

# AERATING DRIP IRRIGATION WATER IMPROVES SOIL HEALTH

by Jim Lauria, Vice President of Sales & Marketing for Mazzei Injector Company, LLC

## ***Aeration shifts microbial balance toward nitrifying bacteria***

Soil health is a hot topic around the world, and new research is demonstrating the significant impact of irrigation on soil health—not just in keeping crops alive, but in creating a hospitable environment for the countless microbes that enable plants to thrive.

It is no secret that roots need air as well as water to survive—that is clear to anyone who has seen plants dying in a flooded field. However, we are only starting to understand the complex interactions among microbes in the soil that mineralize bound nutrients, convert fertilizers into forms that can either be used by plants or leaked into the environment, and help plants take up the nutrients they need to survive and maximize their production of food, feed, fuel and fiber.

Research by a team of scientists at California State University, Fresno in the U.S. and Memorial University of Newfoundland, Canada, showed that aerating irrigation water promotes a shift toward bacteria that convert ammonia into plant-available nitrate rather than microbes that are more likely to produce volatile nitrous oxides that waft away into the atmosphere.

## **Shift to Luxurious Growth Conditions**

Dr. Dave Goorahoo of Cal State, Fresno, who headed the research team—which also included Josue

Samano-Monroy, Dr. Florence Cassel Sharma and Touyee Thao at Cal State, Fresno; Dr. Adrian Unc and Crystal McCall at Memorial University of Newfoundland and Dr. Govind Seepersad at the University of the West Indies in Trinidad and Tobago—presented the results at the Irrigation Association show in the U.S. last December.

---

## **GLI IMPIANTI DI SUBIRRIGAZIONE AERATI MIGLIORANO LA SALUTE DEL TERRENO**

*Quello della salute del terreno è un argomento scottante in tutto il mondo, e le ricerche più recenti stanno portando evidenza del notevole impatto che l'irrigazione ha in ciò, non solo per quanto riguarda la sopravvivenza del raccolto, ma anche per quanto riguarda la creazione di un ambiente ospitale per gli innumerevoli microbi che permettono alle piante di prosperare.*

*Non è un segreto che le radici per sopravvivere non necessitano solo di acqua ma anche di aria: ciò è chiaro a chiunque abbia visto piante morire a causa di un terreno allagato. Comunque sia, stiamo solo cominciando a comprendere le complesse interazioni fra i microbi e il suolo: mineralizzandoli, essi rendono disponibili per le piante taluni elementi bloccati dal terreno, trasformano i fertilizzanti in maniera tale che possano essere utilizzati dalle piante (quanto in eccesso e non assorbito percolerà) e inoltre aiutano le piante ad estrarre il nutrimento di cui hanno bisogno per sopravvivere e in tal modo massimizzare la produzione di cibo, foraggi, energia e fibre.*

*La ricerca di un'équipe di scienziati della California State University di Fresno, negli Stati Uniti, e della Memorial University of Newfoundland, Canada, ha dimostrato che l'acqua aerata per l'irrigazione favorisce l'insediamento di batteri che convertono l'ammoniaca in nitrati disponibile per le piante, riducendo al contempo la popolazione di batteri denitrificanti che andrebbero persi nell'atmosfera.*

## **Passaggio a Condizioni di Crescita Ottimali**

*Il Dott. Dave Goorahoo di Fresno, California, a capo dell'équipe di ricerca, - che ha anche incluso Josue Samano-Monroy, i Dott. Florence Cassel Sharma e Touyee Thao di California State University di Fresno; i Dott. Adrain Unc e Crystal McCall del Memorial University of Newfoundland e il Dott. Govind Seepersad della University of the West Indies in Trinidad and Tobago- ha presentato i risultati della ricerca alla fiera Irrigation Association negli Stati Uniti lo scorso dicembre. Nella sua presentazione, Goorahoo ha fatto presente che "l'aumento della popolazione batterica, indica un probabile passaggio verso condizioni di crescita ottimali."*



INJECTOR AT STRAWBERRIES  
*Iniettore alle fragole*

A VENTURI INJECTOR USES WATER FLOWING THROUGH THE IRRIGATION SYSTEM TO DRAW AIR INTO THE LINE, ALLOWING THE DRIP TAPE TO DELIVER AIR AS WELL AS WATER TO THE CROP'S ROOTS.

