




# Fumure de la tomate en culture hors sol sans adjonction d'acide

P. SIGG, Céline GILLI, O. AHMED, J.-M. GILLIOZ, Agroscope Changins-Wädenswil ACW, Centre des Fougères, 1964 Conthey

 E-mail: [pascal.sigg@rac.admin.ch](mailto:pascal.sigg@rac.admin.ch)  
Tél. (+41) 27 34 53 511.

## Résumé

Les acides sont couramment utilisés en culture hors sol pour ajuster le pH de la solution nutritive. Leur action est très efficace mais leur utilisation peut poser des problèmes de sécurité, notamment lors des manipulations. Afin de réduire ces risques, le nitrate d'ammonium sous forme liquide a été testé pour tamponner la solution nutritive d'une culture de tomate hors sol, avec recyclage. Deux rapports N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>:N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> ont été comparés. Le rendement obtenu pour la modalité avec un rapport élevé de N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>:N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> est légèrement supérieur à ceux de la modalité avec un rapport bas de N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>:N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> et de la serre standard (pH géré à l'acide nitrique). La qualité des fruits (taux de sucre, acidité et fermeté) est assez proche entre la modalité avec un rapport élevé de N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>:N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> et la serre standard. Par contre, elle est inférieure pour la modalité avec un rapport bas de N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>:N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>.

## Introduction

Les acides tels que l'acide nitrique, l'acide phosphorique ou l'acide sulfurique sont largement utilisés en culture hors sol pour ajuster le pH de la solution nutritive. En effet, pour la majorité des espèces cultivées, l'optimum physiologique du pH de la solution se situe entre 5,5 et 6,5 afin d'obtenir une absorption optimale de tous les éléments fertilisants. Dans les régions où les eaux sont chargées en ions bicarbonates, fortement alcalinisants, l'eau doit être acidifiée pour pouvoir entrer dans la préparation des solutions nutritives. Les acides sont très efficaces pour abaisser le pH mais leur manipulation peut présenter un danger pour le producteur. Un autre moyen d'ajuster le pH de la solution nutritive est d'utiliser du nitrate d'ammonium, qui a un léger pouvoir acidifiant sur la solution. Une solution de nitrate d'ammonium à une concentration de 160 g/l a un pH de 5,5 (Blanc,

1987). De plus, lors de l'absorption d'ions NH<sub>4</sub><sup>+</sup> par la plante, son équilibre acido-basique nécessite la libération d'ions H<sup>+</sup> par les racines, ce qui acidifie davantage la solution dans le substrat et le drainage.

En 2004, un premier essai de fumure en culture hors sol de tomate, sans recyclage du drainage, a montré qu'il était possible d'utiliser l'ammonium pour ajuster le pH de la solution nutritive. Après ces résultats, un essai en recyclage complet de la solution nutritive a été mené en 2005 en comparant deux rapports N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>:N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>: bas et élevé.

## Matériel et méthodes

### Dispositif expérimental

L'essai a été mis en place dans une serre en verre de 90 m<sup>2</sup>, munie d'un écran d'ombrage, d'un système de brumisation et équipée d'un chauffage avec stockage de cha-

leur, dont la distribution est assurée par des aérothermes de grande dimension. Les consignes climatiques étaient de 18 °C la nuit et 20 °C le jour, avec une aération à 22 °C de la plantation à la floraison du 1<sup>er</sup> bouquet, puis de 17 °C la nuit et 19 °C le jour, avec une aération à 20-22 °C selon l'ensoleillement. La brumisation était déclenchée lorsqu'il y avait un déficit hydrique par rapport à la saturation de 10 g d'eau par m<sup>3</sup> d'air.

Le dispositif expérimental était en blocs complets à trois répétitions. La parcelle élémentaire était constituée par une double ligne, soit 20 plantes.

Deux niveaux d'apport du nitrate d'ammonium, sous forme d'Amonit liquide® (solution de NO<sub>3</sub>NH<sub>4</sub> à 18%), ont été comparés:

- un niveau d'Amonit bas (de 0 à 3,4 l d'Amonit pour 100 l de solution);
- un niveau d'Amonit élevé (de 2,8 à 8,9 l d'Amonit pour 100 l de solution).

La variété Climberley, greffée sur Maxifort, a été choisie. Le semis du porte-greffe a été effectué le 16 février et celui de la variété le 18 février. Le greffage a été réalisé le 9 mars, le repiquage en mottes de 7 × 7 cm douze jours plus tard. Les plants ont été étêtés le 30 mars et plantés le 21 avril.

