomendación completa (UPH)	2,077 a b	1,484 a b	3,408	6,969 a
Media	1,991	1,310	2,755	5,977
DE	716	481	786	1,561
P	0,02 *	0.38 n.s	0.24 n.s	0.02 *
CV (%)	37.53	36.70	28.53	26.13
R^2	0.62	0.55	0.39	0.59

n.s = no significativo
* = significativo (P<0.1)

4.3.1.5 Frutos comerciales "A". Los diferentes tratamientos de fertilización tuvieron un efecto estadísticamente significativo en el número de frutos cosechados pertenecientes a la categoría "A" (Pr≤0.1). Fertilizar con la mitad de lo recomendado de la UPH resultó siendo el más alto (31,528 frutos/ha) pero similar al de la recomendación completa del Lab. de Suelos (27,500 frutos/ha). Estos tratamientos fueron similares a la recomendación

completa de la UPH (20,526 frutos/ha). Este tratamiento fue similar al testigo (13,750 frutos/ha) y a la mitad de lo recomendado por el Lab. de Suelos (11,667 frutos/ha) (Cuadro 8).

4.3.1.6 Frutos comerciales "B". También se encontraron diferencias con significación estadística para los frutos comerciales de la categoría "B", donde los tratamientos: Mitad de la recomendación de la UPH y Recomendación completa de Lab. de Suelos presentaron el mayor número de frutos incluidos en esta categoría, con un promedio de 27,917 y 25,972 frutos/ha respectivamente, seguidos por el número de frutos obtenidos al aplicar la recomendación completa de la UPH con 22,222 frutos/ha. Los tratamientos: Mitad de lo recomendado por el Lab. de Suelos y el testigo suplementado con N de nuevo reportaron las menores cantidades promediando 13,750 y 14,167 frutos/ha respectivamente (Cuadro 8).

4.3.1.7 Frutos no comerciales. Los tratamientos no tuvieron un efecto significativo en los frutos no comerciales (Cuadro 8).

4.3.1.8 Frutos totales. Se encontraron diferencias significativas (Pr≤0.1). El tratamiento que consistió en la mitad de lo recomendado por la UPH fue superior pero similar a la recomendación completa de la UPH con 153,333 y 151,250 frutos/ha respectivamente. Estos fueron seguidos por la recomendación completa del Lab. de Suelos y el testigo suplementado con N con cantidades de frutos similares, los que ascienden a 145,833 y 110,556 frutos/ha respectivamente. La menor cantidad de frutos cosechados se encontró con el tratamiento mitad de lo recomendado por el Lab. de Suelos con 94,028 frutos/ha (Cuadro 8).

Cuadro 8. Efecto de la fertilización sobre el número de frutos de tomate en ensayo realizado en Zamorano, 1999.

Tratamientos	Comerciales "A"	Comerciales "B"	No Comerciales	Total
	Frutos/ha			
Testigo suplementado con N	13, 750 b	14,167 b	82,636	110,553 a b
Mitad de recomendación (Lab. Suelos)	11,667 b	13,750 b	68,611	94,028 b
Recomendación completa (Lab. Suelos)	27,500 a	25,972 a	92,361	145,833 a b
Mitad de recomendación (UPH)	31,528 a	27,917 a	93,889	153,334 a
Recomendación completa (UPH)	20,526 a b	22,222 a b	107,361	151,250 a
Media	21,222	20,806	88,972	131,000
DE	8,189	7,160	25,912	33,681
P	0.02 *	0.04 *	0.35 n.s	0.09 *
CV (%)	38.59	34.41	29.12	25.71
R^2	0.61	0.55	0.34	0.47

n.s = no significativo
*** = significativo (P<0.1)**

4.3.1.9 Peso promedio de frutos comerciales "A". El tratamiento que consistió en la mitad de lo recomendado por el Lab. de Suelos fue superior, sin embargo, muy similar al obtenido con la recomendación completa de la UPH (0.0969 y 0.0965 kg/fruto respectivamente). Seguido a estos, siendo muy similares entre sí se encontró a la mitad de la recomendación de la UPH y la recomendación completa del Lab. de Suelos con 0.0892 y 0.0889 kg/fruto respectivamente. Con el menor peso promedio se encontró al testigo suplementado con N con 0.0822 kg/fruto (Cuadro 9).

4.3.1.10 Peso promedio de frutos comerciales "B". No se encontraron diferencias significativas (Cuadro 9).

4.3.1.11 Peso promedio de frutos no comerciales. No se encontraron diferencias significativas (Cuadro 9).

4.3.1.12 Peso promedio frutos totales. El tratamiento mitad de lo recomendado por el Lab. de Suelos fue superior con 0.0329 kg/fruto pero similar a los obtenidos aplicando la mitad de lo recomendado por la UPH (0.0317 kg/fruto), la recomendación completa de la UPH (0.0315 kg/fruto) y la recomendación completa del Lab. de Suelos (0.0314kg/fruto). Con el menor peso promedio se encontró al testigo suplementado con N con 0.0278 kg/fruto (Cuadro 9).

