



Dimenstein Consultoria

Tecnologia em fertirrigação e nutrição vegetal

CNPJ: 02.281.449/0001-09

Rua Dr. Adriano de Oliveira 287, Apt.113, Vila Helena – Jundiaí – SP, CEP: 13206-703

E-mail: luiz.dimenstein@fertirrigar.com

Fone/Celular: (11) 97622-6190

A Nova Teoria da **"Dupla-Relatividade"** para Fertirrigação

29-junho-2020

Luiz Dimenstein

luiz.dimenstein@fertirrigar.com



Primeiro um muito obrigado especial a Einstein pela sua primeira e original abordagem sobre a relatividade que serviu de inspiração para essa nova teoria da dupla-relatividade para fertirrigação, que começou como um exercício ou brincadeira, mas que no final do caminho se provou muito lógica para pessoas que querem desafios das interpretações.

Para entender a aplicabilidade dessa teoria vamos usar também uma sequência de suposições ou premissas.

Premissas para interpretações dos nutrientes na solução do solo ao fazer ao menos duas coletas sucessivas medindo a CE e medindo o teor



Dimenstein Consultoria

Tecnologia em fertirrigação e nutrição vegetal

CNPJ: 02.281.449/0001-09

Rua Dr. Adriano de Oliveira 287, Apt.113, Vila Helena – Jundiaí – SP, CEP: 13206-703

E-mail: luiz.dimenstein@fertirrigar.com

Fone/Celular: (11) 97622-6190

de alguns nutrientes como Cálcio, Nitrato, Potássio, etc. Daí comparamos após o intervalo das medições que pode ser por exemplo semanal, a CE atual contra a CE da semana anterior, sendo essa a primeira relatividade. Daí medimos algum nutriente como o Potássio e fazemos uma dupla comparação: A concentração de Potássio dessa semana contra o Potássio da semana passada e a segunda comparação é a contribuição do Potássio da semana passada na CE comparada a contribuição do Potássio dessa semana na CE. Essa é a “Dupla-Relatividade”. Idem para outros nutrientes. Comparamos cada nutriente contra ele próprio em duas coletas sucessivas após o intervalo desejado e identificamos o DELTA (Δ) e identificamos o quanto esse nutriente contribuiu na CE nessas duas coletas. Isso se repete a cada nova coleta comparando o nutriente individual contra ele próprio e sua contribuição na CE nas duas coletas, sempre a coleta atual comparada com a coleta anterior e identificando o Δ do nutriente e o Δ de salinidade através da CE e qual a contribuição desse nutriente dentro da CE.

Premissa 1. Não existe valores absolutos em nutrição vegetal.

Premissa 2. Identificar a salinidade total na solução do solo medida pela CE – Condutividade Elétrica em mS/cm, que é similar a unidade do sistema internacional dS/m;

Premissa 3. Considerar a relação de que para cada medição de CE = 1 mS/cm, representam 10 equivalentes de cátions e outros 10 equivalentes de ânions, respeitando essa proporcionalidade... CE = 2 mS/cm representam 20 equivalentes de cátions e outros 20 equivalentes de ânions, e assim por diante até ~7,0 mS/cm.



Dimenstein Consultoria

Tecnologia em fertirrigação e nutrição vegetal

CNPJ: 02.281.449/0001-09

Rua Dr. Adriano de Oliveira 287, Apt.113, Vila Helena – Jundiaí – SP, CEP: 13206-703

E-mail: luiz.dimenstein@fertirrigar.com

Fone/Celular: (11) 97622-6190

Premissa 4. Os principais cátions que formam o coquetel iônico na solução do solo são K^+ , Ca^{++} , Mg^{++} , NH_4^+ , H^+_3O (hidrônio, porque H livre está associado a moléculas de água), e os micros Fe^{++} , Mn^{++} , Zn^{++} , Cu^{++} .

Premissa 5. Os principais ânions que formam o coquetel iônico na solução do solo são Cl^- , NO_3^- , SO_4^{--} , SO_3^- , PO_4^{---} , HPO_4^{--} , $H_2PO_4^-$, OH^- , HCO_3^- , e os micros $B_4O_7^{--}$ e MoO_4^{--} .

Premissa 6. Exemplificando com Potássio que tem o peso molecular 39 e sendo cátion monovalente, o seu equivalente é igual ao seu próprio peso molecular, e cada equivalente contribui na CE total com 0,1 mS/cm, assim que se a CE da solução do solo for de 2,5 mS/cm e o K^+ contribuir com 10 equivalentes, teremos outros 15 equivalentes no coquetel da solução do solo formados com outros cátions. A concentração do K^+ em ppm na solução nutritiva do solo nesse exemplo de 10 equivalentes seria $10 \times 39 = 390$ ppm (partes por milhão) de K^+ e a sua contribuição na salinidade total seria de 1 mS/cm dentro dos 2,5 mS/cm de todo o coquetel de cátions. Em paralelo, essa mesma solução nutritiva do solo com CE = 2,5 mS/cm deve ter também outros 25 equivalentes de ânions. Somando todos os equivalentes de cátions + ânions desse exemplo, teremos 50 equivalentes.

