

DRIP IRRIGATION AND FERTIGATION, AN INSEPARABLE DUET

IRRIGATION GOUTTE-À-GOUTTE ET FERTIGATION, UN DUO INSÉPARABLE

by *Xavier Martínez Sagarra, Technical Agricultural Engineer at ITC Dosing Pumps*

The drip or trickle method is used on approximately half of the irrigated land in Spain with a similar proportion in India, China and the United States. This proportion is only surpassed by Israel (>70%). This method represents about 20% in Italy and South Africa and over the last few decades it has expanded worldwide, particularly for horticultural and fruit crops.

En Espagne, la moitié de la surface irriguée environ est en goutte-à-goutte. Ce mode d'irrigation couvre une superficie similaire en Inde, en Chine et aux États-Unis. Cette proportion n'est dépassée qu'en Israël. En Italie et en Afrique du Sud, cette technique représente environ 20% des surfaces irriguées et, au cours des dernières décennies, elle s'est développée dans le monde entier et de manière plus significative pour les cultures horticoles et fruitières.

The emergence of agriculture represented an important, and possibly the most significant, milestone in the development of human civilization, as it gave rise to the Neolithic Revolution. The availability of water is the most decisive factor for the growing of crops and civilizations evolved along the banks of rivers or in areas with enough rainfall to cover the needs of the first crops. The natural fertility of the soils, water levels of the rivers and use of animal manure made it possible to achieve a sustained, but limited, food production. After a period of 8,000 years, it was only 100 years ago that the Haber Bosch technique made it possible to overcome the production ceiling resulting from the shortage of Nitrogen in the soil. More recently, metallurgy and plastics have contributed to the development of pressurized and drip irrigation techniques, also known as localized irrigation. Wherever it has been possible to meet the demands of climate, water and nutrition (in correlation with the diagnosis of plant diseases and genetic improvement), global agricultural production has increased dramatically over the last 50 years.

L'apparition de l'agriculture a marqué une étape importante dans l'évolution de l'humanité, peut-être la plus décisive, puisqu'elle a donné naissance à la Révolution Néolithique. La disponibilité de l'eau est le facteur le plus déterminant pour la production agricole, et les civilisations se sont développées le long des rivières ou dans des contrées suffisamment pluvieuses pour couvrir les besoins des premières cultures. La fertilité naturelle des sols, les crues des rivières et l'apport de fertilisants d'origine animale ont permis une production alimentaire soutenue, mais limitée. Après 8 millénaires, ce n'est que depuis 100 ans que la technique Haber Bosch a permis de briser le plafond de production consécutif à un manque d'azote dans le sol. Récemment, la métallurgie et les plastiques ont contribué au développement de l'irrigation sous pression et de l'irrigation goutte-à-goutte, connue également sous le nom d'irrigation localisée. Partout où les exigences en matière de climat, d'eau et de nutrition sont satisfaites (en concordance avec la phytopathologie et l'amélioration génétique), la production agricole mondiale a considérablement augmenté au cours des 50 dernières années.

Fertigation means ITC

Dosing Pumps, the most efficient solution to provide nutrients to the crops.

The Highest Precision

Fertilizer Savings

In-line Treatments

Environmental Care



CloudManager
Web Based HMI / SCADA

Available on the iPhone
App Store

GET IT ON
Google Play

ITC
DOSING PUMPS



■ ■ ■ Agriculture

The drip or trickle method is used on approximately half of the irrigated land in Spain with a similar proportion in India, China and the United States. This proportion is only surpassed by Israel (>70%). This method represents about 20% in Italy and South Africa and over the last few decades it has expanded worldwide, particularly for horticultural and fruit crops. Following significant research and development, it can now also be used with crops such as olives, vines and almond trees, which had previously been grown on non-irrigated land.

The technological development has been so intense that it has been necessary to review the basic traditional concepts of irrigation. We have sometimes seen the inappropriate use of technology with negative consequences for the environment, yields and costs. It is essential that access to new communication technologies goes hand in hand with a critical view of the global nature of agricultural technology. The harmful effects caused to the groundwater, rivers or lakes, due to the concentration of nutrients inappropriately applied to crops, as well as loss of fertility in agricultural areas, were the result of widespread and commonly accepted procedures.

