



Agricultura Razonada®

West Analítica y Servicios S.A. de C.V.
Esmeralda No. 2847 Colonia Verde Valle
44550 Guadalajara, México
Teléfonos: (33)31231823, 31217925
Portal Web: www.westanalitica.com.mx
Correos: eaquilar@allabs.com
maldana@allabs.com mgarcia@allabs.com

El Cultivo de TOMATE

Capítulos

- 1. Fertilización y Nutrición**
- 2. Recomendaciones de Fertilización**
- 3. Muestreo Foliar de Tomate (Gráfico)**
- 4. Bibliografía**

1. Fertilización y Nutrición de Tomate

(Lycopersicon esculentum Mill)

El tomate es una planta perteneciente a la familia de las Solanáceas. Existen variedad de crecimiento determinado y de crecimiento indeterminado como son la mayoría de producción comercial. De esto se deriva su gran amplitud en su potencial de rendimiento. En condiciones de campo a cielo abierto y dependiendo de la adaptación de la variedad, técnicas de fertiriego, acolchado, podas, tutorado etc., se logran rendimientos de hasta 200 TM/Ha. Bajo condiciones invernadero con hidroponía o semihidroponía se llega a rendimientos de 400 TM/Ha.

Con el incremento de la concentración de dióxido de carbono (CO₂) en atmósferas controladas tipo invernaderos se han logrado impactos positivos el rendimiento y la calidad en las cosechas de tomate. En otras investigaciones se ha demostrado que el tomate es un cultivo exigente en alto espacio aéreo del suelo, característica ligada al espacio ocupado por aire y a su densidad aparente.

A mayor densidad aparente del suelo o del sustrato, mayor compactación y a mayor compactación mayor resistencia a la emergencia de las plántulas en los semilleros así como menor facilidad de la penetración y desarrollo de la raíz. Se ha demostrado por ejemplo que sustratos con densidades de 1.4 a 1.7 el contenido del pigmento antocianina tiende a acumularse dentro de la planta de tomate, incrementando a su vez el nivel de proteínas y disminuyendo el nivel de azúcar. El tomate es de ligera tolerancia a la acidez del suelo, por lo que su rango de pH adecuado es de 6.0 a 6.5. Se recomienda aplicar cal agrícola en la dosis calculada por un buen análisis de suelo, para cambiar el pH ácido del suelo hasta el rango deseado. La cal deberá ser aplicada dos a tres meses antes del transplante, repartida uniformemente sobre la superficie y luego rastreada de manera en que quede bien mezclada dentro de los 15 a 20 cm de suelo.

El tomate es medianamente tolerante a la salinidad; puede bajar su rendimiento hasta en un 50% si la Conductividad Eléctrica del extracto de saturación llega a 10 mmhos/cm. El tomate está clasificado como semitolerante a los niveles de Boro y presenta máxima tolerancia hasta niveles de 39 me/litro de cloruro. El tomate se caracteriza por extraer del suelo gran cantidad de nutrientes. Por cada tonelada métrica de rendimiento de fruta, se estima que la planta consume 1.9 - 0.725 - 3.5 - 0.25 - 0,30 Y 0.35 Kg de N - P₂O₅-K₂O - Mg - Ca y S respectivamente. Así tenemos que una cosecha de 150 TM de fruta necesitaría la siguiente cantidad de nutrientes expresadas en Kg/Ha:

N	P2O5	K2O	Mg	Ca	S
285	109	525	37.5	45	52.5

La planta de tomate deficiente en Nitrógeno retarda su crecimiento, manifestando sobre todo pérdida de color verde normal, iniciándose este cambio de color como primera señal de deficiencia en las puntas de las hojas más jóvenes de la parte superior de la planta. Estas hojas permanecen pequeñas y delgadas. Conforme la deficiencia avanza la clorofila desaparece gradualmente de las hojas. Esta acción es más rápida en hojas viejas y avanza hasta cubrir la planta entera de un color verde pálido amarillento.

