

EVALUACIÓN DE ÁCIDOS CARBOXÍLICOS EN EL CULTIVO PROTEGIDO DEL TOMATE.

Autores: María Isabel Hernández Díaz¹, Modesto Mojena Graverán², Marisa Chailloux Laffita¹, Julia Mirta Salgado Pulido¹ y Anselma Ojeda¹

¹ Instituto de Investigaciones Hortícolas “Liliana Dimitrova”. Email: mariiai@liliana.co.cu

² Comercial Caimán Internacional S.A (CCI S.A).email: mojenag@yahoo.com

RESUMEN

El presente estudio se desarrolló en áreas del Instituto de Investigaciones Hortícolas “Liliana Dimitrova” con el objetivo de evaluar el efecto de NUTRISORB-SC (producto natural a base de ácidos polihidroxicarboxílicos alifáticos y compuestos derivados del ácido Benzoico que actúa como inductor de la absorción mineral y que provoca mejoras en el rendimiento y en la calidad de los frutos) en el cultivo del tomate (Híbrido HA 3019). La experiencia se llevo a cabo en condiciones de cultivo protegido, en una instalación de Tipología II, modelo A-12 donde se estudiaron dos tratamientos, una variante testigo y una variante con NUTRISORB-SC. El producto se aplicó semanalmente a través del fertirriego y por vía foliar, la primera entre la tercera y la sexta semana y la segunda durante todo el ciclo del cultivo y hasta los 90 días después del trasplante. Se determinó el Índice de crecimiento, el contenido foliar de nitrógeno, fósforo y potasio en las diferentes fases de crecimiento del cultivo, el rendimiento total y por calibres, y algunos componentes del rendimiento e indicadores de calidad externa e interna en frutos de tomate. Se pudo comprobar que la utilización de NUTRISORB-SC ejerció una influencia positiva en el crecimiento del cultivo, en los contenidos foliares de fósforo y potasio y en los componentes del rendimiento masa promedio del fruto y número de frutos por planta. En cuanto al rendimiento se pudo observar que la utilización de ácidos carboxílicos incrementó significativamente el rendimiento de selecta y el de selecta + Primera y disminuyó el rendimiento de segunda y de tercera, expresados tanto en producción por superficie como en porcentaje por categorías, mientras que el rendimiento total fue significativamente superior en las plantas que recibieron NUTRISORB-SC, calculándose incrementos

en la producción de 24.32 % con relación a la variante testigo, además disminuyó la presencia de decoloraciones internas en el fruto y estimuló significativamente la asimilación de nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio. El resto de las variables de calidad externa e interna no se afectaron con la aplicación de este producto.

SUMMARY

The present study was developed in areas of the Institute of Horticultural Investigations "Liliana Dimitrova" with the objective of evaluating the effect of NUTRISORB-SC (natural product with the help of sour polihidroxicarboxílicos alifáticos and derived compounds of the Benzoic acid that it acts as inductor of the mineral absorption and that it causes improvements in the yield and in the quality of the fruits) in the cultivation of the tomato (Hybrid HA 3019). The experience carries out under conditions of protected cultivation, in an installation of Type II, model A-12. where were studied two treatments, a varying witness and a variant with NUTRISORB-SC. The product was applied weekly through the fertirriego and for via foliating, the first one between the third and the sixth week and the second during the whole cycle of the cultivation and until the 90 days after the transplant. It was determined the Index of growth, the foliar content of nitrogen, phosphorus and potassium in the different phases of growth of the cultivation, the total yield and for categories, and some components of the yield and indicators of external and internal quality in tomato fruits. It could be proven that the use of NUTRISORB-SC exercised a positive influence in the growth of the cultivation, in the contained foliar of phosphorus and potassium and in the components of the yield mass average of the fruit and number of fruits for plant. As for the yields one could observe that the use of sour carboxílic increased significantly the yield of select and the one of select + Primera and it diminished the yield of second and of third, expressed so much in production by surface as in percentage for categories, while the total yield was significantly superior in the plants that received NUTRISORB-SC, being calculated increments in the production of 24.32% with relationship to the varying witness, it also diminished the presence of internal fadings in the fruit and it stimulated the nitrogen assimilation, match, potassium, calcium and magnesium

significantly. The rest of the variables of external and internal quality was not affected with the application of this product.

INTRODUCCIÓN

El manejo de la nutrición en las casas de cultivo se ha convertido en una de las principales limitantes para obtener altos rendimientos. La nutrición en estas casas se logra fundamentalmente por la técnica de la fertirrigación, que no es más que la combinación del riego con la fertilización. Es un modo efectivo de mantener un nivel óptimo de fertilidad y aporte del agua de acuerdo a las exigencias de cada planta y tipo de suelo (Imas, 1999).

Sin olvidar la intensa demanda fisiológica impuesta por las hojas y los tallos sobre los minerales esenciales, ni la importancia de los procesos de distribución de los mismos por parte de los tejidos vasculares, se puede decir que el proceso de nutrición mineral es fundamentalmente “responsabilidad” de los sistemas radicales de las plantas. Sin embargo, los sistemas de cultivo protegido de hortalizas difieren de los cultivos a pleno campo en cuanto al sistema de raíces, en primer lugar la relación parte área/radical es mayor que en los cultivos al aire libre por lo que son más susceptibles al manejo de la fertilización y en segundo lugar estos órganos crecen confinados a un volumen de agua y nutrientes, que estará determinado por el bulbo húmedo que seamos capaces de formar con la práctica diaria del fertirriego. Este aspecto, unido a la necesidad de programar un sistema de fertirriego que promueva la utilización racional de los fertilizantes, que potencie la obtención de elevados rendimientos y garantice la calidad que exige el consumidor, ha conllevado a que en los últimos años las investigaciones favorezcan la búsqueda y elaboración de nuevos fertilizantes, bioproductos, reguladores del crecimiento, promotores de la asimilación de nutrientes y otras formulaciones que puedan ser utilizadas con el objetivo de optimizar la nutrición en estas condiciones (Hernández et al., 2005).

Los ácidos carboxílicos son compuestos naturales de la planta derivados de la fotosíntesis y la respiración, son moléculas específicas simples de bajo peso molecular que contribuyen a la formación de casi todos los tejidos, son componentes esenciales en muchas sustancias vegetales de trascendencia, se

encuentra en las vitaminas, en las moléculas de los ácidos nucleicos y en los alcaloides y forma parte de las moléculas proteicas, todos estos compuestos intervienen en el mecanismo enzimático que hace posible la realización del metabolismo celular (Proqrisa, 2004). Se ha detectado además que estos productos participan directamente en la absorción de nutrientes pues al aportar fuentes proveedoras de iones H^+ , estimulan el intercambio con los cationes de la solución del suelo, estos se enlazan con los radicales carboxílicos, alteran la estructura de las membranas y estimulan una mayor apertura de las mismas facilitando así la entrada de nutrientes en la planta (Stutte, 1995).

Diversos autores han confirmado las bondades de la utilización de productos comerciales a base de ácidos carboxílicos en la producción, estado nutricional de la planta, calidad y vida postcosecha de los frutos en varios cultivos hortícolas (Román y Gutiérrez, 1998 y Martínez et al., 2000), se utilizan además para recuperar los nutrientes atrapados o inmovilizados en los suelos y para el tratamiento de las sales disueltas en las aguas de riego (Fflugsa, 2005), como fertilizante quelatado formulado especialmente para hortalizas, ricos en calcio y potasio, lo cual facilita el ingreso y el metabolismo de los nutrientes en la planta e incrementa la síntesis y traslocación de azúcares (Agrimartin, 2005) y como inductor del crecimiento de la masa radical y del sistema respiratorio de la raíz, ocasionando que los nutrientes sean absorbidos más eficientemente, favoreciendo de esta forma la uniformidad de la respuesta del cultivo a la fertilización (Proqrisa, 2004).

Teniendo en cuenta lo anterior se propuso como objetivo del presente estudio evaluar la influencia de NUTRISORB- SC en el cultivo protegido del tomate, un producto natural a base de ácidos polihidroxicarboxílicos alifáticos y compuestos derivados del ácido Benzoico que actúa como inductor de la absorción mineral y que provoca mejoras en el rendimiento y en la calidad de los frutos.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el Instituto de Investigaciones Hortícolas “Liliana Dimitrova” situado en el municipio de Quivicán en la provincia de La Habana. El cultivo del tomate, Híbrido HA 3019 de procedencia Israelí, se desarrolló durante

el período comprendido entre el 6 de septiembre de 2004 hasta el 6 de enero del 2005. Este cultivar se recomienda para plantaciones de Invierno y verano, es de maduración temprana, de fuerte vigor, y crecimiento determinado, con 170 a 200 g como peso promedio del fruto, de forma achatada, con vida prolongada y resistencia o tolerancia a *Verticillium dahliae*, *Fusarium oxysporium* (Raza 0), virus del mosaico del tabaco (TMV) y alta resistencia al virus del encrespamiento amarillo de la hoja de tomate (TYCLV).