La culture a été conduite sur pains de Palmeco Mix (substrat à base de fibres de coco) de 17 litres, soit 4,25 litres par plante. La densité de plantation était de 2,1 plantes/m<sup>2</sup>. Les plants ont été conduits sur une tige.

## Composition et apport des solutions nutritives

Les équilibres ioniques choisis comme base pour la solution nutritive sont ceux des données de base pour la fumure des cultures de légumes sur substrat (Pivot *et al.*, 2005) en système fermé (tabl. 1). Le nitrate d'ammonium est apporté sous forme liquide (Amonit liquide®, commercialisé par la maison Hauert) contenant 180 g d'azote par litre, soit 90 g/l d'azote ammoniacal et 90 g/l d'azote nitrique. L'équilibre entre l'ammo-

**Tableau 1. Composition en éléments minéraux des solutions nutritives en culture de tomate hors sol en système fermé, d'après les données de base (Pivot et al., 2005).**

	EC	pH	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	Fe	Mn	Zn	B	Cu	Mo
	(mS/cm)	(mmol/l)									(μmol/l)				
Système fermé	1,6	5-6,2	1	6,5	2,75	1	10,75	1,5	1,25	15	10	4	20	0,75	0,5

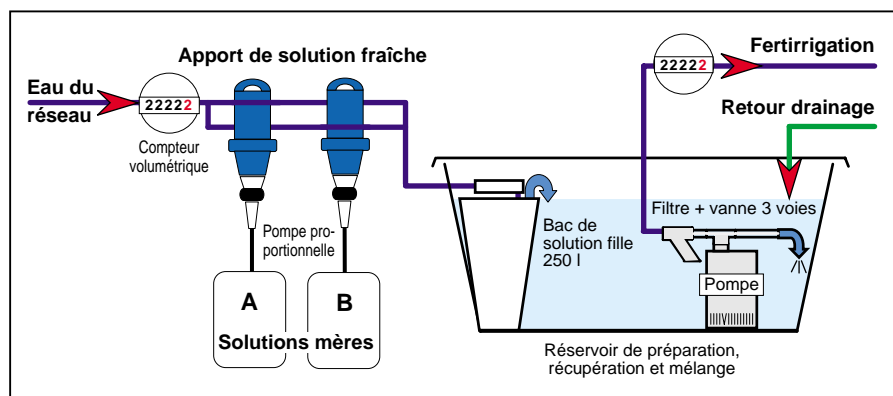


Fig. 1. Schéma de l'installation de fertirrigation.

nium et le nitrate de calcium dépend de la dureté de l'eau. Le ratio N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>:N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> est modifié en fonction de la quantité de N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> nécessaire pour tamponner les carbonates de l'eau du réseau. Cette quantité est estimée avec la formule ci-dessous, en considérant qu'un ion H<sup>+</sup> est relâché par la plante lorsque celle-ci absorbe un ion NH<sub>4</sub><sup>+</sup>.

$$\text{Quantité N-NH}_4^+ \text{ solution fille [mg/l]} \approx 2,8 \times (\text{dureté de l'eau du réseau [°dF]} - 10)$$

La chiffre 2,8 est une constante. Le chiffre 10 est une marge de sécurité, afin de ne pas tamponner l'intégralité des carbonates contenus dans l'eau du réseau. La valeur obtenue étant une approximation, la quantité de NH<sub>4</sub><sup>+</sup> dans la solution doit ensuite être adaptée en fonction des analyses de pH au goutteur et au drainage.

Le ratio N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>:N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> a varié de 4 à 50% pour la variante Amonit élevée et de 0,5 à 30% pour la modalité Amonit basse.

Les éléments majeurs ont été apportés par une combinaison de deux engrais complets encore en développement de la maison Hauert: Hauert-Start et Hauert-Production (proportion de potasse élevée). Les besoins en oligo-éléments sont couverts par l'apport d'un mélange standard (Hauert SP-Hors sol). Pour éviter la précipitation du calcium, un acidifiant (Hauert Aqua-Balance) a été ajouté lors de la préparation des solutions nutritives.

Les solutions nutritives ont été apportées à l'aide d'injecteurs proportionnels Dosatron, montés en parallèle (fig. 1). L'irrigation est assurée par un goutte-à-goutte, à raison d'un goutteur par plante (débit technique des goutteurs de 2 l/h).

