

La concimazione carbonica in serra per
produzioni biologiche: vantaggi, limiti e
sostenibilità

Fabio Tittarelli⁽¹⁾ e Livia Ortolani⁽²⁾

⁽¹⁾Consiglio per la Ricerca e Sperimentazione in Agricoltura – Centro di
Ricerca per lo Studio delle Relazioni tra Pianta e Suolo (CRA-RPS) – via
della Navicella 2 – 00184 (ROMA)

⁽²⁾Associazione Italiana Agricoltura Biologica (AIAB) - Via Piave, 14 -
00187 Roma

Relazione redatta nell'ambito dell'attività prevista per
il Progetto VIVAINBIO finanziato dal Ministero delle
politiche agricole alimentari e forestali – SAQ X

Da citare come segue: *Tittarelli F. e Ortolani L. (2012) La concimazione
carbonica in serra per produzioni biologiche: vantaggi, limiti e sostenibilità.
Relazione Progetto VIVAINBIO (D.M. Mipaaf n. 19972 del 14 Dicembre
2010): 1-12*

La concimazione carbonica in serra per produzioni biologiche: vantaggi, limiti e sostenibilità

Fabio Tittarelli⁽¹⁾ e Livia Ortolani⁽²⁾

⁽¹⁾Consiglio per la Ricerca e Sperimentazione in Agricoltura – Centro di Ricerca per lo Studio delle Relazioni tra Pianta e Suolo (CRA-RPS) – via della Navicella 2 – 00184 (ROMA)

⁽²⁾Associazione Italiana Agricoltura Biologica (AIAB) - Via Piave, 14 - 00187 Roma

Introduzione

Le serre sono delle protezioni di media o grande volumetria, realizzate con strutture fisse o mobili, con coperture fisse o rigide e che sono, di solito, utilizzate per tutto il ciclo colturale delle piante al fine di ottenere una forzatura (Tesi, 2010). Nei nostri climi, la principale motivazione per la quale si ricorre alla “forzatura” delle colture è per ottenere delle produzioni fuori stagione e quindi estendere la fornitura di ortaggi al mercato durante tutto l’anno. I maggiori investimenti richiesti per la realizzazione di serre sono compensati dalla precocità della produzione (che spunta un prezzo di mercato migliore) e dall’aumento delle rese che, a seconda delle specie può avere un intervallo di variazione molto ampio (fra il 40% ed il 100%). La risposta della pianta alle diverse scelte tecniche di forzatura dipende da un insieme di fattori biologici e climatici. Sebbene la conoscenza dei singoli fattori e della loro interazione sia pertanto necessaria per valutarne l’efficienza e la sostenibilità, l’obiettivo di questa relazione è limitato alla valutazione degli aspetti di sostenibilità della cosiddetta “concimazione carbonica”.

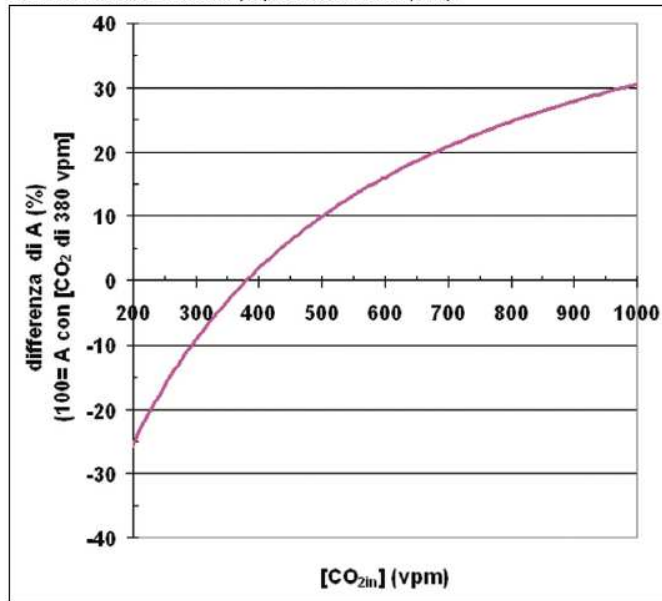
La concimazione carbonica

La fotosintesi, che è il principale processo di assimilazione delle piante, consente di sintetizzare zuccheri attraverso l’uso di acqua, anidride