La experiencia se llevó a cabo en una instalación de tipología II, modelo A-12, de 540 m² y con malla sombreadora 35 % por los laterales y el frente. La plantación se estableció a partir de cepellones y las plantas se ubicaron a doble hilera sobre el cantero, a “tres bolillos” y a una distancia de 0.45 m entre hileras y 0.50 m entre plantas. Las características agroquímicas del suelo (Ferralítico Rojo) a una profundidad de 20 cm, así como el análisis químico del agua de riego aparecen en las Tablas 1 y 2.

Tabla 1. Características agroquímicas del suelo

pH (H ₂ O)	pH (KCl)	Cationes (me/100 g)				MO (%)	(mg/100g)	
		Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺		P ₂ O ₅	K ₂ O
7.5	6.8	13.73	1.80	1.725	0.35	2.00	67.65	68.0

Tabla 2. Análisis químico del agua utilizada en el fertirriego

Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	Cl ⁻	CO ₃ ⁻	H CO ₃ ⁻	NO ₃ ⁻	pH	CE
(mg/l)									(mmol/Scm)
108.2	13.82	3.25	14.5	53.4	0	270.16	8.62	7.05	0.868

El manejo agronómico del cultivo se efectuó según lo establecido en el Manual para la producción protegida de Hortalizas (Casanova et al., 2003) La fertilización se realizó a través del sistema de riego, utilizando la técnica del fertirriego y las dosis de riego así como las soluciones nutritivas utilizadas en cada fase aparecen en la Tabla 3 y 4 respectivamente.

La aplicación de microelementos se realizó vía fertirriego una vez por semana utilizando para ello el portador Premiun Quelato. Las necesidades nutritivas de la plantación se cubrieron con los siguientes portadores: Nitrato de amonio, Ácido nítrico, Nitrato de potasio (NKS), Nitrato de calcio, Nitrato de magnesio, Ácido fosfórico, Fosfato Monopotásico, Sulfato de potasio y Sulfato de Magnesio como muestra la Tabla 5.

Tabla 3. Descripción de las dosis de riego aplicadas en cada fase

Fase de desarrollo y duración de la fase (días)	Dosis de riego (l/planta/día)
I (21 días, trasplante a emisión del primer racimo) (6/9/2004-27/9/2004)	0.5
II (20 días, emisión del primer racimo a cuaje del tercer racimo) (28/9/2004-18/10/2004)	0.7
III (23 días, cuaje del tercer racimo a inicio de cosecha) (19/10/2004-10/11/2004)	1.4
IV (41 días, Inicio de cosecha hasta plena producción) (11/11/2004-22/12/2005)	1.0
V (18 días, plena producción hasta el final de la plantación) (23/12/2004-10/1/2005)	0.7

Tabla 4. Descripción de las soluciones nutritivas utilizadas por fase

Fase	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	SO ₄
	(ppm)					
I	-	108	-	-	-	-
II	108	108	103	134	32	192
III	160	108	320	183	43	408
IV	190	108	380	217	50	451
V	160	108	320	183	43	408

Tabla 5. Características de los portadores utilizados

Portadores		RIQUEZA						Solub.	pH
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	SO ₄		
Nitrato de amonio	NH ₄ NO ₃	34	-	-	-	-	-	Soluble (1870 g/l)	5.56
Ácido nítrico	HNO ₃	15.5	-	-	-	-	-	Soluble	ácido
Nitrato de potasio (NKS)	KNO ₃	12	-	45	-	-	1.2	Ultra-soluble	7.0
Nitrato de calcio	Ca (NO ₃) ₂	15.5	-	-	26	-	-	Soluble	Reacción alcalina
Nitrato de magnesio (Ultrasol Mg)	Mg (NO ₃) ₂ H ₂ O	10.7	-	-	-	15.4	-	Soluble (>220 g/l)	6.5
Ácido fosfórico	H ₃ PO ₄	-	21	-	-	-	-	Soluble	3
Fosfato Monopotásico		-	52	34	-	-	-	Soluble	
Sulfato de potasio	K ₂ SO ₄	-	-	50	-	-	54	Soluble (730 g/l)	7.0
Sulfato de Magnesio	Mg(SO ₄)7H ₂ O	-	-	-	-	16	39	Soluble	8-9

Se estudiaron dos tratamientos

T1: Testigo (sin aplicación de NUTRISORB-SC)

T2: Tratamiento con NUTRISORB-SC.

La aplicación de NUTRISORB-SC (producto natural a base de ácidos polihidroxicarboxílicos alifáticos y compuestos derivados del ácido Benzoico, comercializado por la empresa mexicana Proqrisa SA) se realizó semanalmente a través del fertirriego y por vía foliar, la primera entre la tercera y la sexta semana y la segunda durante todo el ciclo del cultivo y hasta los 90 días después del trasplante. El tratamiento a través del sistema de riego se efectuó a una concentración en la solución nutricional de 40 ppm y la aplicación foliar a una concentración de 2000 ppm en la solución de aspersion (30 l de agua/casa/aplicación)

Durante el desarrollo del cultivo se realizaron las siguientes evaluaciones:

1. **Índice de crecimiento (IC)** (cm/planta/día). Se determinó la altura a 10 plantas por réplica a los 15, 30, 45 y 60 días después del trasplante (DDT) y se calculó el Índice de crecimiento mediante la siguiente expresión: $IC = \text{Altura (cm)} / \text{tiempo (día)}$.
2. **Análisis foliares en limbo:** Se determinó, en 4 momentos del ciclo del cultivo (final de las fases II, III, IV y V), los contenidos de nitrógeno (microkjeldahl), fósforo (desarrollo del color con el vanadato-molibdato y espectrofotometría en el visible), potasio, calcio y magnesio (espectrofotometría de absorción atómica medida directamente sobre el extracto diluido). Para ello se realizó un muestreo foliar compuesto por la 4ta y 5ta hoja más desarrollada de cada planta a partir del ápice, las muestras se pesaron y se secaron en estufa a 65 °C hasta peso constante, se molinaron y posteriormente se determinó el porcentaje de macronutrientes.
3. **Componentes del rendimiento:** Se cuantificó el número de frutos/planta (u) en cada cosecha (solo se reflejan los valores totales) y a una muestra de 10 frutos por réplica y en cada cosecha se le determinó: masa del fruto (g) (solo se reflejan los valores promedios), diámetro ecuatorial (cm) (solo

se reflejan los valores promedios) y diámetro polar (cm) (solo se reflejan los valores promedios).

4. **Rendimiento (t.ha⁻¹).** Se efectuaron 11 cosechas y en cada una se cuantificó el rendimiento individual y acumulado en las categorías de selecta (diámetro ecuatorial > 75 mm), primera (diámetro ecuatorial entre 65-74 mm), segunda (diámetro ecuatorial entre 55-64 mm), tercera (diámetro ecuatorial <55 m y frutos con defectos, daños y otras anomalías), selecta + primera y total. El rendimiento acumulado corresponde a la suma de todas las cosechas realizadas hasta una determinada recolección, de esta forma el rendimiento acumulado en la primera cosecha coincide con el individual en esa cosecha, mientras que la producción en la oncenava cosecha corresponde a la suma de todas las realizadas (rendimiento total).
5. **Distribución del rendimiento por calibres (%).** Se determinó a partir de los datos totales del rendimiento por categorías y de la producción total.
6. **Calidad externa e interna del fruto:** La evaluación se realizó en la quinta cosecha (5/12/2004), coincidiendo con el intermedio de la fase III (período de plena producción). A una muestra de 36 frutos por réplica se les determinó: Índice de color por carta de colores (ANEXO), firmeza del fruto con un penetrómetro, diámetro del pericarpo y del mesocarpo con Pie de Rey (mm) y presencia o no de anomalías en la coloración (% de frutos afectados). Posteriormente se procedió a realizar en esta misma muestra la evaluación de la calidad organoléptica que incluyó: Materia seca (%), sólidos solubles totales (%), acidez (%), vitamina C (mg/100g), pH y contenido de nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio (%).
7. **Extracción de macronutrientes en frutos:** Partiendo de los valores de concentración de N, P, K, Ca, Mg y porcentaje de materia seca en frutos, se calculó el consumo de macronutrientes que realizan estos órganos en kg.ha⁻¹.