En Espagne, la moitié de la surface irriguée environ est en goutte-à-goutte. Ce mode d'irrigation couvre une superficie similaire en Inde, en Chine et aux États-Unis. Cette proportion n'est dépassée qu'en Israël (> 70 %). En Italie et en Afrique du Sud, cette technique représente environ 20 % des surfaces irriguées et, au cours des dernières décennies, elle s'est développée dans le monde entier et de manière plus significative pour les cultures horticoles et fruitières. Grâce à un important développement, le goutte-à-goutte est également utilisé sur des cultures telles que l'olivier, la vigne et les amandiers, qui auparavant étaient cultivées en sec.

Le développement technologique a été si profond qu'il est nécessaire de revoir les concepts de base traditionnellement pris en compte en irrigation. Parfois on constate une utilisation inappropriée de la technologie avec des conséquences sur l'environnement, sur les rendements et sur les coûts. Il est essentiel que l'accès aux nouvelles technologies de communication s'accompagne d'une vision critique de la globalité des technologies agricoles. Les dommages causés aux eaux souterraines, aux rivières ou aux lacs, dus à la concentration d'éléments fertilisants apportés de manière inappropriée aux cultures, ainsi que la perte de fertilité dans les zones agricoles, ont été causés par des procédures répandues et communément acceptées.

	Irrigated area (Mha) Superficie irriguée (Mha)	Surface area with localized irrigation (ha) Superficie en irrigation localisée (ha)	Use of localized irrigation (%) Mise en œuvre de l'irrigation localisée (%)
USA États-Unis	26,7	1.850.000	6,93
Spain Espagne	3,68	1.600.000	43,48
Italy Italie	4,12	990.000	24,03
China Chine	69,86	843.100	1,21
South Africa Afrique du Sud	1,67	365.000	21,86
Israel Israël	0,225	168.000	75,02
France France	2,69	109.500	4,07
Others Autres	135,07	5.804.000	4,30

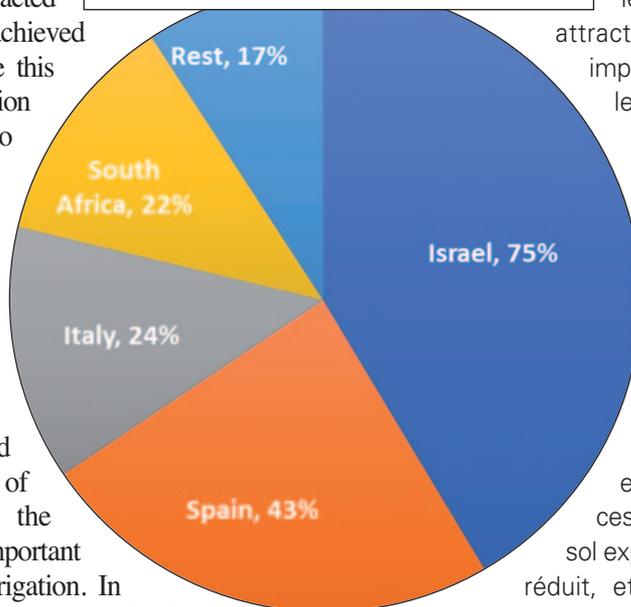
Percentage of the irrigated area of different crops through localized irrigation over the total area under irrigation. Made with data taken from AQUASTAT - FAO's Global Information System on Water and Agriculture

Pourcentage entre la superficie irriguée par l'irrigation localisée et la superficie totale irriguée. Réalisé avec des données extraites d'AQUASTAT - Système mondial d'information de la FAO sur l'eau et l'agriculture.

The information available on the Internet offers information about an enormous range of macronutrient requirements. Inevitably, some of these will be incorrect. However, the farmers are attracted to the results potentially achieved from their application since this will lead to increased production and they find it difficult to determine the role played by each factor (location or planting density, adaptation of the varieties, climate variations, texture, schedule, etc.) within the context of the overall results. Fertigation combines the concepts of irrigation and fertilization. The interaction of water, air and ions in the rhizosphere is extremely important in the case of localized irrigation. In these irrigation systems, the volume of soil explored by plant's roots is reduced, and despite the very frequent and necessary water applications, the wetted volume varies greatly. If the wetted bulb is minimal, it is even smaller just before irrigation. The cation exchange complex that has assisted farmers for thousands of years is now reduced to a fraction because the plants have less soil available. We have lost a powerful chemical buffer, a reservoir for the surplus and a source of nutrients in times of need.

Size of the surface area under localized irrigation compared with the total irrigated area in countries with the greatest number of installations.