carbonica ed energia luminosa. Il processo fotosintetico può essere limitato da ciascuno dei fattori menzionati, anche se è stato dimostrato che l'intensità luminosa e la concentrazione di CO₂ sono i fattori che influenzano principalmente il processo, mentre la temperatura ed lo stato di turgore delle cellule vegetali giocano un ruolo secondario. In climi a bassa luminosità, quali ad esempio i climi nordici, in cui la radiazione solare è inferiore rispetto ai Paesi Mediterranei, la tecnica della concimazione carbonica viene utilizzata per compensare l'assenza di luminosità in alcune ore della giornata.

In condizioni di pressione atmosferica, l'anidride carbonica è presente nell'aria in concentrazione pari a 370-380 vpm (volumi per milioni o cm³ m⁻³). Si è osservato ed è stato dimostrato che, mantenendo inalterata la temperatura e l'intensità luminosa, si può ottenere un aumento della produzione di sostanza secca del 15-20% raddoppiando la concentrazione di CO₂ atmosferica. D'altra parte, una riduzione contenuta della concentrazione della CO₂ (circa 100 vpm) determina, a parità degli altri fattori, un decremento della sostanza secca prodotta del 10-15%. Riducendo progressivamente la concentrazione di CO₂ dell'aria, si giunge ad un punto in cui la quantità di carbonio organicato è pari alla quantità di carbonio respirato (punto di compensazione della CO₂). Tale equilibrio si ottiene per una concentrazione di CO₂ pari a circa 150-170 vpm (Incrocci et al., 2008a). Nella Fig 1, è riportata la simulazione dell'effetto, sulla fotosintesi netta, della concentrazione della CO₂ in serra. Si può facilmente notare come, mano a mano che la concentrazione della CO₂ aumenta, si verifichi un incremento della fotosintesi netta (con progressione quasi lineare all'inizio e poi con un tasso più ridotto) fino a concentrazioni superiori ai 1000 vpm di CO₂ (1200 - 1500 vpm). La presenza di concentrazioni di CO₂ tra 1500 e 3000 vpm, dovute ad un continuo arricchimento, possono causare danni ed effetti indesiderati alle colture. L'eccessivo uso di anidride carbonica può creare problemi alle foglie, favorendo la diffusione di specifiche patologie.

FIG. 1 - Effetto della concentrazione di CO_2 interna alla serra sulla fotosintesi netta (100 = valore di fotosintesi netta con CO_2 pari a 380 vpm) di una coltura di pomodoro. Come è possibile osservare valori di CO_2 di 300 vpm inibiscono del 10% la fotosintesi netta. Simulazione effettuata utilizzando il modello proposto da Nederhoff (1994).



Fonte: Incrocci et al. (2008a)

Negli ambienti protetti, quando c'è una differenza significativa fra la temperatura esterna e quella interna desiderata (per mantenere i vantaggi produttivi della forzata), si evitano le aperture per non disperdere il calore. In condizioni di luminosità normale, lo scarso ricambio d'aria all'interno della serra determina un rapido calo della concentrazione dell'anidride carbonica per effetto del processo fotosintetico.

La concentrazione di CO_2 nell'aria delle serre fluttua giornalmente secondo lo schema riportato di seguito. Di notte, la concentrazione aumenta come conseguenza della respirazione delle piante. All'alba, la concentrazione di CO_2 può raggiungere fra i 400 ed i 700 vpm. Mano a mano che l'intensità luminosa aumenta, la CO_2 è assorbita dalle piante e la sua concentrazione crolla rapidamente.

E' stato dimostrato che anche con una parziale ventilazione della serra (15-20 ricambi d'aria/ora), il calo della concentrazione della CO_2 è sensibile già dopo un'ora di attività fotosintetica. In un paio d'ore, dopo il sorgere del sole, la concentrazione di anidride carbonica raggiunge quella dell'aria atmosferica esterna. Se la serra è chiusa e non si effettua alcun arricchimento di CO_2 , il livello di concentrazione interna dell'anidride

carbonica può scendere sotto i 250 vpm. I livelli di CO₂ variano anche in funzione delle condizioni climatiche esterne. Il vento aumenta la circolazione dell'aria anche all'interno delle serre ed influenza, di conseguenza, la concentrazione di CO₂.

