

## LOS NUTRIMENTOS

Al igual que la materia seca, el contenido de nutrimentos varía en tiempo y en los distintos órganos. En el Cuadro 1 se aprecia la información para algunos órganos y épocas después de trasplante. Los frutos presentan contenidos porcentuales más o menos estables, pero se observa cómo en el tallo y la raíz, tienden a incrementarse los contenidos.

Esto significa una utilización no efectiva (en cosecha) de nutrimentos pero que deben ser aportados (fertilización) para el correcto funcionamiento de toda la planta. Se observa también la precocidad de estos tomates; a partir del día 21 después de trasplante, se presentan frutos. Es notorio también que en el día 78, cerca de finalizar la fase II, se dan cambios importantes en la concentración de varios de los elementos minerales.

## APLICACIÓN

El productor junto con un técnico, pueden construir la curva de crecimiento de sus cultivos en el invernadero y determinar en qué momentos ocurre una aceleración o una desaceleración del desarrollo de la planta. A su vez se deberá poner mucha atención y aplicar las necesidades de nutrimentos para mantener el ritmo natural de desarrollo. Esto, junto con la suma de horas de luz (grados día) acumulados en esos momentos, también permitirá entender el comportamiento de las plantas en distintas épocas. Cada 15 días puede recolectarse una planta completa (sacar la raíz con cuidado) y separarla en sus partes (raíz, tallos, hojas, flores, frutos, residuos de poda), pesarla y meterla en bolsas de papel. Estas se colocan en el horno a 74 C por 48 horas y luego de dejarlas enfriar al ambiente, se pesan. El resultado es la materia seca y la diferencia es agua. El dato de materia seca de cada época (tiempo en días) se puede colocar en una hoja cuadrículada y se logra una curva similar a la de la figura 1. Los análisis de nutrimentos se hacen en un laboratorio, con base en una muestra de la materia seca de los diferentes órganos de la fase II. Así se puede determinar el estado nutricional real y relacionarlo con la apariencia de la planta y las experiencias de otros ciclos en cuanto a los rendimientos y, finalmente, ajustar la nutrición.

Este material fue elaborado por **Carlos Méndez Soto**,  
Investigador del Programa de Hortalizas,  
Estación Experimental Fabio Baudrit Moreno,  
Universidad de Costa Rica y **Francisco Marín Thiele**,  
Gerente del ProNAP, Ministerio de Agricultura y Ganadería.

Información adicional puede lograrse con el primer autor,  
escribiendo a [carlos.mendez@ucr.ac.cr](mailto:carlos.mendez@ucr.ac.cr)

Marzo 2014

El Programa Nacional Sectorial es una unidad adscrita al despacho Ministerial del Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica. Para comunicarse con la Gerencia llamar al teléfono (506) 2232-1949 ó escriba a [framathi@costarricense.cr](mailto:framathi@costarricense.cr)



Este documento ha sido impreso gracias al aporte de la Fundación para el Fomento y la Promoción de la Investigación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria en Costa Rica, como parte del proyecto F-01-12.



## IMPORTANCIA DEL ANÁLISIS DE CRECIMIENTO: EL CASO DEL TOMATE TIPO CHERRY

Programa Nacional Sectorial de Producción Agrícola bajo Ambientes Protegidos ProNAP

APB-o68

La fotosíntesis que se lleva a cabo en las plantas, produce carbohidratos que son distribuidos entre los diferentes órganos de la planta y son empleados en la construcción y el funcionamiento de los tejidos. Esta distribución de materia seca, conocida como "**Tasa de Particionamiento**", responde al desarrollo y al manejo del cultivo. Existe una herramienta para estudiar y expresar este proceso mediante el uso de las curvas de crecimiento o acumulación de peso seco. Así, el término "**Análisis de Crecimiento**" se refiere al uso de métodos cuantitativos que describen e interpretan el comportamiento de una planta creciendo bajo condiciones naturales, semi-naturales o controladas. El análisis de crecimiento provee entonces la capacidad para interpretar el desarrollo y el funcionamiento de la planta a través del tiempo, así como definir los criterios para elaborar el plan adecuado de manejo agronómico. A lo anterior debe sumarse el concepto de **grados día**, que consiste en la acumulación de energía como horas de luz efectiva para la fotosíntesis y que también debe registrarse, para poder ayudar a interpretar algunos eventos del crecimiento vegetal. El término procura traducir el tiempo cronológico en tiempo fisiológico.

## TIPOS DE ANÁLISIS

El análisis de crecimiento se realiza evaluando la acumulación de materia seca a través del tiempo en los diferentes órganos de la planta, por lo que hay que tomar muestras (plantas completas) cada cierto tiempo y determinar su peso seco.