Para el procesamiento estadístico de la información se aplicaron análisis de varianza de clasificación simple y las medias se compararon mediante la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad en los casos que fue necesario, las letras no se

colocaron en el texto, pues al estudiarse solo dos tratamientos se infiere que en las variables donde se detectó significación estadística el mayor valor corresponde a la letra (a) y el menor a la letra (b). Las variables continuas se transformaron mediante la \sqrt{x} .

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Crecimiento: El crecimiento de una planta se define como el incremento de la biomasa (materia fresca o seca) o de las dimensiones de una planta o de un conjunto de plantas (Altura) y su análisis a largo plazo (que se manifiesta tras un período de uno o varios días) permite predecir la influencia de factores bióticos y abióticos en el comportamiento de los cultivos, además de constituir una herramienta importante para el conocimiento básico y detallado de la naturaleza de los procesos metabólicos que se suceden en los vegetales producto de la interacción planta-tiempo-ambiente (Challa y Bakker, 1995)

El índice de crecimiento (Tabla 6) que se cuantificó en cuatro momentos del ciclo de cultivo antes del inicio de la cosecha y que expresa el incremento en altura de una planta en una unidad de tiempo ($\text{cm} \cdot (\text{planta} \cdot \text{día})^{-1}$) reflejó diferencias estadísticas a los 45 y 60 días después del trasplante (DDT). Los mayores valores, para estos dos momentos de evaluación, se obtuvieron en las plantas que recibieron NUTRISORB-SC.

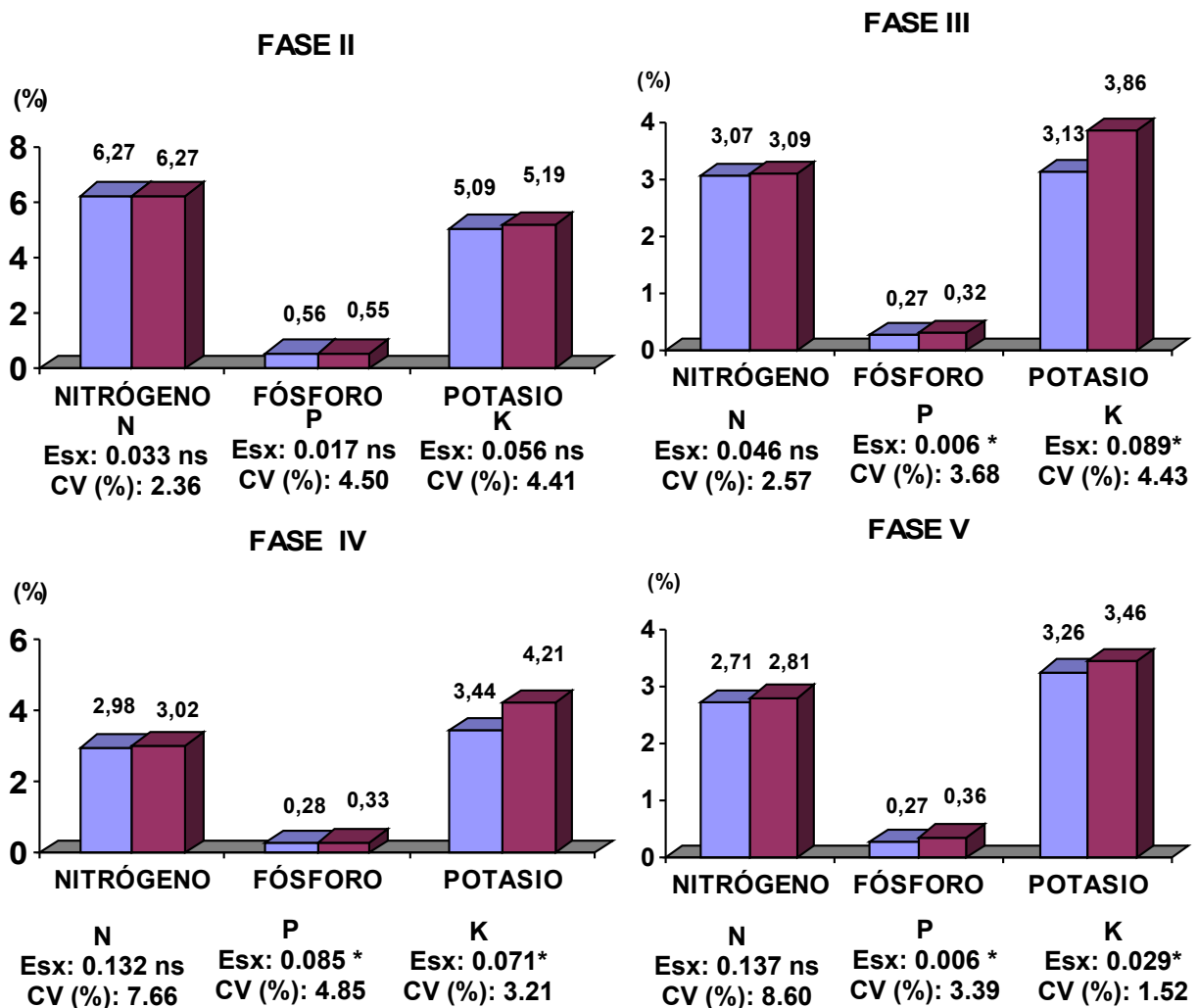
Tabla 6. Efecto de NUTRISORB-SC en el crecimiento en plantas de tomate.

Tratamientos	Índice de crecimiento ($\text{cm} \cdot (\text{planta} \cdot \text{día})^{-1}$)			
	15 DDT	30 DDT	45 DDT	60 DDT
T1. Testigo	1.92	1.94	2.24	1.90
T2. NUTRISORB-SC	1.93	1.98	2.50	2.09
Esx	0.023 ns	0.039 ns	0.062 *	0.015*
Cv (%)	1.87	2.73	4.51	1.36

Estado nutricional: Para confirmar el éxito de un programa de fertilización se requiere tener conocimiento de su incidencia en la composición química de las plantas. El análisis de plantas, como método de estudio y de diagnóstico nutricional, tiene la ventaja fundamental de integrar los efectos de las variables del suelo, la planta, el clima y el manejo, es decir la concentración de nutrimentos en

un órgano específico y en un momento dado, representa la integración de los factores que han incidido sobre la nutrición de la planta (Felipe y Casanova, 1999). En la Figura 1 se muestra el contenido de nitrógeno, fósforo y potasio en las fases II, III, IV y V del ciclo de crecimiento y desarrollo del tomate. En la fase II (Emisión del primer racimo a cuaje del tercer racimo) no se detectaron diferencias significativas para ninguno de los macronutrientes entre los tratamientos en estudio, sin embargo para las fases III, IV y V se observó que las plantas que recibieron el producto a base de ácidos carboxílicos acumularon porcentajes de fósforo y potasio estadísticamente superiores a las plantas de la variante testigo.

Fig 1: Efecto de NUTRISORB-SC en el contenido foliar de macronutrientes en diferentes momentos del ciclo de crecimiento del tomate



Al analizar la evolución del contenido de nitrógeno foliar se pudo detectar que el porcentaje de este macronutriente tendió a disminuir con el desarrollo de la plantación, para el caso del fósforo, los mayores valores se cuantificaron en la segunda fase, porcentajes que disminuyeron en la fase III para mantenerse aproximadamente constante hacia el final del ciclo del cultivo, mientras que la planta acumuló la mayor cantidad de potasio en las etapas II y IV, sin mostrar una tendencia a aumentar o disminuir con el desarrollo del cultivo.

Los porcentajes de nitrógeno, fósforo y potasio estuvieron entre 2.71-6.27 %, 0.27-0.56 % y 3.13-5.19 % respectivamente. En este sentido González (2004) establecen rangos de concentración normal de nitrógeno en el cultivo del tomate de 3.60-4.40 %, porcentajes de fósforo entre 0.40-0.60 % y valores de potasio entre 3.00-4.00 %, teniendo en cuenta los anteriores, se observó que los valores de nitrógeno y potasio en la segunda etapa estuvieron por encima de los normales, mientras que el fósforo se mantuvo durante todo el ciclo del cultivo por debajo. Sin embargo, los porcentajes de macronutrientes cuantificados en el presente estudio fueron similares a los niveles de nitrógeno, fósforo y potasio que señala un programa español de fertilización como adecuados para la producción integrada del cultivo del tomate (Fertiberia, 2005).