Las nervaduras especialmente de la parte inferior de la hoja (envés) se toman de color púrpura pudiéndose extender hasta los pecíolos. El tallo se hace duro y fibroso adquiriendo también el color púrpura. Se debe tener cuidado de diferenciarlo con la coloración púrpura por deficiencia de fósforo, el cual aparece en todo el contorno de la hoja incluyendo las venas. Las raíces de plantas deficientes en nitrógeno pueden inicialmente lograr mayor desarrollo, pero finalmente se tornan de color pardo y mueren. Los botones florales se caen, un síntoma aparentemente asociado con la reducida área foliar, lo cual a su vez reduce la velocidad de producción de carbohidratos hasta el punto en que la planta es incapaz de producir fruto. Los pocos frutos producidos son pequeños, leñosos y de color verde pálido en estado inmaduro, pero altamente coloreados cuando maduran.

El crecimiento de tomate es seriamente afectado por deficiencia de fósforo, especialmente si la deficiencia se presenta en las primeras etapas de desarrollo. Las plántulas adquieren un color verde oscuro y en las hojas viejas aparece un tono púrpura-rojizo principalmente en el envés de la hoja incluyendo las venas. El color verde oscuro es el resultado de un incremento en la concentración de clorofila, o una absorción excesiva de nitrógeno acompañado de una alta deficiencia de fósforo, la tonalidad púrpura puede llegar a desaparecer, cuando el sistema de raíces logra su completo desarrollo; de allí que este síntoma no sea tan común en plantas adultas. Los tallos son delgados y fibroso y en general la deficiencia de Fósforo produce lento crecimiento y maduración tardía. En suelos calcáreos fuertemente alcalinos o en suelos altos en calcio, o en sustratos de invernadero regados con agua dura alcalina, la deficiencia de fósforo es más aguda y común.

El tomate, como la papa, necesita altas cantidades de Potasio. Cuando este elemento es deficiente durante las primeras etapas de crecimiento, aparece primero un amarillamiento en forma de manchas pequeñas en la punta y márgenes de hojas viejas para luego tomarse necróticas. El fruto es mal formado con escasa pulpa sin consistencia y maduración desuniforme. Sin potasio suficiente la planta de tomate le nota falta de vigor, más susceptible a enfermedades, crecimiento disparado debido a la translocación efectiva

de almidón que se mueve de un lado a otro de la planta atendiendo necesidades internas de la propia planta.

Las plantas de tomate deficientes en Potasio crecen lentamente, con desarrollo achaparrado y bajos rendimientos. Las hojas jóvenes finalmente se arrugan. Las hojas viejas toman color verde grisáceo ceniciento, con los márgenes o bordes amarillentos. El daño progresa de los márgenes hacia el centro causando un bronceamiento del tejido seguido de manchas entre las nervaduras. Las áreas afectadas a menudo adquieren un color anaranjado hasta tornarse quebradizo. Las hojas finalmente se vuelven necróticas y mueren.

Los tallos son duros, leñosos y delgados con poco diámetro. Las raíces no se desarrollan bien, son delgadas y a menudo de color pardo, con pocas raíces fibrosas. El potasio tiene un efecto decisivo en la forma, solidez y calidad del fruto. Aunado a estos síntomas la planta al no tener vigor se hace más susceptible a enfermedades, a la sequía y heladas. Además el Potasio compensa cualquier daño por exceso o aplicación unilateral de Nitrógeno.

La deficiencia de Magnesio en etapas tempranas produce síntomas de amarillamiento entre las nervaduras de hojas viejas; al avanzar la deficiencia estas áreas se vuelven necróticas. El tomate deficiente en magnesio desarrolla hojas quebradizas con tendencia a curvarse hacia arriba. Las nervaduras mantienen un color verde oscuro, mientras que el área comprendida entre ellas se torna amarillenta aumentando su intensidad conforme más se aleja de las nervaduras. Esta clorosis se vuelve en tejido necrótico pardo negruzco provocando luego la caída de la hoja. En etapa de fructificación la etapa de deficiencia puede llegar a ser muy severa.