Premissa 7. A concentração de K^+ na solução do solo é apresentada em ppm ou mg/L ou mg/Kg e todas essas unidades são similares. Vamos considerar que 1 Equivalente de $K^+ = 39$ ppm K^+ e contribui para salinizar a solução do solo com CE = 0,1 mS/cm. Sendo proporcional, para 2 equivalentes de K^+ teremos $39 \times 2 = 78$ ppm e a salinidade originada pelo K^+ contribui na CE com 0,2 mS/cm.



Dimenstein Consultoria

Tecnologia em fertirrigação e nutrição vegetal

CNPJ: 02.281.449/0001-09

Rua Dr. Adriano de Oliveira 287, Apt.113, Vila Helena – Jundiaí – SP, CEP: 13206-703

E-mail: luiz.dimenstein@fertirrigar.com

Fone/Celular: (11) 97622-6190

Premissa 8. Exemplo com um cátion bivalente como cálcio Ca^{++} , que tem peso molecular 40, mas sendo bivalente, seu equivalente é $40/2 = 20$. Portanto, cada 20 ppm Ca^{++} na solução de solo contribui com 0,1 mS/cm na CE. Se podemos identificar, por exemplo, em uma análise de solução de solo 80 ppm de Ca^{++} , podemos concluir que a CE originado desse cátion é 0,4 mS/cm.

Premissa 9. Retornando para o K^+ , a concentração, livre na solução do solo será 100% disponível apenas em hidroponia e em solos extremamente arenosos. No entanto, em solos com teores de argilas e a presença de matéria orgânica, existem armadilhas para capturar K^+ e impedir parcialmente a sua disponibilidade na solução do solo, onde as raízes podem obter parcialmente os nutrientes. Isso é a grande diferença entre análise de solução de solo e análise do solo tradicional. Na solução do solo aparece apenas o K^+ disponível às raízes naquele momento sem considerar o K^+ imobilizado. Este conceito é válido para todos os nutrientes e principalmente os cátions e para fosfatos.

Premissa de 10. A análise do solo tradicional nos traz informações absolutas do K^+ na amostra de solo tratados em laboratório com métodos de extração eficiente para obter K^+ total no solo, mesmo se não está disponível para as raízes em estado natural. Esta informação única e absoluta tem sido usada para servir como a base de recomendações de fertilização quantitativa em muitas culturas não irrigadas. Muitos agricultores realizam estas análises com baixa frequência de apenas uma vez a cada 1 ou 2 anos e durante esses períodos são as tantas variações que ocorrem naturalmente.

Premissa 11. Um exemplo com o ânion nitrato NO_3^- , cujo peso molecular é $\text{N} = 14, + 3 \text{ Oxoigênios} \times 16 = 48$, então o total será de $14 + 48 = 62$. Como é um íon monovalente, nitrato tem seu peso molecular dividido por 1, formando seu equivalente igual ao próprio



Dimenstein Consultoria

Tecnologia em fertirrigação e nutrição vegetal

CNPJ: 02.281.449/0001-09

Rua Dr. Adriano de Oliveira 287, Apt.113, Vila Helena – Jundiaí – SP, CEP: 13206-703

E-mail: luiz.dimenstein@fertirrigar.com

Fone/Celular: (11) 97622-6190

peso molecular de 62. Então, dizemos que 62 ppm de nitrato na solução do solo contribui para salinidade total CE com 0,1 mS/cm. Duas vezes 62 seriam 124 ppm ou 2 equivalentes de nitrato e sua contribuição para a CE seria 0,2 mS/cm e assim por diante na proporcionalidade linear. Esta proporcionalidade é verdade até CE ~7,0 mS/cm, mas com salinidade > 7,0 mS / cm, a solução torna-se saturada e já não mais linear.

Premissa 12. O uso de tubos Extratores de Solução do Solo (ESS) vem trazer uma opção dinâmica, fácil e rápida que sugere uma interpretação nova para um manejo de nutrição que foge de valores absolutos e cria uma **Dupla-Relatividade em sequências de comparações ao próprio nutriente individual e a contribuição desse nutriente dentro da CE**. Assim não temos mais referências absolutas de quantos ppm de K⁺ seria ideal em cada fase do cultivo, mas sim quantos ppm de K⁺ seria o ideal para diferentes níveis de CE em cada fase do cultivo.

