RESPUESTA DEL TOMATE A LAS INCORPORACIONES FRACCIONARIAS DE FERTILIZANTES

En la zona de los enarenados en la provincia de Almería el cultivo del tomate tiene una gran importancia, especialmente en aquellas comarcas donde está presente el problema de salinidad, en aguas y suelos.

La técnica de cultivo allí empleada es muy intensiva y ello obliga a la realización de fertilizaciones correctas en cantidad, calidad y época de aplicación.

Una sobredosis de abonos trae como consecuencia un aumento de la salinidad ya existente en el suelo, o de la inducida como consecuencia de la utilización de aguas que contienen niveles altos de iones.

Una de las misiones, la más importante, que tiene la incorporación de una capa de arena al suelo, es la disminución de la evaporación del agua del suelo y, por consiguiente, el mantenimiento de la presión osmótica dentro de los límites tolerables para los cultivos. Esta capa de arena afecta al crecimiento del sistema radicular en las plantas de tomate localizándose la mayor parte de él, dentro del límite de separación de los horizontes de suelo y arena, lo cual influye de manera importante en la asimilación de nutrientes, produciéndose, frecuentemente, pérdidas por lixiviación.

Para disminuirlas, se fracciona la incorporación de fertilizantes y se procura localizarlos, realizando simultáneamente un riego.

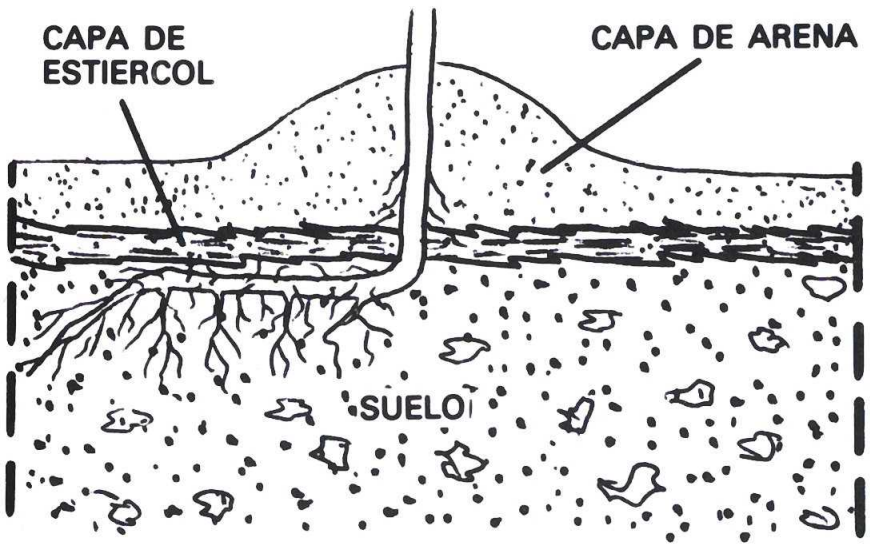

Fig. 1.—Esquema del perfil de un enarenado con cultivo de tomate.

El empleo del agua de riego para la incorporación de los abonos es una práctica cada vez más utilizada por los agricultores de la zona estudiada. Se consigue, de esta forma, poner los nutrientes a disposición de las plantas, casi inmediatamente después de ser distribuidos. Pero la disolución de compuestos químicos en las aguas de riego afecta directamente a la calidad del agua empleada, lo que hay que tener muy en cuenta, con el fin de no modificarla negativamente.