Plantas de tomate que sufren deficiencia de Calcio presentan hojas de la parte superior de color amarillento, mientras las hojas inferiores permanecen verdes. Hay una característica distintiva; en deficiencia de nitrógeno, fósforo, potasio o magnesio, la porción más baja de la planta exhibe follaje descolorido mientras que las hojas superiores y tallos permanecen normales. La explicación es que el Calcio no es transferido de las hojas viejas a hojas nuevas de la parte superior. Las plantas deficientes en calcio son débiles, fofas y faltas de firmeza o turgencia. Los meristemas o puntos de crecimiento mueren. Las raíces son cortas, ramificadas, gordas, bulbosas y de color pardo oscuro. En el fruto, aun antes de madurar, aparece una aureola de color negro-café, en el área opuesta a la inserción del pedúnculo.

Los síntomas de deficiencia de Azufre en tomate se desarrollan lentamente. La apariencia de las plantas es similar a la falta de Nitrógeno; la diferencia está en que el amarillamiento comienza en hojas jóvenes de la parte superior de la planta: además los tallos crecen notoriamente en longitud pero con poco diámetro. Los síntomas de deficiencia de Azufre en los tomates se manifiestan en crecimiento achaparrado y amarillamiento generalizado del follaje. A menudo, las hojas jóvenes son más cloróticas que las hojas maduras.

La clorosis férrica en tomate se da con frecuencia en suelos calcáreos; ésta clorosis comienza en hojas jóvenes, con poca necrosis o muerte del tejido. Las plantas de tomate deficientes en Cobre tienen pobre crecimiento de rebrotes y muy pobre desarrollo de raíces, color verde-azulado del follaje, curvamiento de hojas y ausencia de formación de flores, desarrollo de clorosis y falta de firmeza en tallos y hojas. Las hojas de tomate deficientes en zinc son anormalmente pequeñas con manchas amarillentas apareciendo este síntoma aun cuando la planta está pequeña.

El follaje de plantas de tomate deficientes en Manganeso manifiesta un aclaramiento del color verde normal, el cual gradualmente cambia a amarillento en el área o porción de la hoja más alejada a las nervaduras principales. Conforme esta condición avanza el amarillento llega a ser más marcado y extensivo permaneciendo las nervaduras verdes, dando una apariencia de manchas o moteaduras cloróticas en la hoja. Eventualmente, todo el follaje puede quedar amarillento, y en muchos casos con necrosis.

El crecimiento es alargado y delgado, con escasa floración y sin formación de fruto. En tomate la deficiencia de boro ocurre raramente y tiene poca implicancia económica. Cuando esta aparece los meristemas o puntos de crecimiento mueren. Esto induce a la aparición de brotes nuevos laterales de hojas. El tallo paraliza su crecimiento, su extremo apical se dobla hacia abajo, se torna amarillento y muere. La raíz muestra pobre crecimiento adquiriendo un color amarillento o pardusco. La fruta se torna de color oscuro con áreas como deshidratadas.

La deficiencia de Molibdeno en tomate se nota con moteaduras o manchas entre las nervaduras y encurvamiento de hojas viejas, color verde pálido de nervaduras y apariencia inflada de las áreas cloróticas. La toxicidad por Manganeso y/o Aluminio, se da en suelos ácidos, el tomate tiende a crecer alto y delgado, con lesiones en tallos y pecíolos, especialmente cerca de los nudos y hojas marchitas y secas; el cáliz de los frutos muestra puntas quemadas. El tomate se caracteriza por presentar mediana respuesta a la aplicación de Manganeso, Cobre, Zinc y Molibdeno y presenta alta respuesta a la aplicación de Hierro. Cuando los niveles de estos micro nutrientes en el suelo son bajos o deficientes en el suelo, se recomienda aplicarlos en el momento del transplante y complementarios posteriormente con dos a tres aplicaciones foliares.