Sulla base di queste considerazioni, da circa 30 anni si è messa a punto una tecnica di arricchimento della concentrazione dell'anidride carbonica in serra noto con il termine di concimazione carbonica. Tale tecnica si basa sull'introduzione, in serra, di CO₂ ottenuta per combustione di combustibili fossili o acquistata esternamente in bombole. Nel Nord Europa, dove il sistema di produzione in serra è caratterizzato da un elevato impiego della tecnologia, la concimazione carbonica è ampiamente diffusa da almeno 15 anni in agricoltura convenzionale. La tecnica viene utilizzata principalmente per piante ornamentali in vaso, produzioni florovivaistiche e per alcuni ortaggi, quali ad esempio il pomodoro. Nel caso di altre produzioni con minore produttività quale il melone e le lattughe la tecnica non risulta conveniente.

Le fonti di CO₂ per la concimazione carbonica

Nelle realtà produttive del Nord-Europa, si utilizzano delle centrali termiche centralizzate a metano per il riscaldamento delle serre e la CO₂, derivante dalla combustione, per la concimazione carbonica. Poiché la CO₂ viene utilizzata per il processo fotosintetico durante il giorno, mentre il riscaldamento delle serre è necessario principalmente durante le ore notturne, sono stati messi a punto dei sistemi di immagazzinamento del calore prodotto per poterlo utilizzare quando serve.

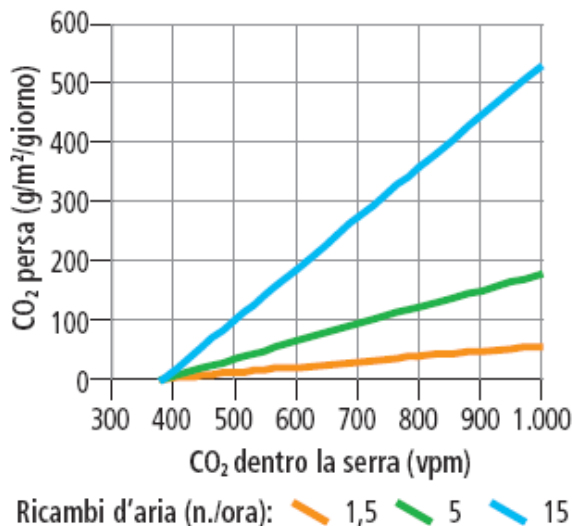
Altra fonte di CO₂ disponibile sul mercato è l'anidride carbonica in bombole. In tal caso, l'origine della CO₂ è extra-aziendale e slegata dalla produzione di calore. Tale possibilità, pertanto, potrebbe risultare maggiormente conveniente per le serre dei Paesi Mediterranei che hanno minori problemi di riscaldamento rispetto alle serre del Nord-Europa.

Allo stato attuale (Incrocci et al., 2008a), il costo dell'anidride carbonica in bombole (0,20-0,24 € kg⁻¹) è significativamente superiore al costo della

CO₂ ottenuta come sottoprodotto della combustione dei combustibili fossili (0,13-0,15 € kg⁻¹). Ciononostante, si ipotizza che in seguito alla pubblicazione della Direttiva CE 87/2003 che ha istituito un sistema per lo scambio di quote di emissione dei gas ad effetto serra nella Comunità e della Direttiva 29/2009, che modifica la Direttiva 87/2003 al fine di perfezionare ed estendere il sistema comunitario per lo scambio di quote di emissione di gas ad effetto serra, le industrie che emettono i maggiori quantitativi di gas ad effetto serra possano decidere di ridurre le loro emissioni, facendo calare il prezzo delle bombole di CO₂ liquida (Incrocci et al., 2008a). In tal caso, il costo della CO₂ in bombole potrebbe diventare concorrenziale rispetto ad un sistema di produzione intra-aziendale.