Cuadro 9. Efecto de la fertilización sobre el peso promedio de frutos de tomate en ensayo realizado en Zamorano. 1999.

Tratamientos	Comerciales "A"	Comerciales "B"	No comerciales	Total
	kg/fruto			
Testigo Suplementado con N	0.0822 b	0.0559	0.0385 b	0.0278 b
Mitad de recomendación (Lab. Suelos)	0.0969 a	0.0648	0.0459 a	0.0329 a
Recomendación completa (Lab. Suelos)	0.0889 a b	0.0602	0.0479 a	0.0314 a
Mitad de recomendación (UPH)	0.0892 a b	0.0620	0.0486 a	0.0317 a
Recomendación completa (UPH)	0.0965 a	0.0669	0.0458 a	0.0315 a
Media	0.0907	0.0620	0.0453	0.0311
DE	0.0070	0.0138	0.0034	0.0044
P	0.06 *	0.82 n.s	0.05 *	0.05 *
CV (%)	7.72	22.20	9.68	10.95
R^2	0.56	0.43	0.31	0.58

n.s. = no significativo
* = significativo (P<0.1)

4.4 ANALISIS ECONOMICO

4.4.1 Presupuesto parcial para los tratamientos de fertilización aplicados en tomate, pepino y maíz dulce.

Los costos diferenciales o variables entre tratamientos fueron: las distintas dosis de fertilizante aplicado y el análisis de suelo.

Los beneficios brutos se obtuvieron de multiplicar el precio de venta del producto por el rendimiento obtenido. El precio del producto es el promedio de los meses de junio y julio para el maíz dulce y pepino, siendo estos de L. 13.20/kg y 1.48/kg respectivamente. Para el tomate se promediaron los meses de julio y agosto para ambas categorías comerciales (A y B), siendo estos de L 5.65 y 3.12/kg respectivamente.

Cuadro 10. Presupuesto parcial para el cultivo del maíz dulce en ensayo realizado en la sección de zona III de la UPH, Zamorano 1999.

Tratamientos	Rendimiento comercial (kg/ha)	Beneficio bruto	Total costos diferenciales	Beneficios netos marginales
		(L/ha)		
Testigo suplementado con N	11,416	150,691.20	596.96	150,094.24
Mitad de recomendación (Lab. Suelos)	12,622	166,663.20	865.11	165,798.09
Recomendación completa (Lab. Suelos)	10,706	141,319.20	1,555.22	139,763.98
Mitad de recomendación (UPH)	12,949	170,834.40	757.26	170,077.14
Recomendación completa (UPH)	12,101	159,733.20	1,514.52	158,218.68

Tasa de cambio. L 14.50 por US$ 1.00

Cuadro 11. Presupuesto parcial para el cultivo del pepino en ensayo realizado en la sección de zona III de la UPH, Zamorano 1999.

	Rendimiento comercial (kg/ha)	Beneficio bruto	Total costos diferenciales	Beneficios netos marginales
		(L/ha)		
Mitad de recomendación (Lab. Suelos)	37,815	55,966.20	766.63	55,199.57
Recomendación completa (Lab. Suelos)	32,008	47,371.84	1,358.36	46,013.48
Recomendación completa (UPH)	35,017	52,137.44	1,028.55	51,108.89

Cuadro 12. Presupuesto parcial para el cultivo del tomate en ensayo realizado en la sección de zona III de la UPH, Zamorano 1999.

Tratamiento	Rendimiento comercial A	Rendimiento comercial B	Beneficio bruto de A	Beneficio bruto de B	Beneficio bruto total	Total costos diferenciales	Beneficios netos marginales
	kg/ha		L/ha				
Testigo suplementado con N	1,105	839	6,243.25	2,617.68	8,860.93	1,456.32	7,404.61
Mitad de recomendación (Lab. Suelos)	1,136	909	6,418.40	2,836.08	9,254.48	1,539.89	7,714.59
Recomendación completa (Lab. Suelos)	2,462	1584	13,910.30	4,942.08	18,852.38	2,908.89	15,943.49
Mitad de recomendación (UPH)	2,777	1736	15,690.05	5,416.37	21,106.87	1,176.15	19,930.72
Recomendación completa (UPH)	1,911	1484	11,735.05	4,630.08	16,363.13	2,352.30	14,012.83

Tasa de cambio. L 14.50 por US$ 1.00

4.4.2 Análisis de dominancia

4.4.2.1 Análisis de dominancia para el cultivo del maíz dulce. En este análisis se observó que los tratamientos: Testigo (suplementado con N) y la mitad de lo recomendado por la UPH resultaron dominantes, debido a que tienen los menores costos diferenciales y altos beneficios netos.

Cuadro 13. Análisis de dominancia para el cultivo del maíz dulce en ensayo realizado en Zamorano, 1999.