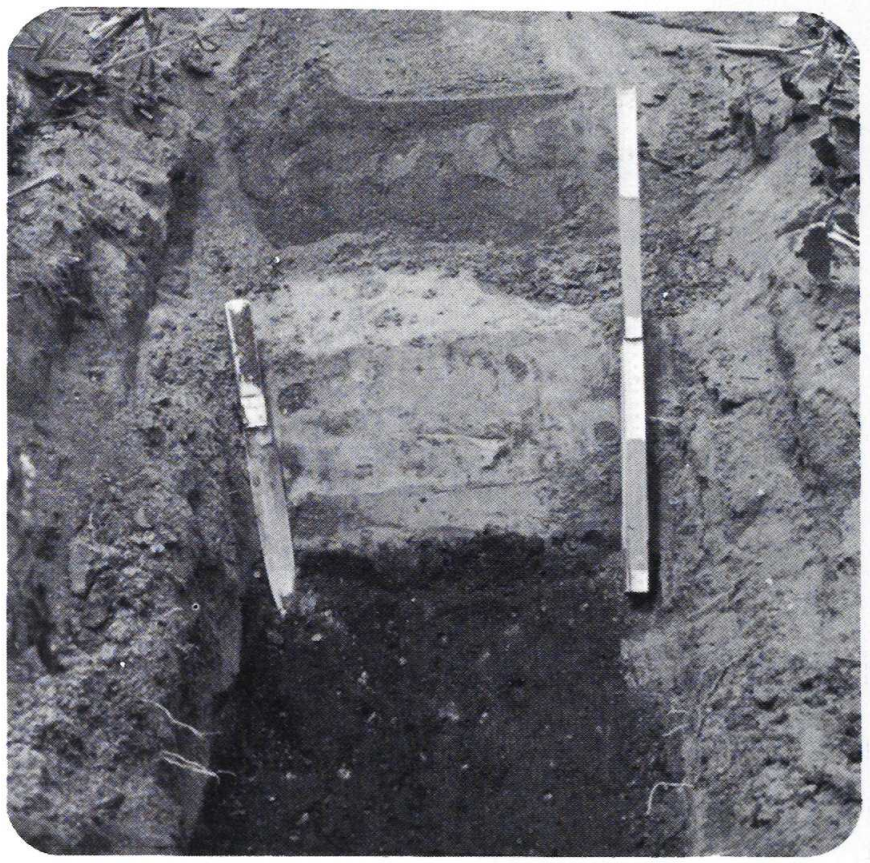

Fig. 2.—Tres horizontes de un perfil enarenado típico.

Las dosis de riego deben ser las adecuadas e igualmente las de los fertilizantes, para no producir una acumulación de éstos en el suelo, en el caso de que las cantidades aportadas superen las necesidades del cultivo o, por el contrario, ocasionar carencias si son inferiores a las exigidas por la planta.

Esta técnica de abonado nos ha planteado la necesidad de un seguimiento del cultivo, con el fin de conocer la respuesta de la planta a las distintas incorporaciones y de esta forma establecer un plan de abonado, tanto en cantidad como en épocas de aplicación, con el objeto de que la planta tenga a su disposición, en el momento más adecuado desde el punto de vista fisiológico, la cantidad y clase de nutrientes requeridas, corrigiéndose al mismo tiempo los aumentos de salinidad en suelo que podrán presentarse por incorporaciones excesivas de fertilizantes.

COMARCA ESTUDIADA

Dentro de la zona de los cultivos enarenados, parte de la comarca de la Agencia de Almería presenta graves problemas de salinidad en suelos y aguas. A pesar de ello, se obtienen buenas producciones de hortalizas gracias a la utilización del enarenado y de los abrigos de plástico.

El cultivo hortícola dominante es el tomate, dedicándose al mismo alrededor de las 1.400 ha y obteniéndose producciones de 55.000 a 65.000 kg/ha.

Dentro de esta comarca, se eligieron cuatro parcelas, todas ellas enarenadas y dedicadas al cultivo del tomate. De estas cuatro, se seleccionó una, que por sus características iba a ser sometida a un seguimiento periódico con el fin de conocer el movimiento de nutrientes en la planta.

TECNICA UTILIZADA

Para conocer la respuesta de la planta a la incorporación de elementos fertilizantes se utilizó la técnica del análisis foliar.

Al no disponer de lisímetros en la parcela, la pérdida por lixiviación de los nutrientes se evaluaba con la toma de muestras periódicas de suelo, por debajo del sistema radicular. De esta forma se estudiaban las variaciones producidas en los niveles de los distintos nutrientes y al mismo tiempo la concentración de los iones, es decir, la tasa de salinidad existente en el suelo. Para este año, ya se dispone de lisímetros, en los cuales se están recogiendo muestras de solución lixiviada para su análisis posterior.

El personal de la Agencia de Huércal de Almería (en la actualidad Agencia de Almería) muestreó y tomó los datos, según las distintas técnicas de cultivo que el agricultor fue desarrollando a todo lo largo de su ciclo. Las prácticas de cultivo fueron las que normalmente emplea el agricultor en cada parcela.