*L'iniettore Venturi Usa il Flusso di Acqua di Irrigazione per Aspirare Aria Nella Linea e Trasportare Aria Ed Acqua All'apparato Radicale.*

In his presentation, Goorahoo noted, "...bacteria dominance indicates a likely shift to more luxurious growth conditions."

Goorahoo and his colleagues studied clay soils from a vegetable field near Mendota, California, in the state's highly fertile Central Valley. Treated soils had been irrigated for five years with subsurface drip tape that was aerated with Venturi injectors.

The injectors use the flow of irrigation water to draw in air and mix it with the flow to form what Goorahoo describes as "an air/water slurry." Untreated soils on the same farm were irrigated through subsurface drip tape without the injectors. Using sophisticated DNA analysis techniques, the research team measured the balance of nine genes in the soil samples,

each associated with a specific type of bacterium or Archaea fungus. The soil irrigated with aerated water had a higher proportion of bacteria known to fix nitrogen in the soil into a form usable by crops, while the un-aerated plots had a higher ratio of nitrate-reducing bacteria that convert nitrite into nitrous oxide (N<sub>2</sub>O)—a potent greenhouse gas—and NO<sub>x</sub> compounds.

*Goorahoo e colleghi hanno studiato i terreni argillosi in un campo di vegetali vicino a Mendota, California, nella fertilissima Central Valley. I terreni trattati erano stati irrigati a goccia per cinque anni con manichetta interrata e aerati con iniettori Venturi. Gli iniettori sfruttano il flusso dell'acqua irrigua per aspirare l'aria e miscelarla con tale flusso, formando ciò che Goorahoo descrive come un "impasto di acqua e aria". Nella stessa azienda, i terreni non trattati sono stati irrigati a goccia con una manichetta interrata senza iniettare aria per mezzo di iniettori Venturi.*

*Usando sofisticate tecniche di analisi del DNA, l'équipe di ricerca ha misurato la distribuzione di nove patrimoni genetici nei campioni di terreno, ognuno di essi associato con uno specifico tipo di batterio, o Archea Fungus. Il terreno irrigato con acqua aerata aveva una maggiore percentuale di alcuni batteri conosciuti per la loro proprietà di fissare l'azoto al terreno in modo utilizzabile dalla coltura, mentre che le aree non areate presentavano una percentuale più alta di batteri denitrificanti che trasformano il nitrato in ossido d'azoto (N<sub>2</sub>O)-, un potente gas serra oltre a composti di NO<sub>x</sub>.*

*“While AirJection irrigation did not have a significant impact on nitrogen fixation or ammonia oxidation, the practice of adding aerated water via the buried drip line did have a significant impact on denitrification genes, suggesting lower NOx production potential and thus likely to increase the availability of nitrate in the root zone,”*

Goorahoo told the Irrigation Association audience.

The presence of more plant-available nitrate in the root zone as well as healthier roots to channel it into the plant is likely to improve nutrient use efficiency (NUE) and reduce nitrate leaching, Goorahoo added.

*“This might be hypothesized to enhance nitrogen use efficiency potential with AirJection,”* he said, *“and with the judicious water management within the root zone, plant nitrate uptake can be enhanced with a potential reduction in nitrate leaching.”*

### **Higher Yields**

The team’s microbial research is a fitting follow-up to Goorahoo’s findings in earlier yield trials with aerated subsurface drip systems in the same area.

In 2013, he addressed an Irrigation Association conference with results from eight years of field trials on a large produce farm with 1,500 acres of AirJection-equipped buried drip systems. The farm recorded a 23-percent average increase in cantaloupe yield with aerated water, as well as increases in honeydew, sweet corn and pepper yields. A 2008 paper Goorahoo presented to the association highlighted yield increases in California coastal strawberries of 18.3 percent #1-grade fruit and 6.9 percent of #2-grade fruit in aerated plots, in addition to larger root systems in aerated peppers and increases in the size and weight of aerated cantaloupes. In another California study, tomato yields rose 21 percent with aerated irrigation

water in normal soils and 38 percent in saline soil. Goorahoo also cited a 2013 study in Australia’s CSIRO Journals by Central Queensland University researchers demonstrating a 10-percent yield increase in cotton on heavy clay soils, which are prone to waterlogging and oxygen shortage during irrigation events.