Importance de la superficie irriguée par irrigation localisée par rapport à la totale superficie irriguée dans les pays les plus équipés.



Les informations disponibles sur Internet proposent des prescriptions nutritionnelles en macronutriments d'une très grande diversité. Certaines sont forcément fausses. Mais les résultats de leur application sont attractifs pour les agriculteurs, car ils impliquent une production accrue et il leur est difficile de déterminer le rôle de chaque facteur (lieu ou densité de plantation, adaptation variétale, variabilité météorologique, texture, calendrier, etc.) dans les résultats globaux.

La fertigation combine les concepts d'irrigation et de fertilisation. Dans le cas de l'irrigation localisée, l'interaction de l'eau, de l'air et des ions dans la rhizosphère est extrêmement importante. Dans ces systèmes d'irrigation, le volume de sol exploré par les racines des cultures est réduit, et malgré des apports d'eau très fréquents et obligatoires, le volume humide varie fortement. Si le bulbe humide est minime, il est encore plus petit juste avant l'irrigation. Le complexe d'échange de cations qui a aidé les agriculteurs pendant des millénaires est alors réduit à une fraction, car le volume de sol exploré par les plantes est moindre. Nous avons perdu un puissant tampon chimique, un réservoir pour les excès et une source de nutriments en cas de besoin. L'héritage séculaire du savoir-faire agricole perd de son utilité à mesure que l'environnement dans lequel il doit être appliqué change.



Localized irrigation systems installed in Spain
Installation d'irrigation localisée installée en Espagne

© ITC DOSING PUMPS

The time-honoured legacy of agricultural expertise loses its usefulness as change occurs in the environment where it is applied.

The “large quantity” of evaporation and inputs, expressed in cubic meters and kilogrammes per hectare, do not reflect the sheer scope of these changes and their distribution within the wetted bulb. The solution on many occasions was to adopt routines involving too frequent and excessive applications of water and nutrients, guaranteeing their sufficiency and eliminating the surpluses.

The reduction of the wetted bulb that causes the drying of large sections of soil concentrates the ions present, encouraging the formation of insoluble precipitates. The dynamics of precipitation and saline dissolution are not reversible and many of these precipitates will not return to the soil solution: e.g. Phosphorus, Calcium, Magnesium, among others, and they remain out of reach for the plant. At the same time, the pH of the absorbed soil solution will change, depending on these increasing concentrations of the ions. On the other hand, fertigation is essential in the practice of drip irrigation, as it is the only method of adding enough nutrients within the reach of the crop, which can no longer explore an appropriate volume of soil.

Les « grands nombres » d'évaporation et d'apports, exprimés en mètres cubes et en kilogrammes par hectare, ne reflètent pas l'ampleur des changements et leur répartition dans le bulbe humide. La solution à plusieurs reprises a été l'adoption de routines avec des fréquences excessives, des volumes d'eau et de nutriments garantissant leur suffisance et, éventuellement, l'élimination des excédents.

La réduction du bulbe humide qui provoque l'assèchement de grandes zones de sol concentre les ions présents, favorisant la formation de précipités insolubles. Les dynamiques de précipitation et de dissolution salines ne sont pas réversibles, et beaucoup de ces précipités ne retournent pas dans la solution du sol : phosphore, calcium, magnésium, entre autres, et restent hors de portée de la plante. Dans un même temps, le pH de la solution de sol absorbée changera en fonction de ces concentrations ioniques croissantes. C'est pourquoi, la fertigation est indispensable avec la pratique du goutte-à-goutte, car c'est le seul moyen d'apporter suffisamment de nutriments au voisinage de la culture, qui n'explore plus un volume de sol suffisant. Fertigation et irrigation goutte-à-goutte sont un couple technologique nécessaire.

Fertigation and drip irrigation form a necessary partner relationship. The technology must be channeled towards ensuring that the water and nutrients are always readily available to the crop, especially at the plant's key stages of growth where a water deficit would be critical. 'Readily available' means that, hydraulically, the soil-water tension is not high and that the soil contains all the elements that the crop will be able to absorb for its growth and metabolic processes.

The use and efficiency of water and nutrients are linked to spatio-temporal continuity. Every litre of water has to be utilized to convey the nutrients, thus obtaining irrigation solutions with minimal salinity, that are more stable in the soil and more readily absorbed, with a lower osmotic potential. Consequently, there will be a higher spatial distribution of the nutrient in the wetted bulb. To achieve this, it is necessary to reduce to the minimum the amount (and duration) of water applied without fertilizer in the pre- and post-irrigation processes and set aside the concept of irrigation without nutrients.