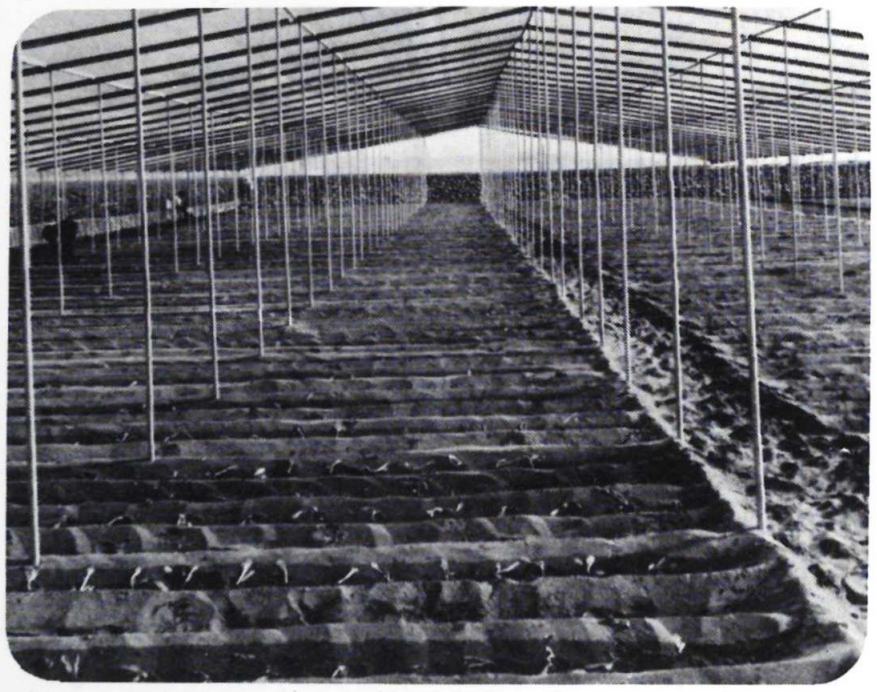

Fig. 3.—Influencia del horizonte de arena en la humedad del suelo.

La técnica de muestreo aplicada fue la siguiente:

Para el análisis foliar: Se eligió la tercera o cuarta hoja a partir del meristemo apical, muestreando unas 50 plantas, escogidas al azar. Se realizaron 10 muestreos durante todo el ciclo del cultivo. Al final de éste, se analizó la planta y el fruto. Las muestras eran enviadas rápidamente al laboratorio en recipientes de papel.

Para el suelo: Se empleó una sonda de 35 cm de longitud, con la cual se muestreaba toda la parcela, retirando previamente la capa de arena y estiércol.

Para el agua: Del cauce utilizado para el riego, se realizaba un muestreo representativo del agua que en ese momento se estaba empleando para el riego.

Fig. 4.—Parcela enarenada bajo plástico.

El laboratorio agrario regional de Andalucía oriental realizó los análisis de las muestras como organismo colaborador del estudio.

En el material vegetal se analizaron los siguientes elementos:

- Nitrógeno, por el método Kjeldahl.
- Fósforo, por fotocolorimetría.
- Potasio, por fotometría de llama.
- Calcio, por absorción atómica.
- Magnesio, por absorción atómica.

En cuanto a los análisis de suelos y aguas se realizaron, según los métodos oficiales vigentes en los laboratorios agrarios regionales, empleándose análisis de campo, con mayor frecuencia, para conocer la tendencia de las variaciones que se producían.

PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

La parcela elegida, tiene una superficie de 1.700 metros cuadrados. Se incorporó en el año anterior una capa de 5 cm de estiércol, colocándose 15 cm de arena encima de ella.

El cultivo es una asociación, normal en la comarca, de pimiento y tomate. La variedad elegida para este último es la de «Early Park 707». La plantación se llevó a cabo el 26 de octubre, habiéndose desinfectado el suelo en junio con 60 kg de bromuro de metilo.