Cuando se pretende comparar el efecto de ciertos tratamientos sobre el crecimiento de las plantas, se emplea el análisis de **crecimiento 'clásico'**, que consiste en llevar a cabo pocos muestreos del tejido vegetal producido a lo largo del ciclo de cultivo, pero se hacen muchas repeticiones. El **análisis 'funcional'** se utiliza cuando se requiere detallar el crecimiento. Está basado en muestreos frecuentes pero pocas repeticiones, y se realiza mediante una simulación con funciones matemáticas que describan adecuadamente el desarrollo

Las **curvas de absorción** de nutrientes (ingreso a la planta) son el producto de la relación entre el contenido de materia seca y la concentración de elementos minerales en los tejidos. Ambos procesos se expresan de manera distinta en diferentes momentos (etapas) fenológicos del desarrollo, como etapa vegetativa, floración, fructificación y envejecimiento.

Cada etapa requiere un mínimo de energía acumulada los grados día ó GDA, medidos en  $W/m^2$  ó  $kCal$ , base fundamental del manejo de la nutrición de cualquier cultivo. Así, la determinación de los principales eventos fenológicos durante el ciclo de cultivo, expresada en función del **tiempo fisiológico**, ayudará a asociar las curvas de acumulación de materia seca y de absorción de nutrientes con el crecimiento y desarrollo del cultivo y su manejo racional.

En el presente ejemplo, se describe cuantitativamente la fenología, partición de materia seca y las curvas de absorción de nutrientes

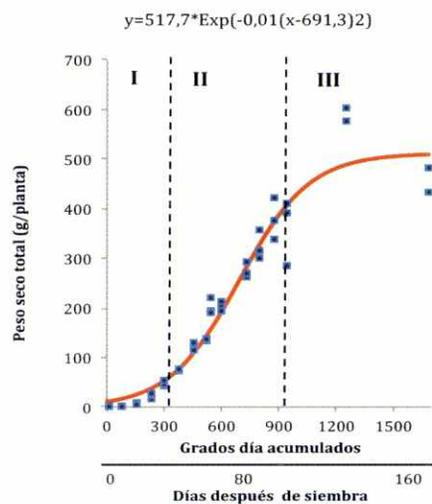


Figura 1: curva de crecimiento para el tomate cherry, Alajuela 2013.

del tomate 'cherry' bajo condiciones de agricultura protegida en función del tiempo fisiológico.

## ANÁLISIS DE CRECIMIENTO

El crecimiento del tomate tipo cherry fue de tipo sigmoide (en 'S'). Las imágenes presentan un registro fotográfico de la fenología para las tres fases durante el ciclo de cultivo, hasta 145 días después de la siembra.

Se han determinado tres fases de desarrollo. La **fase I** se caracteriza por una lenta acumulación de materia seca en los órganos (raíz, tallos y hojas). En la **fase II** hay un rápido crecimiento vegetativo; posteriormente se diferencian las estructuras florales y se inicia la fructificación y la cosecha (el tallo es el órgano que acumula más asimilados, a los 719,1 grados día, dada su función de conducción y soporte. También en esta fase hay gran acumulación en racimos florales a los 1046,1 grados día y frutos (esto contrasta con otros tipos de tomates, como los de mesa, cuyas estructuras florales son más simples). En la **fase III** la tasa de acumulación se estabiliza, tiende a decrecer y coincide con el inicio de la senescencia (envejecimiento) de la planta, cuando ocurre una disminución en la tasa de formación de hojas, flores y frutos, pues concluye la función reproductiva (ver figuras 1 y 2).



Figura 2: tres fases del crecimiento de tomate cherry, Alajuela 2013.

Cuadro 1: contenido porcentual de varios elementos minerales en algunos órganos y algunas épocas del desarrollo del cultivo

Elemento	Órgano	Días después del trasplante (contenido en porcentaje)					
		0-7	28	56	78	109	154
N	Raíz	2,66	2,26	2,13	1,92	1,85	2,39
	Tallo	2,04	2,67	1,69	3,14	3,66	3,66
	Frutos	0	2,56	2,18	2,39	2,51	2,09
P	Raíz	0,54	0,53	0,69	0,87	1,18	2,49
	Tallo	0,51	0,69	0,59	1,2	1,12	1,07
	Frutos	0	0,55	0,37	0,39	0,38	0,39
K	Raíz	2,51	2,44	0,30	2,36	0,58	2,44
	Tallo	5,70	5,74	0,29	7,82	7,26	7,59
	Frutos	0	3,32	2,98	3,2	3,20	3,32
Ca	Raíz	0,87	0,91	1,62	1,91	3,08	4,87
	Tallo	0,67	0,79	0,79	1,4	1,40	1,30
	Frutos	0	0,16	0,17	0,13	0,12	0,10
Mg	Raíz	0,33	0,32	0,30	0,28	0,23	0,31
	Tallo	0,35	0,37	0,29	0,49	0,50	0,41
	Frutos	0	0,19	0,16	0,17	0,15	0,14
S	Raíz	0,26	0,26	0,27	0,31	0,22	0,50
	Tallo	0,26	0,23	0,19	0,39	0,39	0,37
	Frutos	0	0,17	0,14	0,15	0,14	0,14