We now know that it is essential for the irrigation to be uniform and consistent. That is why it is useful to know the soil water holding capacity and crop water requirements. In fertilization, these principles are reflected in the need to ensure that the nutrients are thoroughly dissolved in the water at all times. If there is a variation in the flow rates of the irrigation systems and the nutritional requirements of the crops vary throughout their growth cycles, the dosing system must also be able to adapt to these changes.

It is quite normal that, at the time when more irrigation must be applied, the water-nutrient ratio is lower and it is also the case that, when there is more natural rainfall or less transpiration, the plant's demand for nutrients cannot be immediately satisfied due to the limited level of irrigation if the system is not designed to take these factors into account.

To achieve a good match between irrigation and fertilisation, then precision dosing pumps with a large working range have to be used, which operate at a high level of precision across the whole range. The electronic technology introduced in the manufacture of dosing pumps has made it possible to achieve flow rates in a range of 1:3000, so that, for example, a pump that injects up to 60 litres/hour, can equally inject 20 millilitres/hour at a normal flow rate.

It is clear that this variation in the dosage of the fertilisers and nutrients can also be achieved by dissolving them in a larger quantity of stock solution and injecting it into the main pipeline at a higher flow rate, but this means that larger volumes of stock solution have to be handled leading to higher energy consumption and less control

La réussite technologique doit être orientée pour que la culture ait toujours un accès facile à l'eau et aux différents éléments nutritifs, surtout lors des stades végétatifs clés où une carence est critique. Un accès facile signifie que, hydrauliquement, l'eau n'est pas retenue fortement dans le sol, et qu'elle contient de manière assimilable tous les éléments que la culture va utiliser pour sa croissance et son métabolisme. L'utilisation et l'efficacité de l'eau et des nutriments sont liées à une continuité spatio-temporelle. Il est nécessaire de profiter de chaque litre d'eau pour véhiculer les nutriments, obtenant ainsi des solutions d'irrigation avec une salinité minimale, plus stables dans le sol et plus facilement absorbées, avec un potentiel osmotique plus faible. En conséquence, on doit avoir une plus grande distribution spatiale des nutriments dans le bulbe humide. Pour y parvenir, la quantité (et le temps) d'apport d'eau sans engrais, dans les processus de pré-irrigation et de post-irrigation doit être minimale et on doit laisser de côté la conception d'une irrigation sans éléments fertilisants.

Nous savons aujourd'hui que l'homogénéité et la régularité de l'irrigation sont indispensables. C'est pourquoi il est utile de connaître la capacité de rétention en eau du sol et les besoins en eau indispensables à la culture. En fertigation, ces principes se traduisent par la nécessité de répartir, à tout moment, tous les éléments nutritifs de manière homogène dans l'eau. Si les débits des installations d'irrigation sont variables et si les besoins des cultures en éléments fertilisants varient tout au long de leurs cycles végétatifs, le système de dosage doit pouvoir s'adapter à ces différentes variations.

Il est courant qu'au moment où une irrigation plus importante doit être appliquée, la relation entre les apports d'engrais et l'eau est plus faible et il arrive également que, lorsque les précipitations naturelles sont plus importantes ou que la transpiration est plus faible, la plante demande des besoins en éléments nutritifs qui ne peuvent pas être immédiatement transportés à cause d'une irrigation limitée si le système d'injection n'est pas conçu pour cela.

Pour une bonne adéquation entre irrigation et fertilisation, il est nécessaire d'utiliser des pompes doseuses précises, avec une large plage de travail, fonctionnant avec précision sur toute la plage. L'électronique introduite dans la fabrication des pompes doseuses a permis d'atteindre des plages de débit de 1 : 3000 par exemple, une pompe qui injecte jusqu'à 60 litres/heure, peut également injecter 20 millilitres/heure avec un débit régulier.

Il est clair que cette variation dans le dosage des éléments fertilisants peut également être obtenue en les dissolvant dans une plus grande quantité de solution mère et en l'injectant dans la canalisation principale avec un débit plus élevé, mais cela oblige à manipuler de plus grands volumes

over the solutions employed. On the other hand, more diluted solutions cannot be used in other irrigation sectors with greater requirements or with dosing devices capable of injecting huge amounts of stock solution, which would result in additional financial investment and higher energy costs.