Les irrigations sont déclenchées de deux façons:

- à horaire fixe le matin;
- en fonction de la radiation journalière.

La gestion des apports est basée sur les quantités drainées, avec un objectif de drainage de 30%.

Le pilotage de l'électro-conductivité (EC) et du pH se fait en modifiant le réglage des

pompes proportionnelles en fonction des analyses d'EC et du pH effectuées quotidiennement au goutteur et au drainage de chaque modalité.

L'installation de fertirrigation a été volontairement conçue de façon simple afin que son prix soit abordable pour un producteur débutant dans la culture hors sol.

## Analyses et contrôles journaliers de la solution nutritive

Trois contrôles de pH et d'EC sont effectués quotidiennement:

- au goutteur;

- au retour du drainage et avant mélange dans le bac;
- à la sortie des pompes proportionnelles (solution fraîche).

Les solutions récupérées lors de chaque contrôle à ces différents points sont stockées pendant une semaine puis expédiées pour analyse au laboratoire de l'entreprise Hauert.

## Récolte

La récolte a été effectuée en grappe taillée à six fruits, à raison d'un à deux passages par semaine en fonction de la charge des plantes et du climat. Les déchets et les fruits verts sont comptabilisés et les grappes pesées.

## Analyses des fruits

Les fruits récoltés le 7 juillet, le 25 juillet et le 22 août ont fait l'objet d'analyses qualitatives. La fermeté des tomates a été mesurée au duromètre électronique Durofel 25, indiquant le retrait superficiel sous l'action d'une force localisée sur un embout de 0,25 cm<sup>2</sup>. La fermeté est exprimée par l'indice Durofel selon une échelle de 1 à 100.

Afin de mesurer l'indice de réfraction (taux de sucre) et l'acidité totale du jus, les tomates sont broyées à l'aide d'un presse-tomate et la purée est filtrée au travers d'un papier filtre. L'acidité totale est mesurée par titration d'un échantillon de 10 g de jus jusqu'à un pH de 8,22 avec 0,1 M NaOH et exprimée en gramme d'acide citrique par litre de jus.

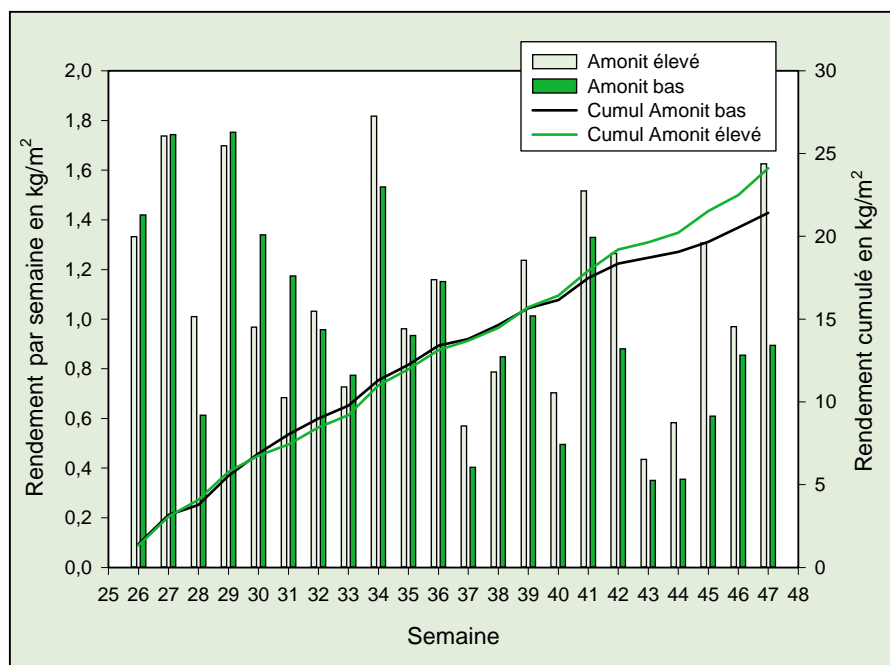


Fig. 2. Rendements par semaine et rendements cumulés en kg/m<sup>2</sup> des deux modalités.

## Analyses statistiques

Une analyse de variance a été effectuée pour comparer les rendements, la proportion de tomates fendues et de tomates présentant des symptômes de nécrose apicale entre les deux modalités. Pour les différences de pH et d'EC entre les deux variantes, le test de Mann et Whitney a été appliqué. Le seuil de signification était de 0,05.