Tratamientos	Total costos diferenciales	Beneficios netos marginales	Dominancia
	(L/ha)		
Testigo (suplementado con N)	596.96	150,094.24	
Mitad de recomendación (UPH)	757.26	170,077.14	
Mitad de recomendación (Lab. Suelos)	865.11	165,798.09	Dominado
Recomendación completa (UPH)	1,514.52	158,218.68	Dominado
Recomendación completa (Lab. Suelos)	1,555.22	139,763.98	Dominado

Tasa de cambio. L 14.50 por US$ 1.00

4.4.2.2 Análisis de dominancia para el cultivo del pepino. En este análisis se observó que el tratamiento en el cual se aplicó la mitad de lo recomendado por el Laboratorio de Suelos resulto dominante debido a que tuvo los menores costos y el mayor beneficio neto marginal (Cuadro 14).

Cuadro 14. Análisis de dominancia para el cultivo del pepino en ensayo realizado en Zamorano, 1999.

Tratamientos	Total costos diferenciales	Beneficios netos marginales	Dominancia
	(L/ha)		
Mitad de recomendación (Lab. Suelos)	766.63	55,199.57	
Recomendación completa (UPH)	1,028.55	51,108.89	Dominado
Recomendación completa (Lab. Suelos)	1,358.36	46,013.48	Dominado

Tasa de cambio. L 14.50 por US$ 1.00

4.4.2.3 Análisis de dominancia para el cultivo del tomate. En este análisis se observó que el tratamiento al que se aplicó la mitad de lo recomendado por la UPH resultó dominante debido a que tenia los menores costos diferenciales y los mayores beneficios netos marginales.

Cuadro 15. Análisis de dominancia para el cultivo del tomate en ensayo realizado en Zamorano, 1999.

Tratamientos	Total costos diferenciales	Beneficios netos marginales	Dominancia
	(L/ha)		
Mitad de recomendación (UPH)	1,176.15	19,930.72	
Testigo (suplementado con N)	1,456.32	7,404.61	Dominado
Mitad de recomendación (Lab. Suelos)	1,539.89	7,714.59	Dominado
Recomendación completa (UPH)	2,352.30	14,012.62	Dominado
Recomendación completa (Lab. Suelos)	2,908.89	15,943.49	Dominado

Tasa de cambio. L 14.50 por US$ 1.00

4.4.3 Análisis marginal

4.4.3.1 Análisis marginal para el cultivo del maíz dulce. Al pasar de aplicar el testigo suplementado con N a la mitad de lo recomendado por la UPH, por cada L mas que invierta en costos, se obtendrán L 78.00.

Cuadro 16. Análisis marginal para el cultivo del maíz dulce en ensayo realizado en Zamorano, 1999.

Tratamiento	Total costos diferenciales	Incremento costos marginales	Beneficios netos marginales	Incremento beneficios marginales	Tasa de retorno marginal (%)
	L/ha				
Testigo suplementado con N	596.96		150,094.24		
Mitad de la recomendación (UPH)	757.26	160.30	170,077.14	19,922.90	12,466

Tasa de cambio. L 14.50 por US$ 1.00

Para los cultivos de tomate y pepino no fue necesario hacer el análisis marginal debido a que solo hubo un tratamiento dominante, siendo este para el tomate aquel en que se aplicó la mitad de lo recomendado por la UPH y para el pepino resultó dominante aplicar la mitad de lo recomendado por el Laboratorio de Suelos.

5. CONCLUSIONES

La aplicación de las distintas dosis de fertilizante no tuvieron efecto en el rendimiento y tampoco en la calidad de fruto para los cultivos de maíz dulce y pepino. Esto se atribuye a los altos niveles de P y K encontrados en el lote previo al establecimiento del cultivo.

Aparentemente para el maíz dulce una alternativa viable en términos económicos sería aplicar la mitad de lo recomendado por la UPH y para el pepino sería aplicar la mitad de la dosis recomendada por el Laboratorio de Suelos.

En el cultivo del tomate el rendimiento comercial y total y el número de frutos comerciales, tanto para la categoría "A" como para la "B" se vieron afectados por las distintas dosis de fertilizante aplicadas, encontrándose los valores más altos para estas variables al utilizar la mitad de lo recomendado por la UPH. No se encontró efecto alguno en la calidad de los frutos a las distintas dosis de aplicación evaluadas. Económicamente, aplicar la mitad de lo recomendado por la UPH también resultó como la alternativa más viable de producción, reportando los mayores beneficios marginales y el menor costo de producción. El rendimiento del tomate se redujo considerablemente debido a un fuerte ataque de *Phytophtora infestans*, lo que incidió en beneficios bajos insuficientes para cubrir los costos totales de producción.

6. RECOMENDACIONES

En el cultivo del tomate se recomienda reducir la dosis utilizada por la UPH a la mitad para este terreno.

Implementar nuevos ensayos con estos cultivos empleando los mismos criterios pero en suelos que presentan niveles bajos de fertilidad para que se pueda apreciar el efecto de las distintas dosis en la respuesta del cultivo (rendimiento y calidad de frutos).

Fraccionar de distinta forma la dosis de aplicación puesto que existe la posibilidad de encontrar una alternativa más viable.

7. BIBLIOGRAFIA

BRADY, N.C.; WEIL, R.R.; 1999. The nature and properties of soils. 12 ed. New Jersey, USA., Prentice Hall. 881p.