Las diferencias en los criterios que se utilizan con relación a los niveles de elementos nutricionales en la planta de tomate y su interpretación, indican que es necesario generar nuestros propios valores de comparación, para juzgar el estado nutricional de las plantas. Estos valores reflejarían mejor el resultado de la integración de los factores que inciden en la producción, de acuerdo a las condiciones locales de ambiente y manejo (Felipe y Casanova, 1999).

Componentes del rendimiento, producción y estructura del rendimiento: La calidad comercial de la cosecha es un factor fundamental a la hora de rentabilizar el cultivo, por lo tanto aquellos factores que contribuyan a mejorar los rendimientos, son económicamente rentables si su costo no es elevado (Martínez et al., 2000). El primer paso para obtener la máxima producción es reducir el porcentaje del rendimiento en las categorías de segunda y de tercera y potenciar las producciones con calidad comercial de selecta y de primera, basados en una

mayor número de frutos por planta y en una adecuada relación entre este y sus componentes de calidad externa, tamaño y peso.

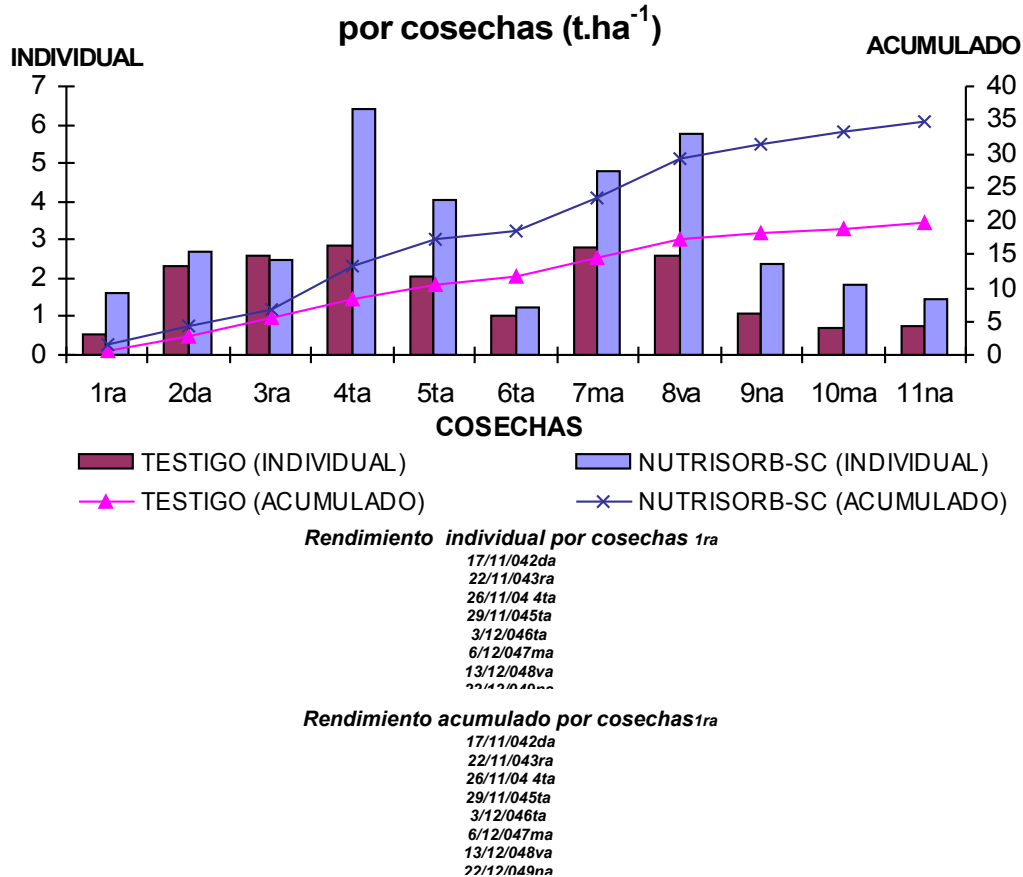
En cuanto a los componentes del rendimiento (Tabla 7) se observó un efecto diferenciado en la masa promedio de un fruto y en el número de frutos por planta, con valores significativamente superiores en las plantas que recibieron ácidos carboxílicos, sin embargo el tamaño del fruto expresado como diámetro polar y diámetro ecuatorial fue estadísticamente similar entre los tratamientos en estudio. Similares resultados obtuvieron Román y Gutiérrez (1998) quienes plantean que la utilización de productos a base de ácidos carboxílicos incrementan el peso del fruto y el número de frutos por planta en tres variedades de melón, debido posiblemente a un aumento en la actividad respiratoria y fotosintética, además de intervenir directamente en la absorción de nutrientes, principalmente la del calcio.

Tabla 7. Efecto de NUTRISORB-SC en los componentes del rendimiento

Tratamientos	Diámetro polar (cm)	Diámetro ecuatorial (cm)	Masa promedio de un fruto (g)	Número de frutos/planta (u)
T1. Testigo	6.47	7.42	161.48	18.23
T2. NUTRISORB-SC	6.52	7.63	188.06	23.38
Esx	0.047 ns	0.057 ns	3.71 **	3.298***
Cv (%)	1.46	1.52	3.68	0.92

En la Figura 2 se refleja la evolución de la producción de selecta en las 11 cosechas que se efectuaron a lo largo del ciclo del cultivo. Para el rendimiento individual por cosechas se obtuvo diferencias estadísticas en ocho de las recolecciones que se realizaron y en todos los casos la aplicación de NUTRISORB-SC provocó valores significativamente superiores a la variante testigo. Por otra parte, se pudo apreciar que la utilización de ácidos carboxílicos estimuló la producción de selecta acumulada desde el inicio de la cosecha y hasta el final de la plantación con rendimientos estadísticamente superiores a T1, mientras que el empleo de NUTRISORB-SC permitió cuantificar un incremento en la producción total para esta categoría de 76.49 % (15.06 t.ha⁻¹) (valores acumulados en la oncenava cosecha) con relación a las plantas que no recibieron el producto.

Fig 2: Rendimiento de selecto individual y acumulado

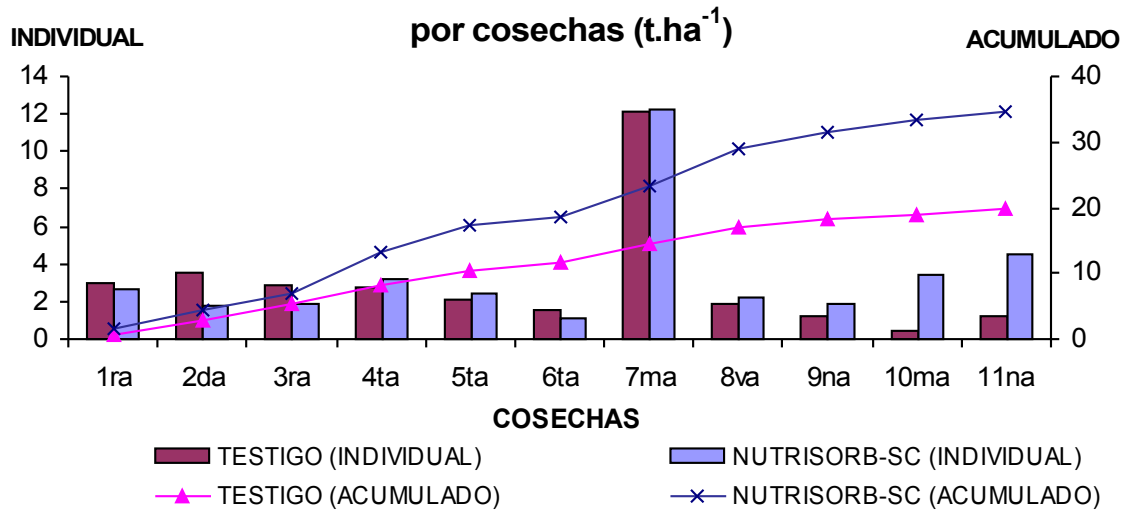


En cuanto al rendimiento de primera (Figura 3) se observaron diferencias estadísticas en la 2^{da}, 3^{ra}, 9^{na}, 10^{ma} y 11^{na} cosecha. Las mayores producciones de primera en la 2^{da} y 3^{ra} recolección se obtuvieron en la variante no tratada, mientras que a partir de la 9^{na} y hasta la 11^{na} cosecha se observó un efecto significativo de NUTRISORB-SC en el rendimiento para esta categoría de producción, comportamiento positivo si se tiene en cuenta que normalmente hacia el final del ciclo del cultivo, específicamente en la fase V (aproximadamente 15 días antes de que finalice la plantación) se observa en el cultivo del tomate una caída en la calidad comercial, declinación que ha sido contrarestanda en alguna medida con la utilización de ácidos carboxílicos.