## Résultats et discussion

### Rendements

Les rendements cumulés sont présentés dans la figure 2. Le rendement tout choix (kg/m<sup>2</sup>) est significativement plus élevé (P = 0,020) dans la variante à haut niveau d'Amonit, de même que le poids moyen des fruits (P = 0,028). Cette différence de rendement pourrait être liée à la différence de pH entre les deux modalités. Par ailleurs, les nécroses apicales sont significativement (P = 0,024) plus fréquentes dans la modalité à niveau d'Amonit élevé. La nécrose apicale résulte d'un manque de calcium dans le fruit, souvent provoqué par un défaut d'absorption du calcium par les racines et/ou un transport insuffisant de calcium vers les fruits, et peut être associée à de nombreux facteurs. Dans la modalité à niveau élevé d'Amonit, cette fréquence de nécroses apicales pourrait être expliquée par l'antagonisme de l'ammonium vis-à-vis de l'absorption du calcium. Plusieurs études (de Kreij, 1996; Sandoval-Villa *et al.*, 2001; Heeb *et al.*, 2005) ont montré le rôle de l'ammonium dans l'apparition de la nécrose apicale. Cette augmentation ne se traduit pas forcément par une baisse du rendement de fruits commercialisables, comme c'est le cas dans notre essai.

Le pourcentage de fruits fendus est, quant à lui, significativement plus élevé (P = 0,009) dans la modalité à bas niveau d'Amonit (tabl. 2). On pourrait expliquer ce résultat par le fait que la croissance des plantes de cette variante était, par moments, moins vigoureuse notamment à cause du pH élevé de la solution au goutteur, avec des fruits plus sensibles à l'éclatement lors de fortes variations de l'EC dans le pain.

La variété Climberley a également été cultivée dans une autre serre (standard), avec des engrais simples et un pH géré avec de l'acide nitrique. La date de plantation ayant été plus précoce (24 mars), les rendements ont été exprimés en kilogrammes produits par m<sup>2</sup> et par jour de récolte (tabl. 2) pour les comparer à ceux de l'essai présenté dans cet article. Les trois rendements journaliers moyens sont assez proches, mais s'ils sont ramenés à une période

Tableau 2. Paramètres expérimentaux des trois variantes.

	Modalité à niveau élevé d'Amonit	Modalité à niveau bas d'Amonit	Serre standard
Début de récolte	27 juin	27 juin	31 mai
Fin de récolte	23 novembre	23 novembre	16 novembre
Durée de récolte en jours	150	150	170
Rendement moyen en kg/m <sup>2</sup>	27,8	24,4	29,3
Rendement moyen de récolte en kg/m <sup>2</sup> /jour	0,185	0,163	0,173
Déchets en %	3,0	4,5	5,2
Nécrose apicale en %	1,3	0,2	0,4
Fruits fendus en %	1,8	4,2	4,8

Ces valeurs correspondent à une moyenne de 3 répétitions pour les modalités avec Amonit et à 4 répétitions pour la serre standard.

Tableau 3. Résultats des analyses de qualité des tomates.

		Modalité à niveau élevé d'Amonit	Modalité à niveau bas d'Amonit	Serre standard
Sucres (° Brix)	8 juillet	4,7	5,1	3,7
	26 juillet	5,1	5,1	4,4
	23 août	4,6	5,1	4,0
Acidité (g ac. citrique/l)	8 juillet	4,1	4,8	4,2
	26 juillet	4,8	4,7	4,9
	23 août	4,0	4,7	4,0
Fermeté (indice Durofel)	8 juillet	53	61	47
	26 juillet	59	61	51
	23 août	56	67	34

de 170 jours de récolte, ceux de la variante Amonit élevé sont supérieurs de près de 2 kg/m<sup>2</sup> (+7% environ) à ceux du procédé standard.

### Analyses des fruits

Trois analyses ont été effectuées sur les fruits durant la période de production (tabl. 3). L'acidité des fruits diffère très peu entre les deux modalités. Les fruits de la variante à niveau élevé d'Amonit sont systématiquement plus fermes et plus sucrés que les fruits de la modalité à niveau bas. Si on se réfère au seuil d'acceptation pour les livraisons aux coopératives Migros, la teneur en sucre ne doit pas être inférieure à 4,5 °Brix pour des tomates en grappe. Les tomates de la modalité à bas niveau

d'Amonit auraient ainsi été déclassées ou refusées lors des analyses du 8 et du 26 juillet.