CIMMYT. 1988. La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos; un manual metodológico de evaluación económica. México, D.F., México. 79 p.

DOMINGUEZ, A. 1990. El abonado de los cultivos. Madrid, España. Ediciones Mundi-Prensa. 184 p.

FAO. 1989. Estrategias en materia de fertilizantes. AGRIS: F04E70. Roma, Italia. 162 p.

GOYAL, S.S.; HUFFAKER, R.C. 1984. Nitrogen toxicity in plants; nitrogen in crop production. Ed. by R. Dinauer. Wisconsin, USA., American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science of America. 121 p.

HANLON, E.A.; HOCHMUTH, G.J. 1992. Recent changes in phosphorus and potassium fertilizer recommendations for tomato, pepper, muskmelon, watermelon, and snapbean in Florida. Commun Soil Science Plant Anal (USA) 23:2651-2665.

HOCHMUTH, G.; HANLON, E.; HOCHMUTH, B.; KIDDER, G.; HENSEL, D. 1993. Field fertility research with P and K for vegetables interpretations and recommendations. Soil and Crop Science Society of Florida (USA) 52:95-101.

KASS, D.; 1996. Fertilidad de suelos. San José, Costa Rica. Editorial Universidad Estatal a Distancia. 233 p.

LOPEZ, M. 1994. Horticultura. Editorial Trillas. México, D.F., México. 386 p.

MONTES, A. 1996. Cultivos de hortalizas en el trópico. Zamorano, Honduras. Zamorano Academic Press. 208 p.

OLSON, R. 1995. La filosofía del análisis de suelo. Instituto de la potasa y el fósforo. A.C. México y Norte de Centro América. 1(2): 1-16.

PATEL, S.K.; HANLON, E.A.; HOCHMUTH, A.G.; WHITE, J.M. 1988. Nitrogen and potassium management studies for sweet corn. Soil and Crop Science Society of Florida (USA) 47:142-146.

PREVATT, J.W.; EVERET, P.H. 1990. An empirical examination of tomato yield response to fertilizer. Soil and Crop Science Society of Florida (USA) 49:57-59.

RHOADS, F.M.; OLSON, S.M.; MANNING, A. 1988. Nitrogen fertilization of staked tomatoes in North Florida. Soil and Crop Science Society of Florida (USA) 47: 42-44.

SAS INSTITUTE Inc. 1989. SAS/STAT® User's guide; Version 6. Fourth Edition. Cary, NC, USA. V.1, 943 p.

8. ANEXOS

ANEXO 1. Costos comunes de producción de maíz dulce (L/ha), Zamorano 1999.

EQUIPO	Unidad	Cantidad / ha	Costo / unidad	Costo total / ha
Arado	hr	2.00	210.0	420.00
Rastra	hr	1.50	210.0	315.00
Surcado	hr	1.50	210.0	315.00
Encalar	hr	0.93	210.0	195.30
		SUB TOTAL EQUIPO		1,245.30

MANO DE OBRA	Unidad	Cantidad / ha	Costo / unidad	Costo total / ha
Riego	hr/hm	49	5.45	267.05
Deshierba	hr/hm	734	5.45	4,005.75
Trasplante	hr/hm	145	5.45	790.25
Parado de plantas	hr/hm	18	5.45	98.1
Aplicación químicos	hr/hm	86	5.45	469.66
		SUB-TOTAL MANO DE OBRA		5,630.81

PLAGUICIDAS	Unidad	Cantidad / ha	Costo / unidad	Costo total / ha
Curacrón	lt	0.62	190.60	118.17
Tracer	lt	0.39	3673.50	1,432.67
Nudrín	lb	4.72	313.26	1,478.59
Krisol	lb	1.20	500.76	600.91
Xentari	lb	8.94	245.75	2,197.01
Halmark	lb	2.00	322.34	644.68
Adherente	lt	3.15	50.00	157.50
		SUB-TOTAL PLAGUICIDAS		6,628.93

INSUMOS	Unidad	Cantidad / ha	Costo / unidad	Costo total / ha
Plantulas	unidad	55555	0.25	13,888.75
		SUB-TOTAL INSUMOS		13,888.75
		TOTAL COSTOS COMUNES		27,393.79

ANEXO 2. Costos comunes de producción para tomate (L/ha), Zamorano 1999.

EQUIPO	Unidades	Cantidad / ha	Costo / unidad	Costo total / ha
Arado	hr	2.00	210.00	420.00
Rastra	hr	1.50	210.00	315.00
Surcado	hr	1.50	210.00	315.00
Encalar	hr	0.93	210.00	195.30
		SUB TOTAL EQUIPO		1,245.30

MANO DE OBRA	Unidades	Cantidad / ha	Costo / unidad	Costo total / ha
Riego	hr/hm	95	5.45	517.75
Deshierba	hr/hm	793	5.45	4,321.85
Tutoreo	hr/hm	213	5.45	1,160.85
Posteado	hr/hm	45	5.45	245.25
Estaquillado	hr/hm	74	5.45	403.30
Trasplante	hr/hm	149	5.45	812.05
Aplicación química	hr/hm	100	5.45	545.00
Eliminación	hr/hm	745	5.45	4,060.25
		SUBTOTAL MANO DE OBRA		12,066.30

