

632 PL i
CELSOZY ELEUTERIO MAIA

1
AGROSOFT: ELABORAÇÃO DE UM SOFTWARE APLICATIVO PARA
ROTINAS EM MANEJO DO SOLO E DA ÁGUA EM AGROSSISTEMAS
DE MELÃO (*Cucumis melo*), EM CONDIÇÕES
EDAFOCLIMÁTICAS DO NORDESTE SEMI-ÁRIDO BRASILEIRO.

Orientador: Maurício de Oliveira

Monografia apresentada a Escola
Superior de Agricultura de Mossoró
para obtenção do título de
Engenheiro Agrônomo.

MOSSORÓ

R. G. NORTE - BRASIL

JUNHO - 1995

CELSEMY ELEUTERIO MAIA

AGROSOFT: ELABORAÇÃO DE UM SOFTWARE APLICATIVO PARA
ROTINAS EM MANEJO DO SOLO E DA ÁGUA EM AGROSSISTEMAS
DE MELÃO (*Cucumis melo*), EM CONDIÇÕES
EDAFOCLIMÁTICAS DO NORDESTE SEMI-ÁRIDO BRASILEIRO.

Orientador: Maurício de Oliveira

Monografia apresentada a Escola
Superior de Agricultura de Mossoró
para obtenção do título de
Engenheiro Agrônomo.

MOSSORÓ

R. G. NORTE - BRASIL

JUNHO - 1995

BCOT UFRSA CAMPUS MOSSORÓ	
Patrimônio Nº	2010075992
Registro Nº	—
Data	23/09/95
Ci	631.422

BIBLIOTECA ORLANDO TEIXEIRA	
Escola Sup. de Agricultura do Mossoró - RN	
33.353	18/09/95

Ficha catalográfica preparada pelo setor de catalogação e classificação da Biblioteca "Orlando Teixeira" da ESAM.

M.217a Maia, Celsemy Eleuterio.

AGROSOFT: Elaboração de um software aplicativo para rotinas em manejo do solo e da água em agrossistemas de melão (Cucumis melo) em condições edafoclimáticas do Nordeste Semi-Arido brasileiro / Celsemy Eleuterio Maia. Mossoró - RN: ESAM, 1995.

46p. Monografia (graduação em Agronomia)- ESAM, 1995.

1. Solos - Manejo. 2. Informática. 3. Agricultura.

CDD.631.422

BRASIL - NORDESTE

1995 - 1995

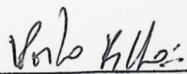
CELSEMY ELEUTERIO MATA

AGROSOFT: ELABORAÇÃO DE UM SOFTWARE APLICATIVO PARA
ROTINAS EM MANEJO DO SOLO E DA ÁGUA EM AGROSSISTEMAS
DE MELÃO (*Cucumis melo*), EM CONDIÇÕES
EDAFOCLIMÁTICAS DO NORDESTE SEMI-ÁRIDO BRASILEIRO.

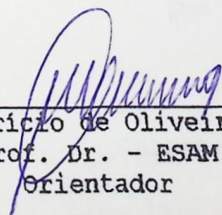
Orientador: Maurício de Oliveira

Monografia apresentada a Escola
Superior de Agricultura de Mossoró
para obtenção do título de
Engenheiro Agrônomo.

APROVADA EM: 23 / 06 / 95


Francisco de Q. Porto Filho
Prof. MS. - ESAM


Francisco Xavier de O. Filho
Prof. MS. - ESAM


Maurício de Oliveira
Prof. Dr. - ESAM
Orientador

Vagando pela vida
Não precisa está em todo lugar
Para saber o que se quer
Basta ser o que é
E nunca o que pensam que é
Basta distinguir o bem do mal
Saber olhar para trás
Mesmo que dê torcicolo
Olhar para cima e para baixo
Muitas vezes seguir em frente
Sair pela direita, pela esquerda
E compreender
Que até na vida
Existem tantos sentidos
Pois triste do homem
Que se esquece do que é
E as vezes pensa que nunca foi
Se estranha diante do espelho
E aconselha o que nunca aconselhou
Briga, tenta se achar
E só com o tempo
Morre para aprender
Que somos como qualquer fruto
Que amadurece para morrer.