Si on compare ces résultats avec ceux de la serre standard lors de l'analyse du 26 juillet, on voit que les fruits de la serre standard et de la modalité à niveau élevé d'Amonit sont de qualité comparable. Par contre, le 7 juillet et le 23 août, les fruits de la serre standard sont un peu plus fermes, plus sucrés et plus acides, et donc de meilleure qualité.

### Evolution du pH et de l'électro-conductivité

Les valeurs minimales, maximales et moyennes du pH et de l'électro-conductivité (EC) sont présentées dans le tableau 4.

Tableau 4. Valeurs journalières minimales, maximales et moyennes du pH et de l'EC au niveau du goutteur et du drainage pour les variantes Amonit élevé, Amonit bas et la serre standard.

	Modalité à niveau élevé d'Amonit	Modalité à niveau bas d'Amonit	Serre standard
pH goutteur	6,57 (5,64 - 7,58)	6,91 (6,02 - 7,68)	5,75 (4,22 - 6,63)
pH drainage	5,70 (4,39 - 7,85)	7,39 (6,08 - 8,16)	–
EC goutteur (mS/cm)	2,18 (0,90 - 3,60)	2,22 (0,80 - 4,27)	2,31 (1,6 - 3,4)
EC drainage (mS/cm)	3,68 (0,90 - 7,10)	3,91 (1,07 - 6,73)	3,89 (1,8 - 6,7)



Fig. 3. Aspect de la culture le 9 septembre 2005. A gauche, variante à niveau élevé d'Amonit, à droite variante à bas niveau d'Amonit.

## pH

Le pH de la solution fraîche est comparable pour les deux modalités ( $P = 0,634$ ). Par contre, le pH au goutteur et au drainage est significativement plus bas ( $P = < 0,001$ ) pour la variante à niveau élevé d'Amonit. Dans l'ensemble, les valeurs de pH des deux variantes ont été supérieures à la plage recommandée (5-6,2), ce qui n'a pas eu d'effet négatif sur la culture pour la variante à Amonit élevé. Cependant pour la variante à Amonit bas, lors de la période estivale où l'eau d'irrigation était de moindre qualité ( $EC = 0,8$  mS/cm), l'assimilation des éléments minéraux a été perturbée par le pH un peu plus élevé de la solution. Les plantes ont donc montré des symptômes de carence en cours de culture: chlorose très marquée, plages chlorotiques puis nécrotiques sur toute la surface des feuilles (fig. 3 et 4). Un échantillon de feuille prélevé le 12 septembre a été analysé et une carence en manganèse identifiée. Le pH de la solution au goutteur était probablement trop haut (entre 7,6 et 8,09 pour la période du 16 août au 12 septembre) pour permettre une bonne absorption des éléments nutritifs et notamment du manganèse

(Loué, 1986). L'évolution du pH de la solution de drainage pour la modalité à Amonit élevé a montré que, durant les quatre premières semaines de culture,



Fig. 4. Détail d'une feuille chlorosée de la variante à bas niveau d'Amonit le 9 septembre 2005.

le pH moyen se situait aux alentours de 7, tandis que cette valeur se maintenait autour de 5,5 pour le reste de la culture. Ainsi, on peut en déduire que pour tamponner le pH de la solution avec du nitrate d'ammonium, la culture doit être bien développée pour rejeter suffisamment d'ions  $H^+$  dans le drainage et ainsi acidifier la solution aux goutteurs lors de son recyclage.

Une quantité recommandée de nitrate de calcium et d'Amonit à apporter dans la solution mère (Bac B) selon la dureté de l'eau est proposée dans le tableau 5.

## EC

En ce qui concerne la salinité au goutteur, il n'y a pas de différence significative ( $P = 0,544$ ) entre les deux modalités. Il en est de même pour l'EC au drainage ( $P = 0,150$ ).