Para formular un plan balanceado de fertilización para el cultivo de tomate, es recomendable realizar en primer lugar un análisis de suelo y posteriormente el análisis foliar o de tejidos que permitan ir haciendo ajustes y correcciones a la fertilización. El peligro de llegar a suministrar dosis de fertilización demasiado pequeñas que no satisfagan la adecuada nutrición necesaria para lograr altos rendimientos, así como la aplicación de cantidades excesivas que perjudiquen a la planta, hacen de los análisis de suelo y foliares uno de los mejores medios para determinar qué nutrientes y en qué cantidad aplicarlos.

Para el análisis de suelo, es necesario tomar muestras representativas del predio o parcela que se va a sembrar. Por cada lote homogéneo de terreno, tomar una muestra compuesta formada por pequeñas porciones de suelo (5 a 15 perforaciones tomadas al azar con

barrena o pala a una profundidad de 0-20 cm). Se mezclan bien estas porciones y se toma un puñado de tierra (1/2 a 1.0 Kg) que se coloca en una bolsa, se identifica y se envía al Laboratorio. No se debe tomar muestras de áreas recientemente fertilizadas o encaladas. Para el análisis foliar se debe tomar muestras compuestas por 25 a 30 hojas maduras (con limbo y pecíolo) que están opuestas o debajo del racimo de flores (cuarta o quinta hoja del ápice de crecimiento) correspondientes a 25 o 30 plantas elegidas al azar dentro del lote homogéneo de plantación.

Se colocan las hojas en bolsas de papel perforadas para asegurar una adecuada aireación y se envían de inmediato al laboratorio. Las etapas claves de muestreo son: inicio de floración, etapa de fruto con tamaño de 2.5 cm y etapa de fruto con aparición de color. El nivel de nutrientes de rango normal o adecuado para tomate en diferentes etapas de crecimiento se muestra en la siguiente tabla:

ELEMENTO	1era. Floración	2da. Floración	3era. Floración	4ta. Floración	5ta. Floración	6ta. Floración
N (%)	3.5-5.0	3.2-4.5	3.0-4.0	2.50-4.50	2.50-3.0	2.0-2.5
P (%)	0.7-1.3	0.5-1.2	0.4-1.0	0.35-0.55	0.3-0.5	0.3-0.5
K (%)	6.0-10.0	5.0-10.0	5.0-9.0	3.50-5.0	3.0-4.5	0.3-0.5
Ca (%)	1.4-2.2	1.5-2.4	1.5-2.4	1.50-2.5	1.5-2.5	3.5-4.5
Mg (%)	0.3-0.7	0.3-0.8	0.3-0.8	0.32-1.5	0.3-0.9	1.50-2.5
S (%)	sin dato	sin dato	sin dato	sin dato	sin dato	0.33-0.90
Fe (ppm)	60-300	60-300	60-300	60-300	60-300	60-300
Mn (ppm)	50-250	50-250	50-250	50-250	50-250	50-250
B (ppm)	25-75	25-75	25-75	25-75	25-75	25-75
Cu (ppm)	5-50	5-50	5-50	5-50	5-50	5-50
Zn (ppm)	20-250	20-250	20-250	20-250	20-250	20-250

2. Recomendaciones para la Fertilización

A continuación se da algunas recomendaciones generales para lograr mayor eficiencia en la fertilización de tomate:

1. En riego por goteo, incorpore 20% a 40% del N y K₂O Y todo el P₂O₅ y micro nutrientes en la cama antes del transplante. Aplique el resto del N y K₂O a través de los tubos emisores de acuerdo a la velocidad de crecimiento y necesidades del cultivo para cada etapa de crecimiento.
2. En sistemas con acolchado, riego por sub-superficie, incorpore 10% a 20% del N y K₂O, más todo el P₂O₅ y micro nutrientes en la cama antes de poner la cubierta plástica, Aplique el resto de N y K₂O en banda a una distancia de 15 a 25 cm de la hilera de plantas. En sistemas de acolchado y riego por aspersion, incorpore todo el N, P₂O₅, K₂O y micro nutrientes en la cama antes de colocar el acolchado.