PLAGUICIDAS	Unidad	Cantidad / ha	Costo / unidad	Costo total / ha
Insecticidas				
Curacrón	lt	0.59	190.60	112.45
Confidor	lt	0.11	5170.00	568.70
Vydate	lt	0.99	292.70	289.77
Thiodan	lt	5.23	148.20	775.09
Talcord	lt	0.55	325.00	178.75
Talstar	lt	0.62	1050.00	651.00
Evisect	lb	2.55	332.96	849.05
Curzate	lb	3.60	199.76	719.14
Xentari	lb	2.71	245.75	665.98
Fungicidas				
Manzate	lb	4.50	33.50	150.75
Cobre	lb	18.96	22.65	429.44
Benlate	lb	5.16	217.92	1,124.47
Ridomil CT	lb	4.12	179.92	741.27
Ridomil MZ	lb	8.10	135.00	1,093.50
Bactericidas				
Agrimicin	lb	4.06	260.37	1,057.10
Adherente	lt	5.50	50.00	275.00
		SUB TOTAL PLAGUICIDAS		9,681.46

INSUMOS	Unidades	Cantidad / ha	Costo / unidad	Costo total / ha
Plantulas	Unidad	37222	0.25	9305.5
Estacas	Unidad	5933	0.94	5,577.02
Postes	Unidad	445	4.16	1851.2
Cabuya	m	39160	0.01	391.6
		SUB TOTAL INSUMOS		**17,125.32**
		TOTAL COSTOS COMUNES		**40,118.38**

ANEXO 3. Costos comunes de producción en pepino (L/ha), Zamorano 1999.

EQUIPO	Unidades	Cantidad / ha	Costo / unidad	Costo total / ha
Arado	hr	2.00	210.0	420.0
Rastra	hr	1.50	210.0	315.0
Surcado	hr	1.50	210.0	315.0
Encalar	hr	0.93	210.0	195.3
		SUB TOTAL EQUIPO		**1,245.30**

MANO DE OBRA	Unidades	Cantidad / ha	Costo / unidad	Costo total / ha
Riego	hr/hm	38	5.45	207.1
Deshierba	hr/hm	372	5.45	2,027.4
Poda	hr/hm	62	5.45	337.9
Tutoreo	hr/hm	250	5.45	1,362.5
Posteado	hr/hm	45	5.45	2,45.25
Estaquillado	hr/hm	124	5.45	675.8
Trasplante	hr/hm	171	5.45	931.95
Aplicación química	hr/hm	52	5.45	283.4
Eliminación	hr/hm	570	5.45	3,106.5
		SUB TOTAL MANO DE OBRA		**9,177.8**

PLAGUICIDAS	Unidades	Cantidad / ha	Costo / unidad	Costo total / ha
Insecticidas				
Thiodan	lt	1.17	148.20	173.39
Talcord	lt	0.56	325.00	182.00
Tracer 48CE	lt	0.23	3673.50	844.91
Curacrón	lt	0.54	191.60	103.46
Evisect 50sp	lb	0.51	332.96	169.81
Xentari 10.3%	lb	1.42	245.75	348.97
Nudrín	lb	2.57	313.26	805.08
Halmark	lb	0.68	322.34	219.19
Fungicidas				
Cobre	lb	13.69	22.70	310.76
Manzate	lb	5.14	35.50	182.47
		SUB TOTAL PLAGUICIDAS		**3,340.04**

INSUMOS	Unidades	Cantidad / ha	Costo / unidad	Costo total / ha
Plantulas	Unidad	37222	0.25	9,305.59
Estacas	Unidad	5933	0.94	5,562.19
Postes	Unidad	445	4.16	1,851.20
Cabuya	m	53400	0.01	534.00
		SUB TOTAL INSUMOS		**17,252.98**
		TOTAL COSTOS COMUNES		**31,016.12**

ANEXO 5. Costos diferenciales por tratamiento para el maíz dulce, Zamorano 1999.

Tratamiento	Fertilizante Kg/ha	Precio L/kg	Costo / fertilizante L/ha
Testigo Suplementado con N	182 urea	3.28	596.96
Sub-total fertilizante			596.96
Total costo diferencial			596.96

Tratamiento	Fertilizante kg/ha	Precio L/kg	Costo / fertilizante L/ha
Mitad de recomendación (Lab. Suelos)	89 urea 97 sulpomag 19 18-46-0	3.28 3.30 4.11	291.92 320.10 78.09
Sub-total fertilizante			690.11
Análisis de suelo			175.00
Total costo diferencial			865.11

Tratamiento	Fertilizante kg/ha	Precio L/kg	Costo / fertilizante L/ha
Recomendación completa (Lab. Suelos)	178 urea 38 18-46-0 194 sulpomag	3.28 4.11 3.30	583.84 156.18 640.20
Sub-total fertilizante			1,380.22
Análisis de suelo			175.00
Total costo diferencial			1,555.22

Tratamiento	Fertilizante kg/ha	Precio L/ha	Costo / fertilizante L/ha
Mitad de recomendación (UPH)	78 urea 122 18-46-0	3.28 4.11	255.84 501.42
Sub-total fertilizante			757.26
Total costo diferencial			757.26

Tratamiento	Fertilizante kg/ha	Precio L/ha	Costo / fertilizante L/ha
Recomendación completa (UPH)	156 urea 242 18-46-8	3.28 4.11	511.68 1002.84
Sub-total fertilizante			1,514.52
Total costo diferencial			1,514.52

ANEXO 6. Costos diferenciales por tratamiento para el tomate, Zamorano 1999.