L'EC au goutteur a varié autour de la valeur recommandée, soit 1,6 mS/cm, mais les fluctuations d'un jour à l'autre ont été importantes. Au drainage, l'EC a aussi varié. Ces variations importantes peuvent s'expliquer en grande partie par la qualité de l'eau du réseau. En effet, durant certaines périodes de l'été, l'EC de cette dernière a dépassé 0,8 mS/cm. Ces variations peuvent aussi être dues à la relative simplicité de l'installation de fertirrigation. En effet, les pompes proportionnelles devaient être réglés régulièrement en fonction des analyses du pH et de l'EC de la solution, ce qui peut, par moments, manquer de réactivité et se traduire par des écarts importants vis-à-vis de la plage recommandée. D'autre part, la valeur ponctuellement plus élevée de l'électro-conductivité observée dans la solution de drainage ( $EC > 4$  mS/cm, valeur observée), en relation avec un niveau élevé de  $NH_4^+$  dans la solution, peut également avoir favorisé la nécrose apicale dans la variante à Amonit élevé (Taylor et Locascio, 2004; Saure, 2001).

## Remerciements

Nous tenons à remercier l'entreprise Hauert HDG Dünger A.G. pour sa collaboration à cet essai, son intérêt et son soutien financier, ainsi que M. D. Pivot pour ses conseils.

**Tableau 5. Propositions pour la quantité de nitrate de calcium et d'Amonit dans le bac B, pour 1000 l de solution.** Exemples pour différentes valeurs de dureté de l'eau (°dF) d'après Hauert HDG Dünger A.G.

	°dF = 0 (0 mg/l de $HCO_3^-$ )				°dF = 10 (122 mg/l de $HCO_3^-$ )				°dF = 15 (183 mg/l de $HCO_3^-$ )			
	0	3	8	20 à fin	0	3	8	20 à fin	0	3	8	20 à fin
Semaine de culture	0	3	8	20 à fin	0	3	8	20 à fin	0	3	8	20 à fin
Nitrate de calcium (kg)	85	80	70	68	45	40	35	35	15	15	15	15
Amonit (180 g N/l) (l)	0	0	0	0	35	35	30	30	60	55	50	45

## Conclusions

- ❑ Les engrais complets avec correction du pH par adjonction de nitrate d'ammonium liquide (Amonit®) peuvent être utilisés, sous réserve, en culture de tomate hors sol, avec et sans recyclage de la solution nutritive.
- ❑ Les rendements obtenus dans ces conditions correspondent à ceux d'une culture de tomate hors sol avec ajustement du pH à l'acide.
- ❑ La quantité de nitrate de calcium et de nitrate d'ammonium à apporter dépend de la dureté de l'eau du réseau.
- ❑ Comme tout système de fumure en culture hors sol, il nécessite un suivi régulier. Une attention particulière doit être portée à la qualité de l'eau d'irrigation.
- ❑ Des essais à plus grande échelle doivent être conduits pour valider ce système dans la pratique.

## Bibliographie

- Blanc D., 1987. Les cultures hors sol. INRA, Paris, 409 p.
- De Kreijl C., 1996. Interactive effects of air humidity, calcium and phosphate on blossom-end rot, leaf deformation, production and nutrient contents on tomato. *Journal of Plant Nutrition* **19** (2), 361-377.
- Heeb A., Lundegårdh B., Ericsson T. & Savage G. P., 2005. Effects of nitrate-, ammonium-, and organic-nitrogen-based fertilizers on growth and yield of tomatoes. *J. Plant Nutr. Soil. Sci.* **168**, 123-129.
- Loué A., 1986. Les oligo-éléments en agriculture. Agri-Nathan International, Paris, 339 p.
- Pivot D., Gilli C. & Carlen Ch., 2005. Données de base pour la fumure des cultures de légumes, de fleurs et de fraises sur substrat. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **37** (2), 1-8.
- Sandoval-Villa M., Guertal E. A. & Wood C. W., 2001. Greenhouse tomato response to low ammonium-nitrogen concentrations and duration of ammonium-nitrogen supply. *Journal of Plant Science* **24** (11), 1787-1798.