---

*Durante la sua presentazione, Goorahoo ha affermato che “l’irrigazione con acqua areata non ha avuto un impatto significativo sulla fissazione dell’azoto o sull’ossidazione dell’ammoniaca, mentre aerando l’acqua per l’irrigazione attraverso la manichetta interrata c’è, stata una significativa riduzione della popolazione di batteri denitrificanti, suggerendo una minor produzione potenziale di NOx, e quindi un aumento della disponibilità di azoto nella zona radicale.”*

*Goorahoo ha aggiunto che la maggiore presenza di nitrato disponibile nella zona radicale, così come un apparato radicale più sano in grado di assimilarlo migliora l’utilizzo efficiente dei nutrienti azotati (NUE) e riduce la percolazione di nitrato. “Si potrebbe quindi ipotizzare che la combinazione tra l’aerazione (che migliora l’efficienza d’uso dell’azoto) e una accurata gestione dell’acqua entro le zone radicali, migliori l’assorbimento del nitrato e ne riduca la percolazione.”*

### **Maggiori Raccolti**

*La ricerca microbica dell’équipe è un calzante follow-up dei risultati trovati da Goorahoo in precedenti test sul raccolto con subirrigazione effettuati nella stessa area.*

*Nel 2013, durante una conferenza dell’Irrigation Association ha descritto i risultati ottenuti durante otto anni di test su un’area di 1500 acri, equipaggiati con subirrigazione e AirJection. L’azienda ha registrato un aumento medio del 23% nella produzione di melone di Cantalupo grazie all’aerazione dell’acqua, così come un aumento della produzione del melone invernale, del mais dolce e dei peperoni. Nel 2008, in un documento presentato da Goorahoo all’associazione, si evidenzia l’aumento di produzione di fragole California coastal (Fragaria chiloensis) del 18,3 % per i frutti del #1 e del 6,9% per i frutti di #2 nei terreni aerati; inoltre ha ottenuto un apparato radicale più sviluppato nei terreni aerati coltivati a peperoni e un aumento del calibro e del peso del melone Cantalupo. In un altro studio in California ha rilevato un aumento del 21% sulla produzione del pomodoro con aerazione dell’acqua in terreni normali e del 38% nei terreni salini.*

*Goorahoo ha anche citato uno studio del 2013 nel giornale CSIRO condotto in Australia da ricercatori del Central Queensland University che dimostrava un aumento di produzione del 10% di cotone in terreni altamente argillosi, che sono propensi all’allagamento e alla carenza di ossigeno durante l’irrigazione.*





**INJECTOR AT MELON**  
*Iniettore ai Meloni*

Using injectors to bring air levels in the water up to 12 percent by volume, the Australian team noted higher moisture extraction rates—an indicator of water use efficiency and root activity—greater root mass and weight, more light interception (canopy), and enhanced root function. With the yield increase, the scientists calculated that the aeration system would pay off in less than four years.

Goorahoo noted that subsurface drip aeration systems have been studied in Spain, Egypt, Italy, Japan and China on crops ranging from top-dollar vegetables to silage corn. In addition to Venturi injectors, some researchers have studied the addition of hydrogen peroxide to irrigation supplies to oxygenate the water. However, the injector approach is chemical-free, nearly maintenance-free, and requires no personal protective equipment or hazardous material storage.

### Engineered Injectors

The injectors in Goorahoo’s research utilize the Venturi effect, which

describes the low pressure zone created when a stream of water passes through a specially shaped tube whose diameter narrows, then expands again. That low pressure effect creates a vacuum that is used to draw air into the stream.