3. En la generalidad de los casos se recomienda fraccionar el fertilizante a fin de reducir pérdidas por lavaje o reducir daño por quemado del fertilizante Aplique en la cama al voleo todo el P₂O₅, y micronutrientes, y 25% a 70% de N y K₂O al momento del transplante. Aplique el resto de N y K₂O en banda durante la etapa de crecimiento.

3. Muestreo Foliar de Tomate

(Gráfico)

Procedimiento para la toma de muestra de tomate:

1. Definir lotes de plantas creciendo uniformemente (misma edad, mismo porte o vigor) en cada parcela con el mismo tipo de suelo (homogéneo en pendiente, color, textura, profundidad, etc.). Tomar una muestra compuesta por varias hojas de plantas, de la siguiente manera:
2. Colectar 40 a 60 hojas maduras (con limbo y pecíolo) que están opuestas o por debajo del racimo de flores (cuarta o quinta hoja del ápice de crecimiento) correspondientes a 40 a 60 plantas elegidas al azar dentro del lote uniforme de plantación. (Ver imagen 1).
3. Colocar las hojas en bolsas de papel (bolsas con perforaciones para facilitar la aireación). Identificar la muestra y enviarla de inmediato a Laboratorios A-L de México. Si las hojas colectadas están muy húmedas, es preferible orearlas unas cuantas horas para que se sequen y evitar que se formen hongos o moho al llegar a Laboratorios A-L de México. En caso de tomate es necesario precisar en qué etapa de desarrollo se hace la colecta: etapa vegetativa, inicio de floración, inicio de fructificación, cosecha o corte de primera floración, cosecha o corte de segunda floración etc.

La muestra se recomienda enviarla a Laboratorios A-L de México por la vía más rápida (DHL, Estafeta, etc.). Los resultados se entregan por vía e-mail, fax o mensajería, en un plazo no mayor a 9 días hábiles desde que llega la muestra a Laboratorios A-L de México.

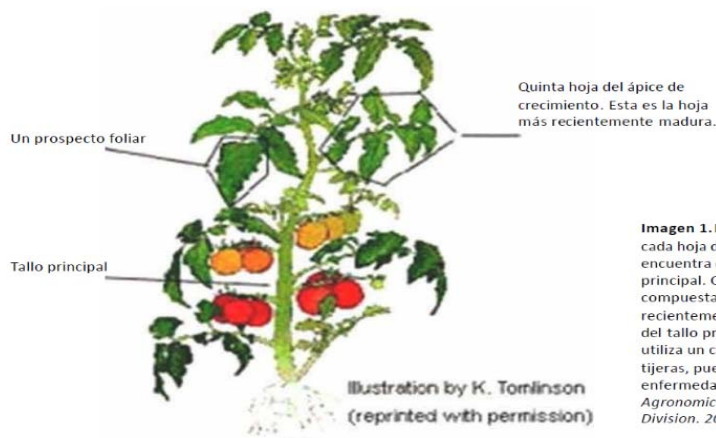


Imagen 1. En la base de cada hoja de tomate se encuentra el tallo principal. Quite la hoja compuesta, más recientemente madura del tallo principal. Si utiliza un cuchillo o tijeras, pueden causar enfermedades. NCA., Agronomic Services Division. 2011.

4. BIBLIOGRAFÍA:

1. – NCA., Agronomic Services Division, Steve Troxler, Commissioner of Agriculture.
<http://www.ncagr.gov/agronomi/Tissue/tom03.htm>
- 2.- Manual de Agronomía, Laboratorios A-L de México.
- 3.- CD de “Agricultura Razonada” Laboratorios A-L de México.



Agricultura Razonada®

West Analítica y Servicios S.A. de C.V.
Esmeralda No. 2847 Colonia Verde Valle
44550 Guadalajara, México
Teléfonos: (33)31231823, 31217925
Portal Web: www.westanalitica.com.mx
Correos: eaquilar@allabs.com
maldana@allabs.com mgarcia@allabs.com