## Zusammenfassung

### Düngung von Hors-sol Tomaten ohne Anwendung von Säuren

In Hors-sol Kulturen werden Säuren häufig angewendet, um den pH der Nährlösung zu regulieren. Diese Säuren sind dabei sehr effizient, bergen aber verschiedene Sicherheitsrisiken bei deren Handhabung. Mit dem Ziel Alternativen zur Säureanwendung zu finden, wurde Ammoniumnitrat als Flüssigdünger getestet, um den pH der Nährlösung für Hors-Sol Tomaten mit Rezyklierung des Restwassers zu regulieren. Zwei  $N-NH_4^+ : N-NO_3^-$  Verhältnisse wurden mit einem Standardverfahren mit Säureanwendung verglichen. Der Ertrag war mit dem Verfahren mit einem hohen Verhältnis an  $N-NH_4^+ : N-NO_3^-$  leicht höher als mit einem tiefen Verhältnis oder mit dem Standardverfahren. Fruchtqualitätsparameter (Zucker-, Säuregehalt und Festigkeit) waren ähnlich zwischen dem Verfahren mit einem hohen Verhältnis an  $N-NH_4^+ : N-NO_3^-$  und dem Standardverfahren. Dagegen waren diese Qualitätsparameter im Verfahren mit einem tiefen Verhältnis an  $N-NH_4^+ : N-NO_3^-$  niedriger.

## Riassunto

### Concimazione del pomodoro in coltura idroponica senza aggiunta di acido

Gli acidi sono correntemente utilizzati in coltura idroponica per regolare il pH. La loro azione è molto efficace, tuttavia la loro utilizzazione può porre problemi di sicurezza soprattutto durante le manipolazioni. Allo scopo di ridurre questi rischi, il nitrato ammonico in forma liquida è stato testato per tamponare le soluzioni nutritive di una coltura di pomodoro idroponica con riciclaggio. Due livelli del rapporto  $N-NH_4^+ : N-NO_3^-$  sono stati confrontati. La resa ottenuta per la modalità con un rapporto elevato  $N-NH_4^+ : N-NO_3^-$  è leggermente superiore a quelle ottenute con un basso rapporto  $N-NH_4^+ : N-NO_3^-$  e alla serra standard (pH gestito con l'acido nitrico). La qualità dei frutti (tenore zuccherino, acidità e consistenza) è abbastanza simile tra la modalità con un elevato rapporto  $N-NH_4^+ : N-NO_3^-$  e la serra standard, ma inferiore per la modalità con un basso rapporto  $N-NH_4^+ : N-NO_3^-$ .

## Summary

### Fertilizing tomato plants in soilless culture without addition of acid

Acids are often used in to adjust pH levels. They are very efficient, but represent a security hazard through handling. To minimize this risk, a liquid solution of ammonium nitrate was tested to adjust the nourishing solution (with recycling process). Two ratio levels of  $N-NH_4^+$  and  $N-NO_3^-$  were compared. The achieved yield with a high ratio is slightly higher to those with a low ratio and to those achieved in a standard green-house (pH adjusted with nitric acid). The quality of fruits of the high ratio and the standard green-house proceedings (sugar content, acidity and firmness) is pretty similar and better than that of the lower ratio.

**Key words:** soilless culture, ammonium nitrate, tomato, acid, pH.

Saure M. C., 2001. Blossom-end rot of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.): a calcium- or a stress-related disorder? *Scientia Horticulturae* **90**, 193-208.

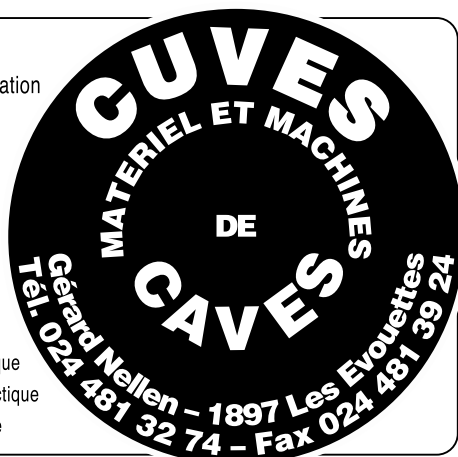
Taylor M. D. & Locascio S. J., 2004. Blossom-end rot: a Calcium Deficiency. *Journal of Plant Nutrition* **27** (1), 123-139.

Calculs techniques

Fournitures et installation complète pour:

**adéquation et pilotage des températures d'élaboration:**

- débouillage
- macération à chaud
- macération à froid
- fermentation alcoolique
- fermentation malolactique
- stabilisation tartrique



## TEMPÉRATURE sous gestion

Vinification, fermentation

Grâce au régulateur de température AGT-E5CK

Appareil complet avec affichage température et valeur de programmation. – Economie d'eau. Livré avec vanne 1/2" Version pour 1, 2 ou 3 cuves.

Dès CHF 900.-

**AgriTechno**

Case postale 24 – CH-1066 Epalinges

Tél. 021 784 19 60

Fax 021 784 36 35

www.agritechno.ch