Tratamiento	Fertilizante kg/ha	Precio L/ha	Costo / fertilizante L/ha
Testigo suplementado con N	444 urea	3.28	1,456.32
Sub-total fertilizante			1,456.32
Total costos diferenciales			1,456.32

Tratamiento	Fertilizante kg/ha	Precio L/ha	Costo / fertilizante L/ha
Mitad de recomendación (Lab. Suelos)	202 urea	3.28	662.56
	93 18-46-0	4.11	382.23
	97 sulpomag	3.30	320.10
Sub-total fertilizante			1,364.89
Análisis de suelo			175.00
Total costos diferenciales			1,539.89

Tratamiento	Fertilizante kg/ha	Precio L/ha	Costo / fertilizante L/ha
Recomendación completa (Lab. Suelos)	404 urea	3.28	1,325.12
	187 18-46-0	4.11	768.57
	194 sulpomag	3.30	640.20
Sub-total fertilizante			2,733.89
Análisis de suelo			175.00
Total costos diferenciales			2,908.89

Tratamiento	Fertilizante kg/ha	Precio L/ha	Costo / fertilizante L/ha
Mitad de recomendación (UPH)	222 urea	3.28	728.16
	109 18-46-0	4.11	447.99
Sub-total fertilizante			1,176.15
Total costos diferenciales			1,176.15

Tratamiento	Fertilizante kg/ha	Precio L/ha	Costo / fertilizante L/ha
Recomendación completa (UPH)	444 urea	3.28	1,456.32
	218 18-46-0	4.11	895.98
Sub-total fertilizante			2,352.30
Total costos diferenciales			2,352.30

ANEXO 7. Rentabilidad sobre costos totales para los distintos tratamientos en maíz dulce, Zamorano 1999.

Tratamiento	Beneficio bruto	Costos diferenciales	Costos comunes	Costos totales	Beneficio Neto	Rentabilidad/ costos totales
	L/ha					(%)
Testigo suplemetado con N	150,691.20	596.96	27,393.79	27,990.75	122,700.45	438.36
Mitad de recomendación (Lab. Suelos)	166,663.20	865.11	27,393.79	28,258.90	138,404.30	489.77
Recomendación completa (Lab. Suelos)	141,319.20	1,555.22	27,393.79	28,949.01	112,370.19	388.16
Mitad de recomendación (UPH)	170,834.40	757.26	27,393.59	28,151.05	142,683.35	506.85
Recomendación completa (UPH)	159,733.20	1,514.52	27,393.79	28,908.31	130,824.89	452.55

Tasa de cambio. L 14.50 por US$ 1.00

Anexo 8. Rentabilidad sobre costos totales para los distintos tratamientos en pepino, Zamorano 1999.

Tratamiento	Beneficio bruto	Costos diretenciales	Costos comunes	Costos totales	Beneficio neto	Rentabilidad/costos totales
	L/ha					(%)
Mitad de recomendación (Lab. Suelos)	55,966.20	766.63	31,016.12	31,782.75	24,183.45	76.09
Recomendación completa (Lab. Suelos)	47,371.84	1,358.36	31,016.12	32,374.48	14,997.36	46.32
Recomendación completa (UPH)	52,137.44	1,028.55	31,016.12	32,044.67	20,092.77	62.70

Tasa de cambio. L 14.50 por US$ 1.00

Anexo 9. Rentabilidad sobre costos para los distintos tratamientos en tomate, Zamorano 1999.

Tratamiento	Beneficio bruto	Costos diferenciales	Costos comunes	Costos totales	Beneficio neto	Rentabilidad/costos totales
	L/ha					(%)
Testigo suplementado con N	8,860.93	1,456.32	40,118.38	41,574.7	- 32,713.77	-
Mitad de recomendación (Lab. Suelos)	9,254.48	1,539.89	40,118.38	41,658.27	- 32,403.79	-
Recomendación completa (Lab. Suelos)	18,852.38	2,908.89	40,118.38	43,027.27	- 24,174.89	-
Mitad de recomendación (UPH)	21,106.87	1,176.15	40,118.38	41,294.53	- 20,187.66	-
Recomendación completa (UPH)	16,363.13	2,352.30	40,118.38	42,470.68	-26,107.55	-

Nota. Todas las rentabilidades fueron negativas.