La obtención de rendimientos superiores en la variante testigo en las primeras cosechas y el efecto diferenciado de NUTRISORB-SC hacia finales del ciclo condicionó que la producción acumulada se mostrara significativamente superior hasta la 6^{ta} cosecha en las plantas no tratadas y que a partir de este momento los

valores fueran similares con un rendimiento total de primera sin diferencias entre los tratamientos en estudio (T1:32.73 t.ha⁻¹ y T2:37.36 t.ha⁻¹).

Fig 3: Rendimiento de primera individual y acumulado



Rendimiento individual por cosechas 1ra

17/11/042da
22/11/043ra
26/11/04 4ta
29/11/045ta
3/12/046ta
6/12/047ma
13/12/048va
22/12/049na

Rendimiento acumulado por cosechas1ra

17/11/042da
22/11/043ra
26/11/04 4ta
29/11/045ta
3/12/046ta
6/12/047ma
13/12/048va
22/12/049na

El rendimiento comercial individual (selecta + primera) fue estadísticamente diferente en 7 de las 11 recolecciones efectuadas a lo largo del ciclo del cultivo y con excepción de la segunda cosecha, en el resto, la aplicación de ácidos carboxílicos provocó rendimientos significativamente superiores a la variante testigo (Figura 4). En la fase V (a partir de la 9na cosecha) NUTRISORB-SC logró producciones que superaron al tratamiento testigo entre 1.96 y 4.10 t.ha⁻¹. Las diferencias en el rendimiento comercial acumulado comenzaron a observarse a partir de la tercera cosecha, mientras que el efecto positivo de NUTRISORB-SC comenzó a manifestarse en la cuarta recolección comportamiento que se mantuvo hasta el final de la plantación, en este momento (oncena cosecha) se cuantificaron incrementos en la producción total de selecta + primera de 37.56 % (19.69 t.ha⁻¹) con relación a T1.

Fig 4. Rendimiento de selecta + primera individual y

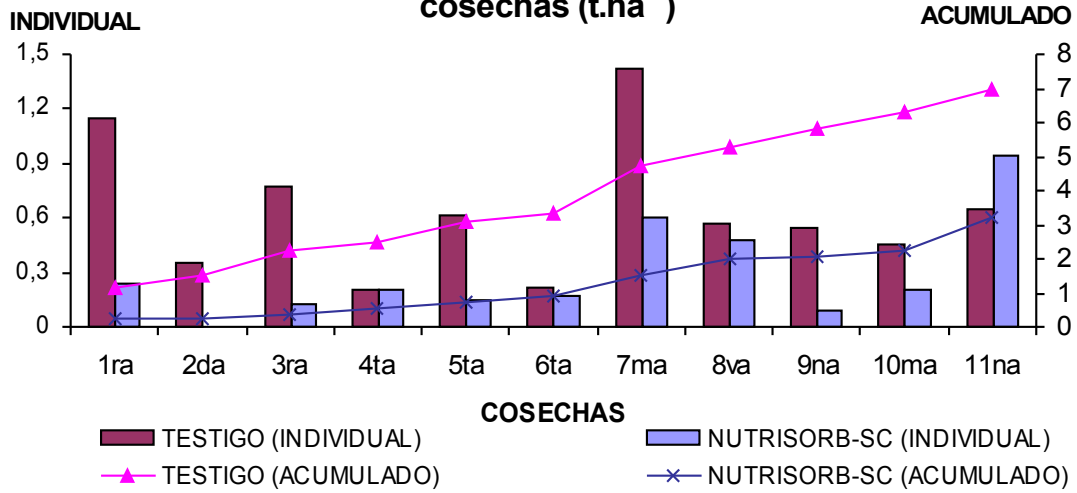
Rendimiento individual por cosechas 1ra
17/11/042da
22/11/043ra
26/11/04 4ta
29/11/045ta
3/12/046ta
6/12/047ma
13/12/048va
22/12/049na

Rendimiento acumulado por cosechas1ra
17/11/042da
22/11/043ra
26/11/04 4ta
29/11/045ta
3/12/046ta
6/12/047ma
13/12/048va
22/12/049na

El rendimiento de segunda individual (Figura 5) fue significativamente inferior en la variante que recibió NUTRISORB-SC para todas las cosechas que mostraron diferencias estadísticas, de igual forma, al analizar la producción acumulada se pudo observar que la aplicación de ácidos carboxílicos provocó una declinación en el rendimiento de segunda desde los inicios de la cosecha y hasta el final del ciclo de la plantación, cuantificándose en la oncenava cosecha producciones totales de segunda de 6.95 t.ha⁻¹ (T1) y 3.21 t.ha⁻¹ (T2) y una disminución en el rendimiento para esta categoría de 46.19 % (3.74 t.ha⁻¹) con relación a T1.

En cuanto al rendimiento de tercera por cosechas (Figura 6) se pudo constatar que este se manifestó solo en la tercera, quinta, séptima y oncenava cosecha con valores significativamente diferentes en tres de estas recolecciones, mientras que la producción acumulada mostró diferencias estadísticas en todos los momentos de evaluación. Tanto para la producción individual como para la acumulada se obtuvo que la aplicación de ácidos carboxílicos permitió reducir significativamente el rendimiento no apto para la comercialización en un 36.63 % (1.09 t.ha⁻¹).

Fig 5. Rendimiento de segunda individual y acumulado por cosechas (t.ha⁻¹)



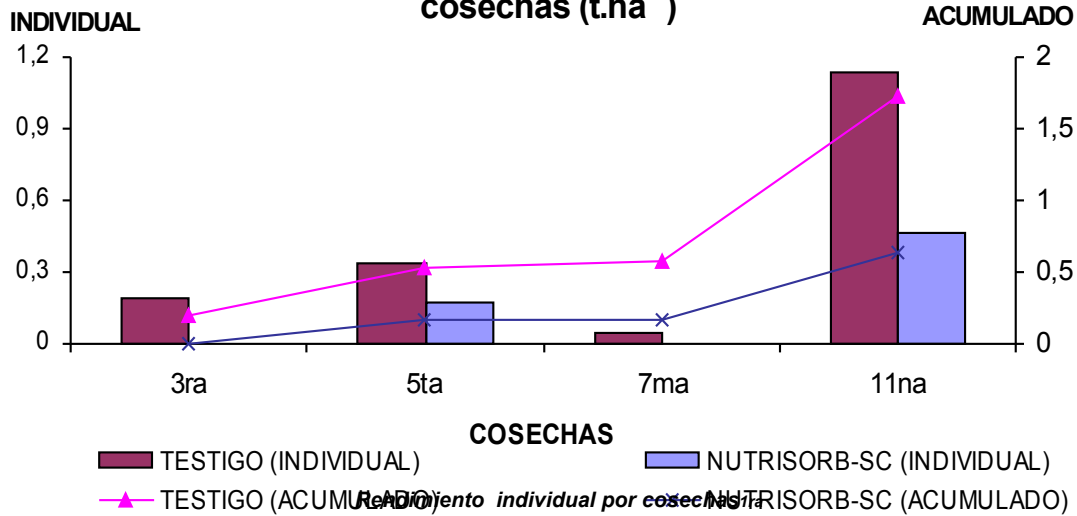
Rendimiento individual por cosechas^{1ra}

17/11/042da
22/11/043ra
26/11/04 4ta
29/11/045ta
3/12/046ta
6/12/047ma
13/12/048va
22/12/049na

Rendimiento acumulado por cosechas^{1ra}

17/11/042da
22/11/043ra
26/11/04 4ta
29/11/045ta
3/12/046ta
6/12/047ma
13/12/048va
22/12/049na

Fig 6. Rendimiento de tercera individual y acumulado por cosechas (t.ha⁻¹)