Efficienza di utilizzazione della CO₂: stima delle perdite

L'aumento di concentrazione della CO₂ nella serra determina, come riportato sopra, un aumento di sostanza secca delle piante coltivate. La quantità di CO₂ che viene organicata dipende dal tasso di assimilazione netta della coltura e dal tasso di ventilazione della serra. Nella Fig.2 è riportata graficamente una simulazione delle perdite di CO₂ che si possono



Fonte: Incrocci et al. (2008b)

Fig. 2. Perdita di CO₂ giornaliera in una serra in base alla ventilazione e alla concentrazione di CO₂ interna

verificare a diversi livelli di concentrazione di anidride carbonica, ipotizzando un periodo di concimazione carbonica pari a 8 ore al giorno, ed in seguito ad una parziale ventilazione della serra (pari a 15 ricambi d'aria all'ora).

La conclusione a cui giungono Incrocci e co-autori (2008b) è che il mantenimento di una concentrazione di 1.000 vpm in una serra, con 15 ricambi d'aria all'ora (parziale ventilazione) può far perdere fino a 0,5 kg di CO₂/m²/giorno.

In un recente lavoro (Vermeulen and van der Lans, 2010), si è stimata l'efficienza di utilizzazione della CO₂, mediante il calcolo dell'anidride carbonica stoccata (organicata) e della CO₂ persa per ventilazione. Il valore medio dell'efficienza di utilizzazione della CO₂ è stato stimato pari al 22%.

Le opportunità di sviluppo della concimazione carbonica nelle aree mediterranee.

La pratica della concimazione carbonica in Italia è poco diffusa. Il numero di aziende che la usano si aggira intorno alle 200 unità (Incrocci et al, 2008b), principalmente produttrici di piante ornamentali da interno e fiori recisi. Questo tipo di produzioni in Italia sono realizzate in convenzionale, nella stragrande maggioranza dei casi. Al momento dunque non si riscontra un uso diffuso della tecnica in convenzionale né probabilmente un interesse diretto da parte del settore biologico italiano. Probabilmente l'unica coltura in cui si potrebbe valutare l'applicazione di questa tecnica è dunque il pomodoro.

Nonostante la tecnica sia già utilizzata nei paesi del Nord Europa da oltre 15 anni, il limite di applicazione della concimazione carbonica nei paesi del Mediterraneo è dovuto al fatto che le serre sono ventilate per molti mesi all'anno, dato il clima più mite.

Le elevate perdite della CO₂ immessa per la ventilazione portano un costo maggiore rispetto ai vantaggi attesi. La concimazione carbonica infatti può essere applicata alle serre che presentano una struttura tale da garantire una sufficiente tenuta, cosa che non è molto comune nelle serre aperte e nei

tunnel tipici del Sud Italia. D'altra parte, la presenza di serre ventilate nel Mediterraneo permette anche di limitare il rischio di riduzione di anidride carbonica fino al livello critico di 120-150 ppm, riducendo dunque la necessità di applicare tale tecnica. Comunque, una concentrazione di CO₂ sub-ottimale si può verificare anche nei nostri climi (Stanghellini et al. 2008). Una riduzione della concentrazione di CO₂ fino a 100 ppm inferiori rispetto all'esterno, potrebbe causare delle perdite produttive del 10%. In questo caso, secondo Stanghellini e co-autori (2008) una buona strategia di gestione sarebbe di effettuare una concimazione carbonica che si limiti a fronteggiare concentrazioni altamente inferiori a quelle esterne, evitando perdite di CO₂ nell'aria. Poiché la quantità di anidride carbonica immessa ed i suoi effetti sulla coltivazione del pomodoro dipendono dal livello di CO₂ presente nell'aria e dal livello di consumo delle piante e delle foglie, la quantità di CO₂ necessaria è di gran lunga minore rispetto a quella dei climi nordici ed anche il periodo di somministrazione, soprattutto autunno-invernale sarebbe limitato. Non è obiettivo di questa relazione approfondire valutazioni sull'efficienza economica dell'utilizzo di tale tecnica nei nostri ambienti mediterranei, per la quale si rimanda al lavoro di Incrocci e co-autori (2008b). Ci limitiamo a riportare che la tecnica può essere resa efficiente dall'uso di un computer climatico che permetta di verificare le eventuali concentrazioni sub ottimali attraverso la misurazione del livello di CO₂ con un sensore ad infrarossi, pilotandone le correzioni.