Premissa 13. Coletas da solução do solo em intervalos semanais, ou quinzenais, ou quando for conveniente, por ser fácil e rápido, podem servir para identificar tendências por comparações **relativas** da **coleta atual contra a coleta anterior** e verificar quantos ppm de cada nutriente relevante estão naquele momento disponíveis na solução do solo às raízes e qual o **DELTA (Δ)** em relação a coleta anterior. Similar a comparar a CE entre duas sequências de coletas de amostragens da solução do solo. A comparação é primeiramente relativa de cada nutriente contra ele próprio; a segunda relatividade é a comparação de cada nutriente dentro da salinidade total medida pela CE para cada sequência de duas amostras coletadas que formam o Δ. Essa é a Dupla-Relatividade.



Dimenstein Consultoria

Tecnologia em fertirrigação e nutrição vegetal

CNPJ: 02.281.449/0001-09

Rua Dr. Adriano de Oliveira 287, Apt.113, Vila Helena – Jundiaí – SP, CEP: 13206-703

E-mail: luiz.dimenstein@fertirrigar.com

Fone/Celular: (11) 97622-6190

Premissa 14. Para o método de extratores de solução do solo, tolerância de +/- 1 equivalente na precisão das medições é muito razoável para o nível do agricultor; e até +/-0,5 equivalente de tolerância para o nível de pesquisador.

Premissa 15. Os intervalos de variações na prática para os níveis de nutrientes na solução do solo em campo são muito maiores do que 1 equivalente para a tolerância sugeridos para o grau de precisão de kits com testes rápidos para os vários nutrientes como K^+ , Ca^{++} , Mg^{++} , NH_4^+ para os principais cátions e Cl^- , NO_3^- , SO_4^{--} , $H_2PO_4^-$ entre os ânions. Essa variação seria suficiente para este efeito e suficiente para identificar as tendências de DELTA (Δ) em duas ou mais coletas de amostras sucessivas e usar para apoiar as decisões de manejo nutricional de doses a aplicar nas lavouras irrigadas via fertirrigação. Portanto, kits rápidos servem a esse propósito dentro de uma tolerância razoável. Testes mais precisos são mais caros e demorados, mas sem qualquer proveito prático para uso pelos agricultores.

Premissa 16. Uso de extratores de solução do solo em culturas irrigadas x de sequeiro. Uso em cultivos irrigados já é rotina para muitos agricultores, que podem fazer as correções através de dosagens de fertirrigação; No entanto, culturas de sequeiro têm alguns truques para usar esse método. Os tubos de extratores de solução de solo precisam sugar a solução do solo sob vácuo e colocar vácuo com o auxílio de uma seringa de 60 ml, somente é possível quando o solo está molhado e ocorre após uma chuva ou temos que simular a rega manualmente com um balde de água em volta dos tubos ESS e então engatilhar vácuo nos tubos. Nenhum vácuo é possível no solo seco ou com baixa umidade. Em cultivos irrigados, o momento ideal para colocar o vácuo é em capacidade de campo.



Dimenstein Consultoria

Tecnologia em fertirrigação e nutrição vegetal

CNPJ: 02.281.449/0001-09

Rua Dr. Adriano de Oliveira 287, Apt.113, Vila Helena – Jundiaí – SP, CEP: 13206-703

E-mail: luiz.dimenstein@fertirrigar.com

Fone/Celular: (11) 97622-6190

Premissa 17. Exemplo com o cultivo da batata. Na semana anterior através da coleta da solução do solo com Extratores de Solução do Solo (ESS), se identificaria a CE = 2,0 mS/cm indicando o nível de salinidade total na solução. Considerando a concentração de Cálcio dentro dessa CE identificado como 100 ppm e sabendo que 1 equivalente de Ca^{++} vale 20 ppm, a contribuição do Cálcio na CE seria de 0,5 mS/cm do total de 2,0 mS/cm que é uma boa concentração durante a fase de enchimento dos tubérculos dentro da salinidade total, o cálcio participa com 25% dos cátions. Entretanto, na semana seguinte, após uma eventual chuva, que tenha provocado uma diluição e lixiviação parcial da solução do solo, a CE total ficando em 1,0 mS/cm e a concentração de Cálcio dentro dessa CE identificado como apenas 60 ppm, ou seja perdeu-se 40 ppm de Cálcio, e certamente outros nutrientes que compõem a CE total. Em percentagem o Cálcio ficou com 3 equivalentes ($3 \times 20 = 60$ ppm) em um total de 10 equivalentes de cátions com a CE = 1 mS/cm que implica em uma proporção de 30% da CE seria a contribuição do Cálcio entre os cátions. A interpretação é que em geral se perdeu parte de todos os nutrientes e em números absolutos também o Cálcio, porém em concentração na solução do solo o Cálcio ficou mais concentrado passando de 25% para 30% da CE. Se queremos fazer um complemento através da fertirrigação com vários nutrientes para repor o CE perdida e obter novamente CE = 2,0 mS/cm, temos de aplicar a **"Regra de Ouro da Fertirrigação"**, que é:

100 g/m³ = a garantia da fórmula passa de % para ppm

Premissa 18. Se quisermos restaurar a concentração de cálcio de 60 ppm a 100 ppm, usando a "Regra de Ouro da Fertirrigação" e escolher a fonte de cálcio como Nitrato de Cálcio, por exemplo, que tem o percentual de garantias de 15-00-00+19Ca e para facilitar a contagem redonda desse conteúdo de 19Ca, vamos considerar somente para as



Dimenstein Consultoria

Tecnologia em fertirrigação e nutrição vegetal

CNPJ: 02.281.449/0001-09

Rua Dr. Adriano de Oliveira 287, Apt.113, Vila Helena – Jundiaí – SP, CEP: 13206-703

E-mail: luiz.dimenstein@fertirrigar.com

Fone/Celular: (11) 97622-6190

contas de cálcio como 20 em vez 19 neste exemplo. Sabemos que 100g deste fertilizante em cada m^3 de irrigação contribuirá com 20 ppm de cálcio e se desejamos fornecer os 40 ppm de cálcio na próxima fertirrigação, por proporcionalidade deve aplicar-se 200g de Nitrato de Cálcio por m^3 de irrigação. Se o volume de água a ser aplicada for de (exemplo) $300 m^3$ de irrigação e receber cada m^3 200g dese fertilizante então serão aplicados 60 kg deste fertilizante e o complemento de cálcio irá aumentar a concentração dentro da solução do solo com +40ppm. Neste caso, o mesmo fertilizante forneceria também 30 ppm de N, uma vez que temos 15 N na fórmula garantia. Em seguida, para cada $100g/m^3$ representa 15 ppm e para a $200 g/m^3$ será $15 \times 2 = 30$ ppm N. Se desejarmos ainda mais N e por exemplo for escolhido Ureia que contém 45% N e aplicar a regra original na proporção de $100 g/m^3$ deste fertilizante para o mesmo volume de $300 m^3$ seriam 30 kg de ureia para a fertirrigação a soma de N seria o anterior 30 ppm originado de Nitrato de Nálcio + 45ppm da ureia cuja garantia em % passa a ppm quando se aplicam $100 g/m^3$ e assim totalizando 75 ppm de N.

Premissa 19. A CE da solução do solo é considerada dentro da faixa fisiológica para as principais plantas cultivadas entre 1.5 a 4.0 mS/cm. Quando a $CE < 1,5 mS / cm$ é um forte indicador de que a solução do solo é muito diluída e plantas vão estar com fome. Quando a $CE = 4,0 mS/cm$ está no limite e é um indicativo claro do fertilizante excessivo (sais) aplicado. Sabemos que para cada unidade da CE no solo solução gera uma tensão (pressão negativa da ordem de -0,3 ATM, dificultando a absorção pelas raízes. CE entre 5 e 7 mS/cm inibe a absorção da solução pela raiz e forçará o fechamento dos estômatos por desidratação durante grande parte do dia, diminuindo a capacidade de fotossíntese. Quando o $CE > 7 mS/cm$ o fenômeno inverso pode ocorrer, forçando a perda de água pela planta para o solo e a planta fica desidratada entrando em murcha e colapso.



Dimenstein Consultoria

Tecnologia em fertirrigação e nutrição vegetal

CNPJ: 02.281.449/0001-09

Rua Dr. Adriano de Oliveira 287, Apt.113, Vila Helena – Jundiaí – SP, CEP: 13206-703

E-mail: luiz.dimenstein@fertirrigar.com

Fone/Celular: (11) 97622-6190

Premissa 20. A evolução de nosso conhecimento sobre química agrícola abre um amplo caminho para melhor praticar a fertirrigação sem recorrer às recomendações do tipo “receitas de bolo” em que se impõem doses prontas e desmerecendo a capacidade de manejo dos agricultores irrigantes e seus agrônomos em efetuar ajustes compatíveis. A prática da fertirrigação é uma ferramenta sem igual para otimização da nutrição dos cultivos irrigados e tudo começa com qualificação e capacitação das equipes de campo para obtenção do melhor custo/benefício de manejo. Afinal, com permissão de Einstein, tudo é... duplamente relativo...

Agora entendeu?
Fertirrigação é...
Duplamente-Relativa