Las técnicas de cultivo, que el agricultor aplicó, fueron las siguientes:

Fertilización

Se realizaron siete aplicaciones durante todo el ciclo del cultivo y con las dosis siguientes:

		Kg.
1.°	Fosfato biamónico	15
2.°	Nitrato amónico cálcico del 20,5 por 100 ...	30
3.°	Abono foliar (20-30-10):	
	Sulfato amónico, 21 por 100	20
	Superfosfato, 18 por 100	25
	Sulfato de potasa, 50 por 100	5
4.°	Nitrato amónico cálcico, 33,5 por 100	40
5.°	Idem.	50
6.°	Sulfato amónico, 21 por 100	50
	Nitrato amónico cálcico, 33,5 por 100	50
7.°	Sulfato amónico, 21 por 100	50
	Nitrato amónico, 33 por 100	50

Dos meses antes de la plantación fueron incorporados 35.000 kg de estiércol.

Riegos

La época de riego fue la comprendida entre el 4 de octubre y el 17 de marzo. Los primeros riegos se aplicaron antes de la plantación del tomate, por la existencia de plantas de pimiento, cuyo trasplante se efectuó el 4 de octubre. El número total de riegos fue de ocho con un volumen medio de 135 m^3 por riego.

Tratamientos fitosanitarios

Fueron controladas las plagas y enfermedades con un total de 7 tratamientos, aunque se observó un ataque de *Botrytis* y moteado que ocasionó una pérdida de un 5 por 100 en la producción.

Resultados obtenidos

A lo largo del ciclo vegetativo la variación de nutrientes en el suelo ha sido la siguiente:

Fechas	3-XII	22-II	22-V
Fósforo ppm	13	25	28
Potasio ppm	190	130	60
Prueba previa de salinidad ...	0,55	0,52	0,50

Se puede apreciar que los niveles de fósforo se incrementaron a lo largo del ciclo vegetativo, pasando de índices considerados como bajos a cantidades notables.

En cuanto al potasio, ha disminuido su tasa de reserva en el suelo y se encuentra por debajo de los niveles que se consideran como aceptables.

Estos resultados indican la necesidad de efectuar una corrección en las fórmulas de abonado utilizadas.

Los niveles de salinidad, determinados en extracto 1:5 se mantienen constantes. Se aprecia un leve descenso correspondiendo con la pérdida del catión potasio, que es el que más influye, de los tres macronutrientes, en los valores de la conductividad eléctrica. En otras parcelas, situadas en la misma comarca y fertilizadas con un exceso de abonados potásicos, se ha comprobado como los valores de la conductividad eléctrica se elevaron hasta llegar a cotas peligrosas.

En relación a las aguas empleadas para el riego, el contenido de iones disueltos han variado de la siguiente forma:

Fecha	3-XII	22-II	22-V
Conductividad eléctrica	2.900	3.000	3.000
Indice SAR	5,2	6,7	3,49

Se ha expresado la conductividad eléctrica en micromhos/cm a 25° C.

Dominan, entre los cationes, el sodio, seguido del magnesio y entre los aniones, los sulfatos y los cloruros.

Es un agua cuya clasificación, según las normas dadas por el laboratorio de salinidad de los EE.UU. está dentro de la clase C_4, lo que indica un peligro alto de salinización del suelo que se riega con ella.

Las variaciones del índice de salinidad en las aguas empleadas para el riego son mínimas y pueden considerarse como de una calidad constante a lo largo de todo el ciclo vegetativo. Además de estos análisis, correspondientes al período considerado para este estudio, se dispone de otros efectuados en años anteriores y la conductividad eléctrica siempre se ha mantenido entre los 2.700 y 3.000 micromhos/cm.

Los resultados obtenidos con los análisis de plantas y frutos, han sido los siguientes, expresados en tanto por ciento.