Sostenibilità della tecnica di concimazione carbonica

Il concetto di sostenibilità è molto ampio e riguarda aspetti di carattere produttivo, economico, sociale ed ambientale. Senza avere la pretesa di poter effettuare un'analisi esaustiva della sostenibilità della tecnica della concimazione carbonica, riteniamo importante metterne in evidenza alcuni elementi di maggiore impatto da un punto di vista energetico ed ambientale.

✓ Come riportato da Lansink (2003), "l'industria delle serre" in Olanda è responsabile del 4% delle emissioni totali di CO₂ del Paese. Tenendo presente che nell'ambito del Protocollo di Kyoto, l'Olanda è obbligata a ridurre le sue emissioni di CO₂, nel periodo 2008-2012, dell'8%

rispetto ai livelli del 1990, è possibile affermare che le emissioni di anidride carbonica legate alla produzione serra, in alcuni Paesi del Nord Europa, non sono trascurabili. Inoltre, contribuiscono significativamente all'aumento della concentrazione dell'anidride carbonica atmosferica, responsabile del cambiamento climatico. D'altra parte, nell'ambito delle emissioni totali di CO₂ del settore serra, non è noto il contributo delle perdite conseguenti alla sola concimazione carbonica;

✓ l'utilizzo dei combustibili fossili per il riscaldamento e per la produzione dell'anidride carbonica non è sostenibile nel lungo periodo e dovrebbe essere sostituito dall'utilizzo di fonti energetiche rinnovabili;

✓ l'uso, per la concimazione carbonica, della CO₂ ottenuta come sottoprodotto della combustione dei combustibili fossili per il riscaldamento delle serre è sicuramente preferibile rispetto alla sua emissione tal quale. Ciononostante, i dati sull'efficienza di utilizzazione dell'anidride carbonica (22%), ridimensionano in maniera considerevole il ruolo della concimazione carbonica nel sequestro del carbonio;

✓ la possibilità che il costo dell'anidride carbonica liquida (in bombole) possa scendere sul mercato in conseguenza dell'applicazione della direttiva CE 87/2003 non deve essere salutato come una possibilità in più per chi voglia praticare la concimazione carbonica, ma come un effetto perverso di una norma volta a ridurre l'impatto ambientale delle grandi industrie. Le industrie che emettono grandi quantità di anidride carbonica, recuperano la CO₂ dai fumi di scarico e la vendono a chi ne fa un uso qualificato "verde". In tal modo, si lucrano dei vantaggi economici nel mercato di "diritti di emissione", per un abbattimento delle emissioni che in realtà non avviene (circa 78% di perdite stimate).

✓ La concimazione carbonica può avere sia l'obiettivo di bilanciare un calo di concentrazione di CO₂ ripristinando le concentrazioni normali dell'aria atmosferica (circa 380 vpm) che l'obiettivo di aumentare la concentrazione a livelli superiori rispetto a tale valore (fino a 1000 – 1200 vpm). Le due opzioni differiscono in maniera sostanziale in termini di perdite di anidride carbonica (nulle, nel primo caso, e pari a 0,5

kg/m²/giorno, nel secondo caso) e di produttività (maggiore nel caso dell'arricchimento rispetto al bilanciamento).

Rispetto degli obiettivi, criteri e principi dell'agricoltura biologica

La verifica del rispetto degli obiettivi, dei criteri e dei principi dell'agricoltura biologica per una tecnica come la concimazione carbonica, è molto difficile. Sia nel Regolamento (CEE) n. 2092/91 che nel Regolamento del Consiglio (CE) 834/2007 e nel Regolamento della Commissione (CE) 889/2008 che l'hanno sostituito, non si fa nessuna menzione diretta alla produzione in serra. L'unico nuovo elemento nel Regolamento (CE) 889/2008 che fa riferimento alla produzione in serra è che la produzione idroponica è esplicitamente vietata (Art. 4). Per tutti gli altri aspetti relativi alla produzione in serra, la mancanza di riferimenti normativi certi e la grande diversità climatica e geografica dei Paesi dell'UE ha determinato lo svilupparsi di protocolli che si basano su interpretazioni diverse, da parte degli Stati Membri, del Regolamento (CE) 834/2007. Per quanto riguarda la concimazione carbonica, in Spagna non è consentito l'uso della CO₂ perché l'anidride carbonica è considerata un fertilizzante. Come tale, una sua utilizzazione è subordinata all'inserimento nell'Allegato I Concimi ed ammendanti di cui all'Art. 3, paragrafo 1 del Regolamento (CE) 889/2008. In Olanda, l'anidride carbonica può essere utilizzata solo come sottoprodotto del riscaldamento. In Irlanda, invece, può essere utilizzata solo anidride carbonica di provenienza da una fonte rinnovabile (van der Lans and Meijer, 2011). Esistono quindi, sull'argomento, diversi approcci che potrebbero determinare, insieme con le altre tecniche più controverse, delle turbative del mercato della produzione biologica.