It is obvious that, technology permitting, the precise dosing of highly concentrated stock solutions would be chosen, at a minimal rate, for as long as possible (in as large a volume of water as possible) and proportional to the flow rate available in the pipeline. Therefore, with more efficient agitation systems, capable of obtaining highly concentrated solutions, and precise dosing pumps with low flow rates, the irrigation solution is more uniform, and each drop of water contains the same amount of nutrients. This requires the precise measurement of the flow rate of the irrigation water using high-frequency flowmeters. With a uniform irrigation system, each dripper distributes the same quantities of nutrients and the objective of providing an even crop with a uniform amount of nutrients is achieved.

The acidic nature of fertilizer solutions is also quite common and a good idea. Apart from the advantages they have of removing carbonates from the pipes and drippers, acidic solutions contribute towards the stability of the irrigation solution and the absorption of certain nutrients by the crop. The pH has an influence over the absorption of Phosphorous, Calcium, Magnesium and Iron, among others. Managing the pH, essential in hydroponic farming, has become widespread in the intensive agriculture practices carried out in greenhouses, but its use with field crops, market gardening or fruit tree growing is still limited.

The success will come by combining the expertise of the farmers with technological tools characterized by easy and intuitive use and available on an everyday basis, such as the elements such as the mobile phone. And it will allow for the application of integrated amounts of water and nutrients; for environmental parameters to be measured in real time; and modifications to be made according to the weather forecasts.

The traceability and analysis of results are essential for establishing the strategy of tomorrow. Fertigation teams must then be able to incorporate information taken from the field into the planning process and determining the actual needs of the crop as well as providing the requested information in a single click, thus facilitating decision-making, the activities of technicians in the field and traceability, while operating with maximum reliability, accuracy and precision. ■

de solution mère et entraîne une consommation en énergie plus élevée et moins d'autonomie pour les solutions employées. D'autre part, les solutions plus diluées ne peuvent pas être utilisées pour d'autres secteurs d'irrigation avec des besoins plus importants ou avec des dispositifs de dosage capables d'injecter d'énormes quantités de solution mère avec comme conséquence des coûts supplémentaires d'investissement et d'énergie.

Il est évident que, si la technologie le permet, on choisira un dosage précis de solutions mères très concentrées, qui seront injectées avec un taux minimal, pendant un temps aussi long que possible (dans le plus grand volume d'eau possible) et de façon proportionnelle au débit d'eau transité dans la canalisation. Ainsi, avec des systèmes d'agitation plus efficaces, capables d'obtenir des solutions très concentrées, et des pompes doseuses précises avec un débit minimal, la solution d'irrigation est plus homogène et chaque goutte d'eau contient la même quantité de fertilisants. Cela nécessite une mesure précise du débit d'irrigation à l'aide de débitmètres à haute fréquence. Avec un système d'irrigation homogène, chaque goutteur distribue les mêmes quantités de nutriments, et l'objectif d'avoir une culture homogène avec une quantité homogène de nutriments est atteint.

L'idée de la nature acide des solutions d'engrais est également courante (et correcte). Outre les avantages qu'elles procurent en éliminant des carbonates dans les canalisations et les goutteurs, les solutions acides facilitent la stabilité de la solution d'irrigation et l'assimilation de certains nutriments par la culture. Le pH a, entre autres, une influence sur l'absorption du Phosphore, du Calcium, du Magnésium et du Fer. La maîtrise du PH, indispensable dans le cas des cultures hydroponiques, s'est généralisée en agriculture intensive réalisée sous serre, mais sa mise en œuvre sur les cultures de plein champ, maraîchères ou arboricoles est encore limitée.

Le succès sera d'associer le savoir-faire de l'agriculteur à des outils technologiques basés sur une utilisation intuitive et utilisés au quotidien comme le téléphone portable. Ils permettront l'application de prescriptions hydriques et nutritionnelles intégrées, de mesurer les paramètres environnementaux en temps réel et d'établir des modifications en fonction des prévisions météorologiques. La traçabilité et l'analyse des résultats doivent être essentielles pour établir la stratégie de demain. Les équipes de fertigation doivent pouvoir intégrer les informations de terrain, la planification et les besoins des cultures, et fournir les informations demandées en un seul clic, facilitant la prise de décision, l'action des techniciens de terrain et la traçabilité, et tout cela avec un maximum de fiabilité, d'exactitude et de précision. ■