Rendimiento individual por cosechas^{1ra}

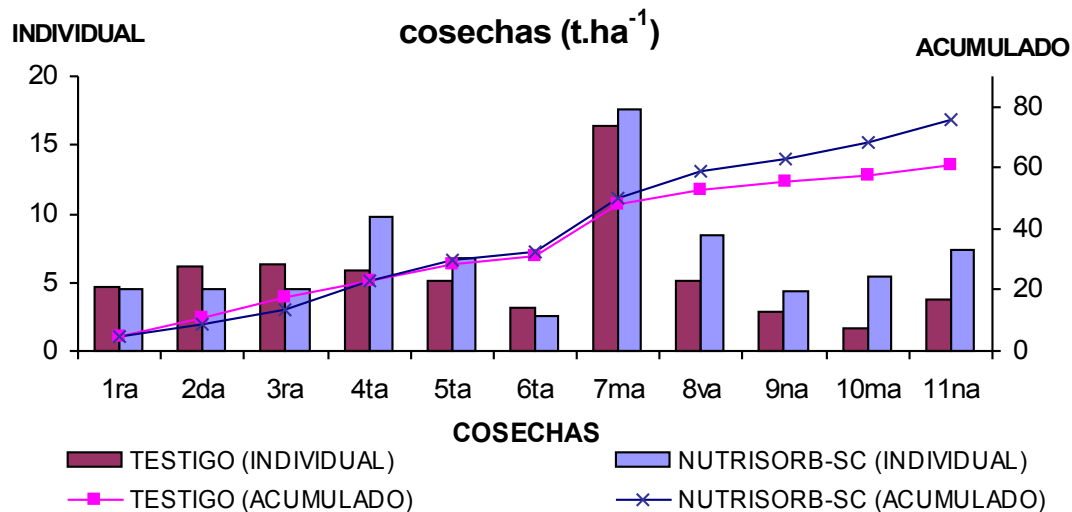
17/11/042da
22/11/043ra
26/11/04 4ta
29/11/045ta
3/12/046ta
6/12/047ma
13/12/048va
22/12/049na

Rendimiento acumulado por cosechas^{1ra}

17/11/042da
22/11/043ra
26/11/04 4ta
29/11/045ta
3/12/046ta
6/12/047ma
13/12/048va
22/12/049na

Al analizar la variable rendimiento total por cosechas (Figura 7) se obtuvo que los beneficios de NUTRISORB-SC en la producción del cultivo comenzaron a manifestarse a partir de la cuarta cosecha, con valores significativamente superiores a la variante testigo. Este efecto se mantuvo en la quinta y de la octava a la oncenava cosecha, mientras que en la segunda y tercera recolección el efecto fue contrario. Este comportamiento provocó que durante los primeros días de iniciado el período de recolección la producción total acumulada fuera mayor en las plantas no tratadas y que solo se observaran valores significativamente superiores en el rendimiento total del cultivo con la utilización de ácidos carboxílicos a partir de la octava cosecha. Es de señalar que este efecto se mantuvo hasta el final de la plantación y que NUTRISORB-SC permitió obtener un incremento en el rendimiento total del tomate de 24.32 % (14.86 t.ha⁻¹) con relación a la variante no tratada.

Fig 7: Rendimiento total individual y acumulado por cosechas (t.ha⁻¹)



Rendimiento individual por cosechas^{1ra}

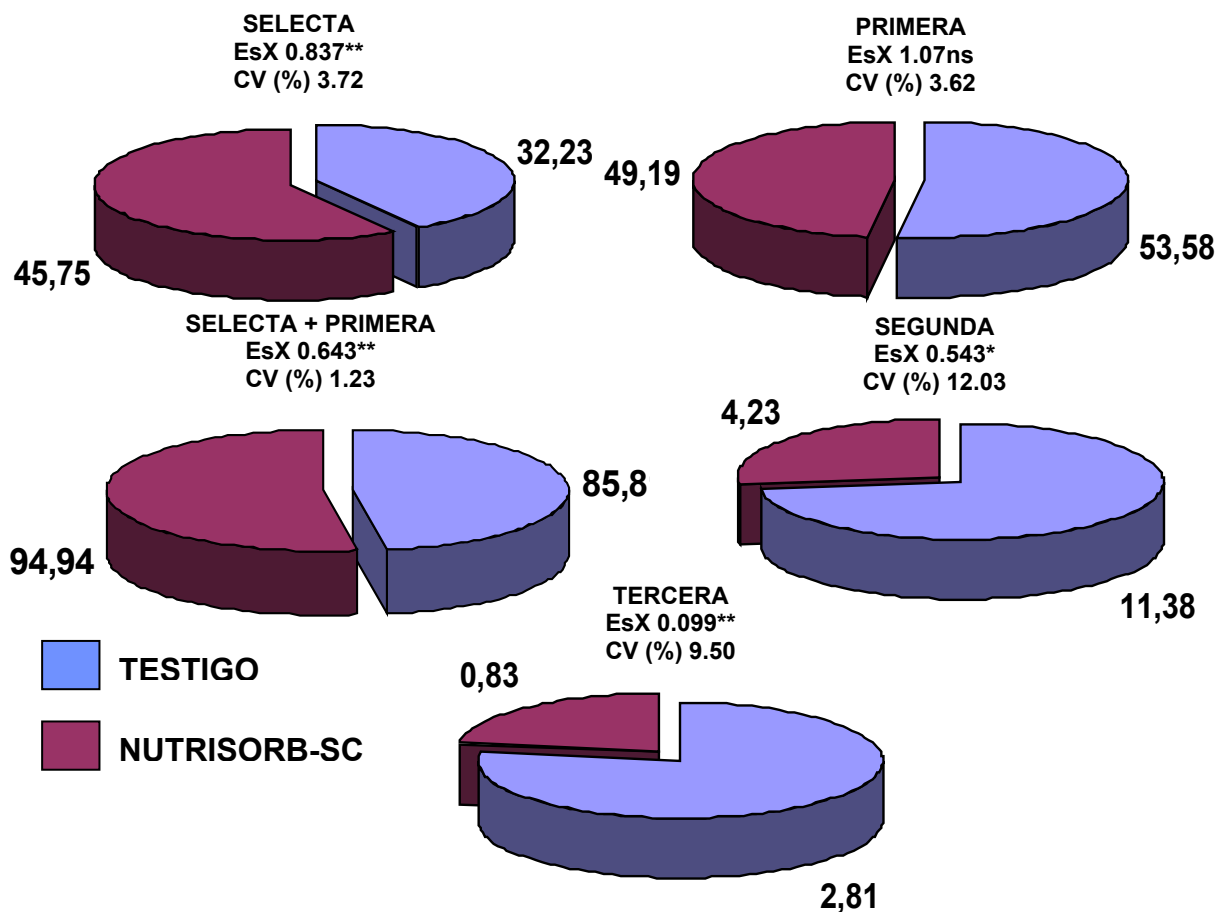
17/11/042da
 22/11/043ra
 26/11/04 4ta
 29/11/045ta
 3/12/046ta
 6/12/047ma
 13/12/048va
 22/12/049na

Rendimiento acumulado por cosechas^{1ra}

17/11/042da
 22/11/043ra
 26/11/04 4ta
 29/11/045ta
 3/12/046ta
 6/12/047ma
 13/12/048va
 22/12/049na

De forma general se pudo comprobar que la utilización de NUTRISORB-SC ejerció una influencia positiva en la producción del cultivo, la cual se manifestó en un incremento significativo en el rendimiento de selecta, selecta + Primera y rendimiento total y en una disminución del rendimiento de segunda y de tercera. Al analizar la estructura del rendimiento expresada en porcentaje por calibres (Fig. 8) se pudo comprobar que la aplicación de ácidos carboxílicos incrementó significativamente el porcentaje de la producción de selecta y primera + selecta desde un 32.23 % y 85.81 % respectivamente en la variante testigo hasta un 45.75 % y 94.94 % en las plantas tratadas, mientras que el rendimiento de segunda disminuyó desde un 11.38 % hasta un 4.23 %. De igual forma se obtuvo que el menor porcentaje de tomate con calibre de tercera se logró con NUTRISORB-SC. El empleo de ácidos carboxílicos no mostró un efecto diferenciado en el porcentaje de la producción que se ubica en la categoría de primera.

Fig 8: Efecto de NUTRISORB-SC en la distribución del rendimiento por calibres (%)



Calidad externa y organoléptica: Se entiende como calidad de un producto hortícola, la combinación de atributos, propiedades o características que determinen su valor para el consumidor, por este motivo Kades (2002) establece que sería de utilidad conocer como influyen los factores genéticos, climatológicos y culturales en aspectos cualitativos como el color, la firmeza, la ausencia de defectos, daños o podredumbres, además de su influencia en las propiedades organolépticas como acidez, contenido de azúcares, minerales y vitaminas.