Nel corso del 2011 è stato pubblicato sul sito web dell'Ufficio di Agricoltura Biologica della Commissione Europea il "*Final Report on Fertilizer and soil conditioner*". Tale Rapporto riporta la decisione del *Expert Group for Technical Advice on Organic Production (EGTOP)*, istituito con la Decisione della Commissione 2009/427/EC del 3 giugno 2009, sulle istanze di inserimento nell'Allegato I Concimi ed ammendanti di cui all'Art. 3, paragrafo 1 del Regolamento (CE) 889/2008 di prodotti e

processi i cui dossier erano stati presentati da alcuni Stati Membri. Fra gli altri prodotti, è stato valutato anche l'uso della CO₂ in serra. Le conclusioni del gruppo di esperti è la seguente: *“Il gruppo raccomanda che questa tecnica debba essere considerata nell’ambito di una discussione generale sui protocolli previsti per la produzione biologica protetta. Nell’opinione del gruppo, sia il ripristino della concentrazione atmosferica della CO₂ che un suo arricchimento ad elevati livelli, non è in contraddizione con il Regolamento del Consiglio. Il gruppo conclude che alcune tecniche di arricchimento di anidride carbonica potrebbero essere in linea con i principi dell’agricoltura biologica. Comunque, il gruppo non ha concluso se debba essere accettabile l’anidride carbonica di qualunque origine.”*

Tale argomento è stato inoltre trattato nell’ambito delle attività dell’*International Federation of Organic Agricultural Movement – EU Regional Group* (IFOAM – EU). E’ stata infatti istituita una *Taskforce* con la finalità di preparare un *“position paper”* sulla produzione biologica protetta. Lo scorso gennaio 2012 è stato pubblicato un documento dal titolo *“Position paper on Organic greenhouse production”* (IFOAM-EU, 2012) che affronta alcuni degli aspetti più controversi della produzione biologica in serra. Tra gli altri, a proposito dell’uso della CO₂, si afferma quanto segue: *“L’anidride carbonica è accettata nelle produzioni protette solo se è stata prodotta come sottoprodotto di un altro processo. I combustibili non possono essere bruciati al solo scopo di produrre anidride carbonica”*.

Conclusioni

Da quanto riportato nei capitoli precedenti si evince quanto segue:

- ✓ la tecnica della concimazione carbonica è efficace nella stimolazione della crescita, ma non è molto efficiente potendo determinare fino al 78% di perdite stimate;

- ✓ tale tecnica non è quasi per niente utilizzata in Italia, mentre è diffusa nei Paesi del Centro – Nord Europa;

- ✓ le modalità con cui i singoli paesi hanno regolamentato, con dei protocolli nazionali, questa tecnica, sono molto diversificate e tengono in conto maggiormente la sostenibilità dell’aspetto energetico (riciclo della

CO₂ prodotta per il riscaldamento, uso di CO₂ proveniente solo da fonti energetiche rinnovabili, ecc.);

✓ il gruppo di esperti (EGTOP), sebbene assuma una posizione di apertura nei confronti della tecnica di concimazione carbonica, non fornisce alcuna indicazione sulle fonti e rimanda la decisione sull'argomento ad una più ampia discussione sulla produzione biologica protetta;