Anexo 10. Análisis de suelo para los cultivos de tomate, maíz dulce y pepino

ZAMORANO
CIENCIA Y PRODUCCION AGROPECUARIA
LABORATORIO DE SUELOS

Solicitante:Juan Roberto Barillas
Localización de las muestras:
Zamorano Zona 3 L-40 Horticultura
Departamento: Francisco Morazan

Fecha de entrada:28/04/99
Fecha de salida: 12/05/99

Interpretación

A=Alto
M=Medio
B=Bajo

pH
FA= Fuertemente Acido

			%		ppm disponible			
# Lab.	Muestra	pH (H_2O)	M.O	N	P	K	Ca	Mg
467	Tomate L1R1	5.40 FA	2.05 M	0.10 B	53 A	314 A	1170 M	105 B
468	Tomate L1R2	5.35 FA	1.53 B	0.08 B	34 A	263 A	1102 M	97 B
469	Tomate L1R3	5.28 FA	1.53 B	0.09 B	27 M	265 A	1065 M	97 B
470	Tomate L1R4	4.99 FA	1.53 B	0.09 B	29 M	272 A	937 M	90 B
471	Maíz dulce L2R1	5.30 FA	1.59 B	0.09 B	43 A	276 A	1097 M	105 B
472	Maíz dulce L2R2	5.41 FA	1.53 B	0.08 B	36 A	270 A	1207 A	97 B
473	Maíz dulce L2R3	5.23 FA	1.28 B	0.09 B	40 A	243 A	990 M	97 B
474	Maíz dulce L2R4	5.02 FA	1.53 B	0.09 B	29 M	239 A	922 M	90 B
475	Pepino L3R1	5.46 FA	1.52 B	0.10 B	37 A	290 A	1177 M	105 B
476	Pepino L3R2	5.45 FA	1.78 B	0.10 B	34 A	263 A	1140 M	97 B
477	Pepino L3R3	5.34 FA	1.91 B	0.10 B	41 A	307 A	1207 A	105 B
478	Pepino L3R4	5.10 FA	1.46 B	0.09 B	30 M	264 A	1050 M	90 B

Responsable: _____
Ing. Hilda Flores

Jefe Lab. _____
Dra. Ana Margoth de Andrews

ANEXO 11. Andevas para las distintas variables en el cultivo de maíz dulce, Zamorano 1999.

Andeva para el rendimiento comercial.

Fuente de variación	GL	∑ Cuadrados	CM	F	P
Bloque	3	111.10	37.03	1.95	0.1760
Tratamiento	4	61.53	15.38	0.81	0.5432
Error	12	228.35	19.03		

Andeva para el rendimiento no comercial.

Fuente de variación	GL	∑ Cuadrados	CM	F	P
Bloque	3	7.30	2.43	1.85	0.1913
Tratamiento	4	7.60	1.90	1.45	0.2781
Error	12	15.76	1.31		

Andeva para el rendimiento total.

Fuente de variación	GL	∑ Cuadrados	CM	F	P
Bloque	3	153.21	51.07	2.24	0.1356
Tratamiento	4	60.65	15.16	0.67	0.6274
Error	12	273.03	273.03		

Andeva para el número de frutos comerciales.

Fuente de variación	GL	∑ Cuadrados	CM	F	P
Bloque	3	679.60	226.53	1.22	0.3450
Tratamiento	4	510.70	127.68	0.69	0.6144
Error	12	2228.90	185.74		

Andeva para el número de frutos no comerciales.

Fuente de variación	GL	∑ Cuadrados	CM	F	P
Bloque	3	178.20	59.40	1.48	0.2686
Tratamiento	4	88.50	22.12	0.55	0.7009
Error	12	480.30	40.02		

Andeva para el número de frutos totales.

Fuente de variación	GL	∑ Cuadrados	CM	F	P
Bloque	3	1424.20	474.73	1.73	0.2142
Tratamiento	4	380.20	95.05	0.35	0.8417
Error	12	3295.80	274.65		

Andeva para el peso promedio de frutos comerciales.

Fuente de variación	GL	Σ Cuadrados	CM	F	P
Bloque	3	0.00078	0.00026	1.19	0.3566
Tratamiento	4	0.00041	0.00010	0.46	0.7608
Error	12	0.00264	0.00022		

Andeva para el peso promedio de frutos no comerciales.

Fuente de variación	GL	Σ Cuadrados	CM	F	P
Bloque	3	0.0017	0.00057	1.42	0.2847
Tratamiento	4	0.0027	0.00068	1.71	0.2119
Error	12	0.0048	0.00040		

Andeva para el peso promedio de frutos totales.

Fuente de variación	GL	Σ Cuadrados	CM	F	P
Bloque	3	0.00027	0.00009	0.32	0.8071
Tratamiento	4	0.00049	0.00012	0.45	0.7714
Error	12	0.00407	0.00028		

ANEXO 12. Andevas para las distintas variables en el cultivo de pepino, Zamorano 1999.

Andeva para el rendimiento comercial.

Fuente de variación	GL	Σ Cuadrados	CM	F	P
Tratamiento	3	109.73	54.86	0.59	0.6076
Error	5	278.56	92.85		

Andeva para el rendimiento no comercial.

Fuente de variación	GL	Σ Cuadrados	CM	F	P
Tratamiento	2	78.46	39.23	2.58	0.2232
Error	3	45.68	15.23		

Andeva para el rendimiento total.