Celsemy Maia

Dedico

À todos os que, com o seu trabalho, contribuíram para a realização desta obra.

À minha esposa, Maria Regina, pela sua compreensão e apoio durante a elaboração desta obra.

Às famílias de todos os agricultores brasileiros, vítimas da seca, e aos seus filhos, estudantes, trabalhadores, e a todos os que, com o seu trabalho, contribuíram para a realização desta obra.

Às famílias de todos os agricultores brasileiros, vítimas da seca, e aos seus filhos, estudantes, trabalhadores, e a todos os que, com o seu trabalho, contribuíram para a realização desta obra.

Às famílias de todos os agricultores brasileiros, vítimas da seca, e aos seus filhos, estudantes, trabalhadores, e a todos os que, com o seu trabalho, contribuíram para a realização desta obra.

À ELIS REGINA COSTA DE MORAIS

À todos os que, com o seu trabalho, contribuíram para a realização desta obra.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

- Ao Dr. Maurício de Oliveira pela orientação, amizade e aprendizado durante a elaboração desse trabalho.
- A Minha esposa, Elis Regina Costa de Moraes, por compartilhar comigo toda minha felicidade por este fruto.
- Aos Amigos de turma Reginaldo Barboza, Vicente Eduardo, Alan Martins, Denilson Antônio, Francisco Solon, Alessandra Salviano e Moisés Vidal.
- Ao Centro Acadêmico da ESAM pela oportunidade de expor ao debate as minhas idéias;
- Ao Grupo Verde de Agricultura Alternativa pela oportunidade de discutir meus conhecimentos.
- A Todos que, de alguma maneira, contribuíram para a realização deste trabalho, o meu sincero agradecimento.

DADOS BIBLIOGRÁFICOS DO AUTOR

CELSEMY ELEUTÉRIO MAIA, filho de José Teixeira Maia e Francisca Eleutério Maia, nasceu no dia 22 de setembro de 1965, na cidade de Mossoró, Estado do Rio Grande do Norte.

Cursou o 1º e 2º grau no Colégio Diocesano Santa Luzia, na cidade de Mossoró. Ingressou no curso de Engenharia de Pesca na UFC em 1986, cursando apenas 6 semestres. Ingressou na Escola Técnica Federal do Ceará em 1988 no curso de Química Industrial, onde cursou até ao 4º semestre. Ingressou na Escola Superior de Agricultura de Mossoró em setembro de 1990.

Durante o curso foi bolsista de iniciação científica pelo PIBIC/CNPq pelo período de 01 ano. Fez estágio de análise de água e solos no Laboratório de Análise de Água e Solos da ESAM por um período de 6 meses. Fez ainda estágio de programação em computador por um período de 01 ano no Departamento de Solos e Geologia da ESAM.

No momento defende monografia para ser laureado Engenheiro Agrônomo.

SUMÁRIO

	pagina
EXTRATO	x
1. INTRODUÇÃO	01
2. MATERIAL E MÉTODOS	08
2.1. O aplicativo	08
2.2. As rotinas de trabalho	08
2.2.1. Adubos e adubações	09
2.2.1.1. Mistura de adubos	09
2.2.1.2. Adubação de restituição	10
2.2.1.3. Adubação corretiva	10
2.2.1.4. Incluir análise	11
2.2.1.5. Listar análise	11
2.2.1.6. Histórico da área	12

2.2.1.7. Listar histórico	12
2.2.1.8. Compatibilidade	12
2.2.2. Fertirrigação	13
2.2.2.1. Disponibilidade de água	14
2.2.2.2. Exigências nutricionais das plantas	14
2.2.2.3. Parcelamento das adubações	15
2.2.3. Monitoração da salinidade	16
2.2.3.1. Qualidade da água de irrigação	16
2.2.3.2. Necessidade de lixiviação	16
2.2.3.3. Necessidade de corretivo	17
2.2.3.4. Salinidade atual	17
2.2.4. Indexar	17
2.2.5. Fim	18
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	19
3.1. Adubos e adubação	20
3.1.1. Incluir análise	20
3.1.2. Listar análise	23
3.1.3. Histórico da área	23
3.1.4. Listar histórico	25
3.1.5. Listar adubo	25
3.1.6. Mistura	26
3.1.6.1. Uma só fonte para cada nutriente	27