✓ *l'International Federation of Organic Agricultural Movement – EU Regional Group* (IFOAM – EU), al contrario, nel “*position paper*” assume una posizione di massima apertura nei confronti della tecnica, ipotizzando, come unica restrizione, che non si brucino combustibili al solo scopo di produrre anidride carbonica. Mentre i protocolli nazionali (Olanda e Irlanda) sulla specifica tecnica lasciano intendere, in alcuni casi, delle perplessità di carattere ambientale, legate al costo energetico della tecnica, più preoccupanti risultano le posizioni del gruppo di esperti (EGTOP) e, in particolare di IFOAM-EU che di fatto non pone alcun limite alla concimazione carbonica, in quanto l'uso dei combustibili al solo scopo di produrre CO₂ non è una pratica diffusa.

Bibliografia

Direttiva CE 87/2003 del Parlamento Europeo e del Consiglio che istituisce un sistema per lo scambio di quote di emissione dei gas ad effetto serra nella Comunità. (G.U. L 275/32 del 25/10/2003)

Direttiva 29/2009 del Parlamento Europeo e del Consiglio che modifica la Direttiva 87/2003 al fine di perfezionare ed estendere il sistema comunitario per lo scambio di quote di emissione di gas ad effetto serra. (G.U. L 140/63 del 5/06/2009)

Expert Group for Technical Advice on Organic Production (EGTOP) (2011)
Final

Report on Fertilizer and soil conditioner

http://ec.europa.eu/agriculture/organic/files/eu-policy/expert-recommendations/expert_group/final_report_on_fertilizers_to_be_published_en.pdf

International Federation of Organic Agricultural Movement – EU Regional Group (IFOAM – EU) (2012) Position paper on organic greenhouse production http://www.ifoam.org/about_ifoam/around_world/eu_group_new/positions/Papers/pdf/Position_IFOAMEU_organic_greenhouse_production_01.2012.pdf

- Incrocci, L., Stanghellini, C., Dimauro, B., Pardossi, A. (2008a) *Concimazione carbonica in serra nella realtà italiana: aspetti produttivi ed economici*. Il Floricoltore n.5 pp. 35-40.
- Incrocci, L., Stanghellini, C., Dimauro, B., Pardossi, A. (2008b) *Rese maggiori a costi contenuti con la concimazione carbonica*. Informatore Agrario n. 21, pp. 57-59
- Lansink A.O (2003) Technical efficiency and CO₂ abatement policies in the Dutch glasshouse industry. *Agricultural economics*, 28: 99-108
- Stanghellini C., Incrocci L., Gazquez J. C.A., Dimauro B. (2008) - *Summer carbon dioxide concentration in Mediterranean greenhouses: how much lost production?* *Acta Horticulturae*, 801: 1541-1549.
- Tesi R. – *Orticoltura Mediterranea Sostenibile*, - Patron Editore, Bologna, 2010.
- Vermeulen P.C.M. e van der Lans C.J.M. (2010) *CO₂ dosering in de biologische glastuinbouw. Onderzoek naar alternatieve bronnen*. Wageningen UR Greenhouse Horticulture, Rapport GTB-1085.
- Regolamento (CEE) N. 2092/91 del Consiglio del 24 giugno 1991 relativo al metodo di produzione biologico di prodotti agricoli e alla indicazione di tale metodo sui prodotti agricoli e sulle derrate alimentari (GU L 198 del 22.7.1991)
- Regolamento (CE) N. 834/2007 del Consiglio del 28 giugno 2007 relativo alla produzione biologica e all'etichettatura dei prodotti biologici e che abroga il regolamento (CEE) n. 2092/91, (G.U. L 189/1 del 20/07/2007)
- Regolamento (CE) N. 889/2008 della Commissione del 5 settembre 2008 recante modalità di applicazione del regolamento (CE) n. 834/2007 del Consiglio relativo alla produzione biologica e all'etichettatura dei prodotti biologici, per quanto riguarda la produzione biologica, l'etichettatura e i controlli (G.U. L 250/1 del 18/09/2008)
- van der Lans C.J.M. e Meijer R.J.M (2011) A view of organic greenhouse horticulture worldwide. *Proc. First IC on Organic Greenhouse Hort.* Eds. M. Dorais and S.D. Bishop. *Acta Hort.* 915, ISHS: 15-21