Al determinar y analizar la consistencia del fruto con Penetrómetro (Tabla 8) se observó que NUTRISORB-SC no ejerció ningún efecto en la resistencia del fruto de igual forma no se detectaron variaciones en el índice del color externo (evaluado en una escala de 12 colores como máximo) ni en el diámetro del pericarpio y del mesocarpio. Mientras que la aplicación de ácidos carboxílicos redujo significativamente el porcentaje de frutos con anomalías en la coloración interna de 32.35% en la variante testigo hasta 19.34% en las plantas tratadas.

Tabla 8. Efecto de NUTRISORB-SC en la calidad externa de frutos de tomate.

Tratamiento	Consistencia	Color	Anomalías en el color interno (%)	Diámetro del endocarpio	Diámetro del mesocarpio
				(mm)	
T1. Testigo	4.32	11.12	32.35 a	70.80	5.73
T2. NUTRISORB-SC	4.12	11.00	19.34 b	73.60	5.71
Esx	0.265 ns	0.09 ns	5.05 *	0.016 ns	0.066 ns
CV (%)	3.10	9.87	10.20	2.50	3.26

Por su parte, las variables de calidad organolépticas: materia seca, contenido de nitratos, sólidos solubles totales (SST), vitamina C, pH y acidez no mostraron un efecto significativo entre los tratamientos en estudio (Tabla 9). De forma general, el contenido de nitratos en frutos de tomate se mantuvo muy por debajo del límite permisible de 150 mg.kg⁻¹ de fruto según lo establecido por García-Roche y Grillo (1991) para el tomate que se cultiva en las condiciones de Cuba, mientras que el porcentaje de sólidos solubles totales (SST) se encuentran dentro de los rangos establecidos por Cuartero y Fernández (1996), Santiago et al. (1998) y Prado (2003) quienes recomiendan como valores adecuados aquellos que están por encima del 4 %. Con relación a la acidez, los valores para el tratamiento testigo se encuentra en el límite del rango de 0.2 - 0.6 % de acidez titulable señalado por

Namesny (2004), mientras que el pH no sobrepasó el valor de 4.5 según lo planteado por Villareal (1982), Prado (2003) y Namesny (2004).

Los valores para la vitamina C, son bajos y en este sentido algunos autores determinaron contenidos de vitamina C en frutos de tomate de 20 a 28 mg.100g⁻¹ de producto fresco (Biasi, 2003 y Herrera, 2003) superiores a los encontrados en el presente estudio, aunque se conoce que el tomate no posee altos contenidos de la misma y varía según la variedad, el clima y la localidad.

Tabla 9. Efecto de NUTRISORB-SC en la calidad organoléptica

Tratamiento	Materia seca (%)	Nitratos (mg.kg ⁻¹)	SST (%)	Vitamina C (mg.100g ⁻¹)	pH	Acidez (%)
T1. Testigo	3.55	33.50	4.80	18.65	4.15	0.40
T2. NUTRISORB-SC	3.65	33.00	4.40	18.65	4.10	0.32
Esx	0.141 ns	0.707 ns	0.070 ns	1.548 ns	0.035 ns	0.024 ns
CV (%)	5.56	3.01	2.17	11.74	1.21	9.66

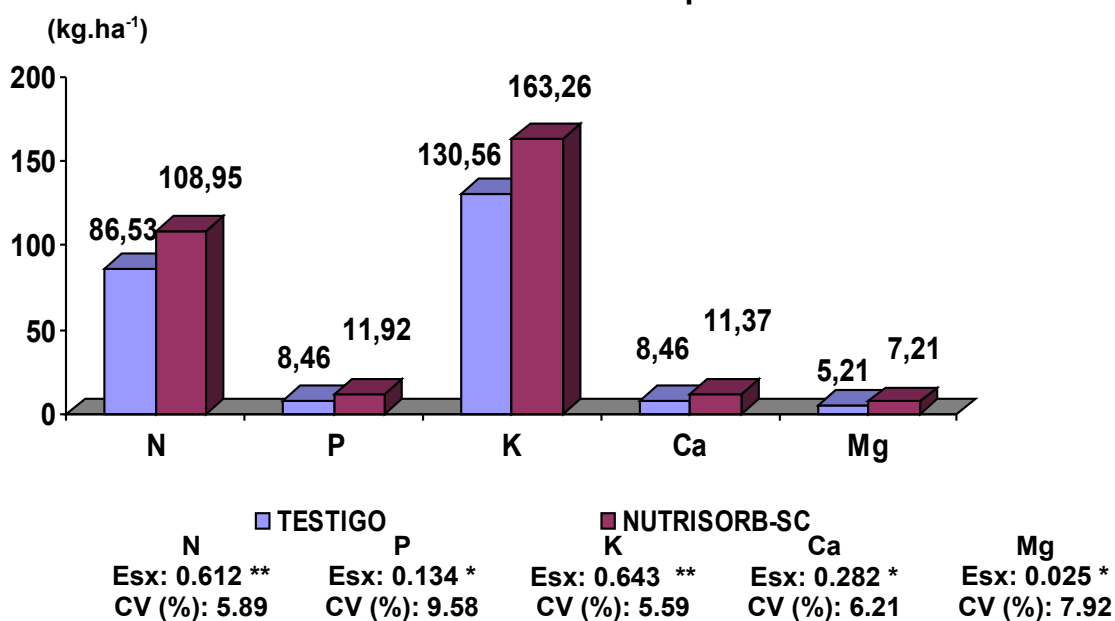
En cuanto a estas variables de calidad organoléptica se han encontrado disímiles resultados para las condiciones de Cuba, que depende de factores bióticos y abióticos como el clima (época del año), el cultivar, el tipo de suelo, la calidad de las aguas de riego y la fertilización propiamente dicha. De esta forma, Chailloux et al. (2000) y Hernández et al. (2004) determinaron en condiciones de cultivo protegido, en un suelo Ferralítico Rojo, para diferentes híbridos de tomate y épocas de siembra, valores de sólidos solubles totales, porcentajes de materia seca, contenidos de vitamina C, pH y acidez de 4.10-4.30 %, 3.13-4.05 %, 9.41-10.13 mg.100g⁻¹, 4.29-4.38 y 0.51-0.58 % respectivamente. Por su parte González (2004) en suelos Pardos con carbonatos encontraron contenidos de vitamina C entre 14.92-19.92 mg.100 g⁻¹ y valores de acidez de 0.53-0.95 %.

Al analizar el porcentaje de nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio en frutos de tomate (Tabla 10) se pudo observar que el tratamiento con ácidos carboxílicos no mostró un efecto diferenciado en su acumulación con relación a la variante testigo. Sin embargo, al analizar los valores de extracción de macronutrientes en kg.ha⁻¹ (Figura 9), se pudo constatar que NUTRISORB-SC estimuló significativamente la asimilación de fósforo, calcio y magnesio en el fruto, mientras que para el nitrógeno y el potasio las diferencias fueron altamente significativas.

Tabla 10. Efecto de NUTRISORB-SC en el contenido de macronutrientes en frutos de tomate

Tratamiento	N	P	K	Ca	Mg
	(%)				
T1. Testigo	3.99	0.39	6.02	0.39	0.24
T2. NUTRISORB-SC	3.93	0.43	5.90	0.41	0.26
Esx	0.109 ns	0.014 ns	0.007 ns	0.007 ns	0.024 ns
CV (%)	3.91	4.82	0.17	2.50	3.86

Fig 9. Efecto de NUTRISORB-SC en la extracción de macronutrientes por el fruto



Múltiples son las ventajas que se derivan de la aplicación de ácidos carboxílicos en cultivos hortícolas. En este sentido Fernández (1996) encontró que la utilización de estos compuestos estimulan la asimilación radicular de los nutrientes en el cultivo del melón, fundamentalmente calcio y potasio, lo cual mejora la calidad de los frutos y prolonga la vida postcosecha, mientras que Román y Gutiérrez (1998) plantean que la utilización de productos a base de ácidos carboxílicos pueden prolongar la vida en anaquel asociado a una mejora en la asimilación de calcio y boro, elementos indispensables en la firmeza, durabilidad y apariencia general de los frutos.