Fuente de variación	GL	Σ Cuadrados	CM	F	P
Tratamiento	2	5.03	2.51	0.05	0.9555
Error	3	163.31	54.44		

Andeva para el número de frutos comerciales.

Fuente de variación	GL	Σ Cuadrados	CM	F	P
Tratamiento	2	576.33	288.17	0.55	0.6270
Error	3	1579.00	526.33		

Andeva para el número de frutos no comerciales.

Fuente de variación	GL	Σ Cuadrados	CM	F	P
Tratamiento	2	702.33	351.17	2.03	0.2768
Error	3	518.50	172.83		

Andeva para el número de frutos totales.

Fuente de variación	GL	Σ Cuadrados	CM	F	P
Tratamiento	2	91.00	45.50	0.18	0.8437
Error	3	758.50	252.83		

Andeva para el peso promedio de frutos comerciales.

Fuente de variación	GL	Σ Cuadrados	CM	F	P
Tratamiento	2	0.00022	0.00011	0.48	0.6584
Error	3	0.00071	0.00024		

Andeva para el peso promedio de frutos no comerciales.

Fuente de variación	GL	Σ Cuadrados	CM	F	P
Tratamiento	2	0.00039	0.00019	0.31	0.7538
Bloque	5	0.00186	0.00062		

Andeva para el peso promedio de frutos totales.

Fuente de variación	GL	Σ Cuadrados	CM	F	P
Tratamiento	2	0.000052	0.000026	0.10	0.9037
Bloque	3	0.000749	0.000249		

ANEXO 13. Andevas para las distintas variables en el cultivo del tomate, Zamorano 1999.

Andeva para el rendimiento comercial A.

Fuente de variación	GL	Σ Cuadrados	CM	F	P
Bloque	3	30.15	0.68	0.41	0.7486
Tratamiento	4	2.04	7.54	4.54	0.0183
Error	12	19.93	1.66		

Andeva para el rendimiento comercial B.

Fuente de variación	GL	Σ Cuadrados	CM	F	P
Bloque	3	8.67	0.83	1.10	0.3856
Tratamiento	4	2.48	2.17	2.89	0.0687
Error	12	8.99	0.75		

Andeva para el rendimiento no comercial.

Fuente de variación	GL	Σ Cuadrados	CM	F	P
Bloque	3	2.56	0.85	0.43	0.7375
Tratamiento	4	12.63	3.16	1.58	0.2432
Error	12	24.02	2.00		

Andeva para el rendimiento total.

Fuente de variación	GL	Σ Cuadrados	CM	F	P
Bloque	3	4.90	1.63	0.21	0.8897
Tratamiento	4	129.71	32.43	4.11	0.0252
Error	12	94.70	7.89		

Andeva para el número de frutos comerciales A.

Fuente de variación	GL	Σ Cuadrados	CM	F	P
Bloque	3	437.20	145.73	0.67	0.5862
Tratamiento	4	3796.70	949.18	4.37	0.0208
Error	12	2607.30	217.28		

Andeva para el número de frutos comerciales B.

Fuente de variación	GL	Σ Cuadrados	CM	F	P
Bloque	3	214.15	71.38	0.43	0.7354
Tratamiento	4	2243.70	560.92	3.38	0.0453
Error	12	1993.10	166.09		

Andeva para el número de frutos no comerciales.

Fuente de variación	GL	Σ Cuadrados	CM	F	P
Bloque	3	2888.95	962.98	0.44	0.7268
Tratamiento	4	10737.30	2684.32	1.23	0.3479
Error	12	26106.30	2175.52		

Andeva para el número de frutos totales.

Fuente de variación	GL	Σ Cuadrados	CM	F	P
Bloque	3	1171.60	390.53	0.11	0.9548
Tratamiento	4	37762.70	9440.67	2.57	0.0921
Error	12	44106.90	3675.58		

Andeva para el peso promedio de frutos comerciales A.

Fuente de variación	GL	Σ Cuadrados	CM	F	P
Bloque	3	0.00016	0.000055	1.12	0.3809
Tratamiento	4	0.00060	0.000150	3.06	0.0593
Error	12	0.00059	0.000049		

Andeva para el peso promedio de frutos comerciales B.

Fuente de variación	GL	Σ Cuadrados	CM	F	P
Bloque	3	0.00145	0.00007	2.54	0.1052
Tratamiento	4	0.00029	0.00048	0.38	0.8188
Error	12	0.00227	0.00019		

Andeva para el peso promedio de frutos no comerciales.

Fuente de variación	GL	Σ Cuadrados	CM	F	P
Bloque	3	0.0000015	0.0000005	0.04	0.9874
Tratamiento	4	0.0000619	0.0000154	1.33	0.3158
Error	12	0.0001401	0.0000117		

Andeva para el peso promedio de frutos totales.

Fuente de variación	GL	Σ Cuadrados	CM	F	P
Bloque	3	0.000062	0.000021	1.08	0.3962
Tratamiento	4	0.000258	0.000065	3.35	0.0464
Error	12	0.000232	0.000019		