	N	P	K	Ca	Mg
Fruto	1,81	0,41	2,85	0,04	0,13
Planta	2,03	0,50	1,73	2,50	1,00

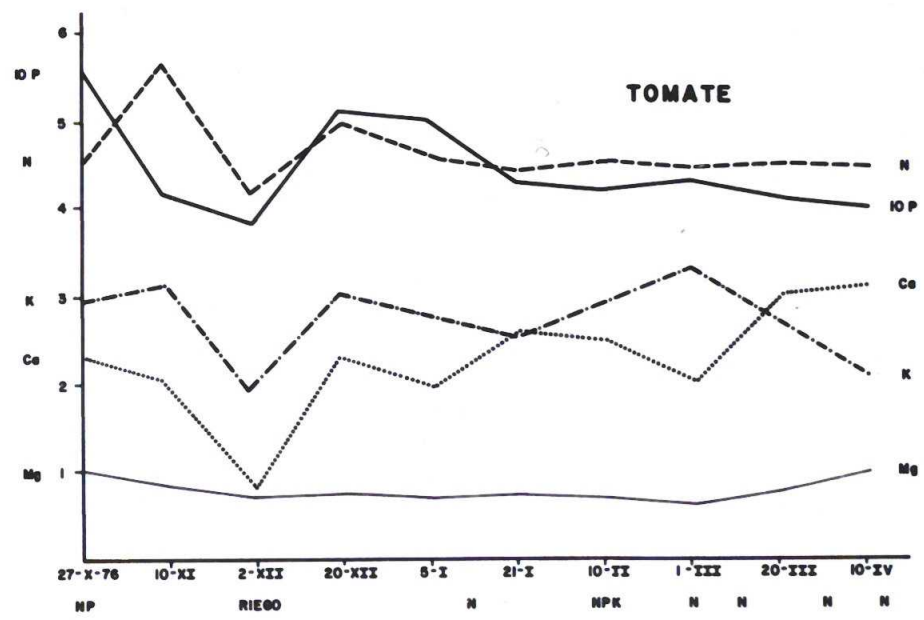

Fig. 5.—Cultivo de tomate en parcela enarenada.

Estos porcentajes pueden ser utilizados para calcular las extracciones de macronutrientes que este cultivo realiza. Cálculo que nos ha de servir para ir aproximando las fórmulas de abonado, con las correcciones necesarias, debidas a la eficacia de cada abono aplicado, teniendo en cuenta las pérdidas ocasionadas por lixiviación e interacciones entre los distintos elementos.

Contenido en nutrientes

El ritmo de absorción de nutrientes se conoce mediante los análisis foliares y el resultado del conjunto de todos ellos es el que se representa en la gráfica. En ella se expresa la variación en contenido de nutrientes en la hoja a lo largo del ciclo vegetativo que se ha considerado y en la parcela estudiada. En ordenadas se señalan los porcentajes N, P, K, Ca y Mg que la hoja tenía en la fecha que se hizo el muestreo. Todos los elementos están representados a una misma escala, excepto en el fósforo que se ha utilizado una escala diez veces superior. Junto a las fechas del muestreo foliar, en el eje de abscisas, se han señalado los momentos de aplicación de los distintos nutrientes, con el fin de conocer la respuesta de la planta a cada incorporación. Para interpretar correctamente esta respuesta, se debe considerar la incidencia que tenga el resto de las técnicas de cultivo, así como el momento fisiológico de la planta.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos son provisionales y serán comprobados con el estudio de años posteriores.

Se ha demostrado que el método es útil y posible de aplicar, para ir evaluando la eficiencia de la utilización de diferentes dosis y calidades de abono.

La respuesta de la planta a la fertilización se detecta con la técnica del análisis foliar. El nivel de nitrógeno, el elemento que más veces se ha empleado, se mantiene sin grandes oscilaciones, y a partir de diciembre, prácticamente su representación es una línea horizontal, resultado de las aplicaciones periódicas de este elemento que hace el agricultor hasta el final del ciclo estudiado.

La variación de los niveles de fósforo ha indicado una disponibilidad alta de este nutriente, de acuerdo con los análisis de suelo realizados.

El potasio no se encuentra en equilibrio con el nitrógeno y fósforo. Responde bien a la incorporación realizada a principios de febrero, pero, debido a la gran importancia que tiene este elemento en la composición del fruto es necesario corregir las fechas de aplicación, así como la cantidad aportada con el fin de cubrir las necesidades de la planta, no agotando las reservas del suelo. Se debe tener en cuenta, al mismo tiempo, la interacción que ocasiona el sodio, elemento que estos suelos y aguas de riego contienen en cantidades apreciables.

Los efectos que un riego produce en la disponibilidad de los nutrientes, es detectado en los análisis realizados en el mes de diciembre. Hay que tener en cuenta la aportación de estiércol que se realizó como abonado de fondo, y la incorporación de elementos nutritivos que ésta lleva consigo.

Por último, se observa que las dosis fraccionadas de nutrientes a lo largo del ciclo vegetativo, influyen en la composición química de los tejidos foliares, alterando de forma significativa la evolución de los niveles de nitrógeno, fósforo y potasio en hojas, que se producirían en condiciones normales de desarrollo de la planta.

Armando Martínez Raya,
Servicio de Extensión Agraria