Por su parte Martínez et al. (1999) plantearon que los ácidos carboxílicos contribuyen a mejorar la calidad de los frutos tanto en su morfología como en las

propiedades de textura, aumentando el contenido de azúcares y el rendimiento por calibre. Se ha encontrado además una reducción en el porcentaje de frutos de pimiento que se pierden debido a malformaciones u otras afectaciones pre y postcosecha (Martínez et al., 2000). Estos autores establecen que posiblemente los tratamientos con ácidos carboxílicos pueden contribuir a la mejora del pool genético del fruto, lo cual contribuirá a reducir las deformaciones que se derivan de una fecundación deficiente o de una falta de disponibilidad de boro en los momentos posteriores al cuajado, elemento importante para la formación de paredes celulares y nuevas membranas en los tejidos jóvenes.

Hay que tener en cuenta además que el uso intensivo del suelo y las características genéticas de los híbridos que se cultivan bajo estas condiciones, requieren de una elevada fertilización, por lo que se prevé que con el transcurso de los años ocurra una rápida salinización de los suelos, situación que requiere de un manejo especial para evitar efectos irreversibles en la productividad de los mismos (Martínez, 2000 y Monedero et al., 2004). Por tales motivos se puede incluir a los ácidos carboxílicos dentro de un sistema agrario cuyo objetivo fundamental prioriza la obtención de alimentos de máxima calidad nutritiva, sanitaria y organoléptica, el cuidado al medio ambiente y la conservación de la fertilidad de los suelos mediante la utilización de los productos naturales, evitando todas las formas de contaminación que pueden resultar del empleo abusivo de los abonos sintéticos (Guzmán, 1996).

CONCLUSIONES

Se pudo comprobar que la utilización de NUTRISORB-SC ejerció una influencia positiva en el crecimiento del cultivo, en los contenidos foliares de fósforo y potasio y en los componentes del rendimiento masa promedio del fruto y número de frutos por planta. En cuanto a los rendimientos se pudo observar que la utilización de ácidos carboxílicos incrementó significativamente el rendimiento de selecta y el de selecta + Primera y disminuyó el rendimiento de segunda y de tercera, expresados tanto en producción por superficie como en porcentaje por categorías, mientras que el rendimiento total fue significativamente superior en las plantas que recibieron NUTRISORB-SC, calculándose incrementos en la producción de 24.32

% con relación a la variante testigo, además disminuyó la presencia de decoloraciones internas en el fruto y estimuló significativamente la asimilación de nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio. El resto de las variables de calidad externa e interna no se afectaron con la aplicación de este producto.

BIBLIOGRAFÍA.

1. Agrimartin, SA. Nutricionales, desalinizantes y reguladores de pH (en línea) España [Consulta 27-9-2005] Disponible En: <http://www.agrimartin.com/>
2. Biase, T. Frutos frescos y vitamina c para enfrentar el invierno. (en línea) España [Consulta 11-12-2003] Disponible En: <http://www.salutia.com/>
3. Casanova, A. / et al/. Manual para la producción protegida de hortalizas.—La habana:MINAG, 2003.—113p
4. Chailloux, Marisa, María Isabel Hernández, Francisco Roger pupo y Anselma Ojeda. Informe de validación para el Registro de fertilizantes de la República de Cuba: Prueba de productos del Grupo Bioquímico Mexicano en los cultivos de pepino y tomate bajo condiciones protegidas.—La Habana:Liliana, 2000.—16p.
5. Challa, H. Y J. C. Bakker. Crop growth. Greenhouse climate control and integrated aproach.—Wageningen: Wageningen Pers, 1995.—p15-16.
6. Cuartero, J., R. Fernández. Calidad de las hortalizas para consumo en fresco. **HF-Horto Información** (78):34-38, 1996.
7. Felipe, E. Y E. Casanova. Evaluación de la hoja número tres como muestra representativa para el análisis de N, P y K en tomate. Revista de la Facultad de Agronomía. 25:105-113, 1999.
8. Fernández, E. J. Optimización de la calidad del melón mediante fertilización carboxílica. **Horticultura** 36:195-200, 1996.
9. Fertiberia. Normas para la fertilización en la producción integrada. (en línea) España [Consulta 27-9-2005] Disponible En: <http://www.fertiberia.es/>
10. Fflugsa, SA. Presentación de productos. (en línea) España [Consulta 27-9-2005] Disponible En: [http://www.fflugsa.cjb.net./](http://www.fflugsa.cjb.net/)
11. González, Mariluz. Estudios de nutrición y mejoramiento del suelo bajo régimen de cultivo protegido. En: III Forum Tecnológico Especial de

Cultivo Protegido (20-21 de Diciembre del 2004).—La Habana, Cuba: Liliana Dimitrova, 2004.—p.26

12. Guzmán, T. J. Nuevos enfoques agroecológicos. La sostenibilidad como vía alternativa en el desarrollo agrícola de las unidades agrícolas de producción. **En:** INIFAT. Curso taller “ Gestión medio ambiental del desarrollo rural”.-- Cuba:INIFAT, 1996.—p. 5-29.
13. Hernández, María Isabel, Marisa Chailloux Laffita, Francisco R. Pupo González, Julia M. Salgado Pulido, Anselma Ojeda, Maritza Martínez, José A. Macdonald Cuza y Odalis Bruzón. Validación de fertilizantes de la línea ultrasol de SQM en el cultivo protegido del tomate. Su efecto en la calidad y en la conservación postcosecha. **Revista Alimentaria** (361):83-90, 2005.
14. Hernández, María Isabel, Milagros Monedero, Anselma Ojeda y José A. Macdonald. Extracción y distribución de macronutrientes en el cultivo protegido del tomate, Híbrido HA 3105 En : Congreso Científico del INCA (9:2004, nov 9-12, la Habana) Memorias. CD-ROM. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, 2004. ISBN 959-7023-22-9
15. Herrera, J. M. Informe especial sobre tomates (en línea) España [Consulta 11-12-2003] Disponible En: http://www.ediho.es/horticom/temp_aut/frutas/tomate1.html/
16. Imas, P. Manejo de nutrientes por fertirriego en sistemas Frutihortícolas. International Potash Institute. XXII Congreso Argentino de Horticultura. 28 Septiembre al 1 de Octubre, 1999. Tucuman, Argentina.
17. Kader, A. Quality parameters of fresh-cut fruit and vegetables products. Florida: CRC Press, 2002.--p11-20.
18. Martínez B; J. M. Pareja y V. Flores. Evaluación de efectos inducidos por ácidos carboxílicos de bajo peso molecular en el cultivo, desarrollo y calidad del fruto del pimiento. **Actas de Horticultura** 24:7-16, 1999.
19. Martínez, A. Cultivos bajo invernadero. Alerta verde en el valle de tenza. **Cosmos** 16(4), 2000 (<http://www.corpochivor.gov.co/cosmosind.htm>)

20. Martínez, B; J. M. Pareja; J. Bresolí; V. Flores. Incidencia de ácidos carboxílicos AMEC en la nutrición, destrio y almacenamiento postcosecha del pimiento Lamuyo. **Agrícola Vergel** (120):305-309, 2000
21. Monedero, Milagros y María Isabel Hernández Díaz. Evaluación de la salinidad en casas de cultivo establecidas sobre suelos Ferralíticos Rojos En : Congreso Científico del INCA (9:2004, nov 9-12, la Habana) Memorias. CD-ROM. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, 2004. ISBN 959-7023-22-9.
22. Namesny, A. Tomates. Producción y comercio. Barcelona:Ediciones de horticultura, 2004.—121-133.
23. Prado, J. L. Tipos y especificaciones de calidad en el cultivo del tomate (en línea) España [Consulta 11-12-2003] Disponible En: <http://www.eumedic.es/>
24. Proqrisa, SA. El porque usar ácidos carboxílicos vs húmicos y fúlvicos.— México:Proqrisa, 2004.—1p.
25. Roche, G., M. Grillo. Limites de residuos permisibles de nitratos en los productos vegetales de Cuba. **Revista CNIC Ciencias biológicas** 22(1-2):95-97, 1991
26. Román, F y M. Gutiérrez. Evaluación de ácidos carboxílicos y nitrato de calcio para incrementar calidad, cantidad y vida de anaquel en tres tipos de melón. **Terra** 16:49-54, 1998.
27. Santiago, J., M. Mendoza y F. Borrero. Evaluación del tomate en invernadero: criterios fenológicos y fisiológicos. **Agronomía Mesoamericana** 9(1):59-65, 1998.
28. Stutte,C. Laboratory evaluation of TOG NH₄ on cotton, tomato, and soybean. **Crop Science**. 35:1069-1073, 1995.
29. Villareal, R. Un cultivo mundial. Tomate.—San José, Costa Rica:IIICA, 1982. —184 p.