Dr. Srikanth Pathapati, Director of Computational Fluid Dynamics Analysis and Engineering at

*Usando gli iniettori per portare il livello dell'aria nell'acqua fino a un 12% del volume, l'équipe australiana ha notato un maggior tasso di estrazione dell'umidità –(un indicatore dell'uso efficiente dell'acqua e dell'attività delle radici), maggiori massa e peso radicali, maggior intercettazione della luce (chioma), e miglioramento della funzione radicale. Lo scienziato ha calcolato che il sistema di aerazione si ammortizza in meno di quattro anni grazie all'aumento del raccolto.*

*Goorahoo ha notato che gli impianti a goccia interrati ed aerati sono stati studiati in Spagna, Egitto, Italia, Giappone e Cina su colture che variano da ortaggi di alto valore fino al mais da insilato. Oltre agli iniettori Venturi, alcuni ricercatori hanno studiato l'aggiunta di perossido di idrogeno all'irrigazione per ossigenare l'acqua. In ogni caso, l'uso di iniettori non prevede l'uso di agenti chimici, richiede minima manutenzione, non richiede equipaggiamento speciale per il personale né lo stoccaggio di materiale pericoloso.*

### Iniettori Progettati

*Nella ricerca condotta da Goorahoo, gli iniettori sfruttano l'effetto Venturi, utilizzando la zona di bassa pressione creata da un flusso d'acqua quando questo passa attraverso un tubo a forma speciale, il cui diametro si restringe per poi espandersi nuovamente. Tale effetto di bassa pressione crea un vuoto che è usato per aspirare ed iniettare l'aria nel flusso dell'acqua.*

*Il Dr. Srikanth Pathapati, direttore del Computational Fluid Dynamic Analysis and Engineering della Mazzei Injector Company di Bakersfield, California, hanno sottolineato che l'iniettore Venturi deve essere progettato attentamente e costruito per ottimizzare sia l'iniezione che l'attività di miscelazione.*

Mazzei Injector Company in Bakersfield, California, pointed out that Venturi injectors must be very carefully designed and constructed to optimize both injection and mixing activity.

*“The physics behind Venturi injectors can be altered by very small differences in the shape of the device,” Pathapati noted. “We design, model and precisely construct our injectors to optimize not only how much air the injector can pull in, but how effectively it can shear the bubbles. That shearing action thoroughly mixes the gas and liquid so the irrigation system can deliver water with high levels of dissolved oxygen rather than just entrained bubbles. Design, materials and quality control are extremely important to getting a high-quality injector.”*

#### **Future Research**

Goorahoo continues to research the impacts of aerating irrigation water. He said aerated irrigation water’s impacts on soil microbial activity, crop performance in saline soils, rooting characteristics of various crops, pest resistance, nutrient use

efficiency and water use efficiency are all areas ripe for exploration.

In the meantime, he noted, *“venturi injectors can increase root zone aeration and add value to growers’ investment in SDI [subsurface drip irrigation]”*—important news for irrigation suppliers and farmers facing the current challenging agricultural economy. ■

---

*“La fisica che sta dietro agli iniettori Venturi può essere alterata da differenze molto piccole nella forma del dispositivo” ha affermato il Dott. Pathapati. “Noi progettiamo, modelliamo e costruiamo precisamente i nostri iniettori per ottimizzare non solo la quantità d’aria che un iniettore può aspirare, ma anche con quanta efficacia esso può scindere le bollicine. Tale azione miscela meticolosamente il gas al liquido in modo che l’impianto d’irrigazione possa trasportare acqua con un alto contenuto di ossigeno disciolto in forma di micro bollicine stabili piuttosto che trasportare grosse bolle instabili.”*

#### **Ricerche Future**

*Goorahoo continua a fare ricerca sull’impatto dell’aerazione dell’acqua usata per l’irrigazione. Egli afferma che la sua influenza sull’attività microbica del suolo, sul risultato della coltura in suoli salini, sulle caratteristiche dell’apparato radicale di varie colture, sulla resistenza agli insetti infestanti, sull’uso efficiente di nutrienti e sull’uso dell’acqua sono tutti campi che necessitano di maggiore ricerca.*

*Contemporaneamente, ha notato che “l’iniettore Venturi può aumentare l’aerazione dell’apparato radicale e aggiungere valore all’investimento della subirrigazione a goccia”: un’importante notizia per i fornitori di irrigazione e per gli agricoltori che devono affrontare le odierne sfide proposte dall’economia agricola. ■*