3.1.6.2. Mais de uma fonte para o mesmo nutriente	28
3.1.7. Compatibilidade	29
3.1.8. Retorna	30
3.2. Fertirrigação	30
3.2.1. Quantidade de água	31
3.2.2. Exigência nutricional das plantas	31
3.2.3. Parcelamento das adubações	32
3.3. Salinidade	33
3.3.1. Qualidade da água	33
3.3.2. Necessidade de lixiviação	35
3.3.2.1. Lavagem de recuperação	35
3.3.2.2. Lavagem de manutenção	37
3.3.3. Corretivos	38
3.3.4. Salinidade atual	39
3.3.5. Retorno	39
4. CONCLUSÕES	40
5. RESUMO	41
6. LITERATURA CITADA	43

EXTRATO

MAIA, C.E. Escola Superior de agricultura de Mossoró, junho de 1995. AGROSOFT: software aplicativo para rotinas em manejo do solo e da água em agrossistemas de melão (Cucumis melo), em condições edafoclimáticas do Nordeste Semi-Árido brasileiro. Professor orientador: Maurício de Oliveira. Conselheiros: Francisco de Q. Porto Filho e Francisco Xavier de O. Filho.

Este trabalho teve como objetivo desenvolver um software básico para execução das rotinas de trabalho em uma propriedade agrícola que tencionasse racionalizar o emprego de adubações químicas no solo ou via água de irrigação. O programas foi feito em Clipper 5.2 podendo ser rodado em microcomputadores IBM PC-XT/AT ou 100% compatível. O AGROSOFT contém as seguintes rotinas em adubos e adubações: incluir análise (com sugestão de adubação de restituição e

corretiva), listar análise, histórico da área, listar histórico, listar adubo, mistura e compatibilidade. Para fertirrigação temos as seguintes rotinas: disponibilidade de água, exigências nutricionais da cultura e parcelamento das adubações. Para salinidade: qualidade da água, necessidade de lixiviação, corretivos e salinidade atual. Com esse trabalho concluiu-se que cada programa desenvolvido cumpriu sua tarefa e a saída dos mesmos foram através de arquivo de dados com valores numéricos para permitir a análise dos resultados.

1. INTRODUÇÃO

Historicamente o progresso tecnológico relacionado com a produção de alimentos, tem sido geralmente o resultado de transferências de outros setores industriais. Dominado por tecnologia mecânica e química, esses desenvolvimentos não modificam as relações básicas do sistema alimentar (WILKINSON, 1989). Deste modo, a agricultura com baixo nível de insumos, é dependente de riscos e ritmos sazonais da natureza. Com o avanço da ciência e da tecnologia, tanto da indústria de insumos (complexo industrial à montante da fazenda), quanto a indústria alimentar (agroindústria à jusante da propriedade agrícola), têm procurado desenvolver métodos cada vez mais eficientes no sentido de "racionalizar" a produção nos moldes do desenvolvimento industrial. Esse modelo de agricultura procura minimizar a dependência das variações sazonais da natureza, procurando estabelecer patamares ótimos na curva de oferta/demanda de produtos

agrícolas. Nesse contexto, dentro da fazenda moderna, as relações de trato homem-natureza se tornam cada vez mais complexas, na busca de práticas alternativas de redução dos desvios ecológicos impostos pelo complexo social, econômico e edafoclimático de produção. A complexidade de interações envolvidas nos modernos campos de produção, exigem agilidade nos processamentos e qualidade de produção, visando o desenvolvimento sustentável no que se refere a empresa agrícola. A pesquisa básica e aplicada são de importância capital para que se estabeleça a agricultura de alto nível de insumos, como preconizado pela FAO (Food and Agricultural Organization). Melhoramento genético de plantas e animais, fertilizantes, sementes, técnicas de irrigação, etc., são alguns dos fatores que incrementam esse desenvolvimento no campo.

Durante séculos a indústria alimentar se manteve dependente estruturalmente da produção agrícola. O abastecimento desse setor secundário era alimentado por duas vertentes: - por um lado, o Estado intervinha diretamente, favorecendo os mecanismos de apoio na infra-estrutura básica, apoio financeiro e institucional, para garantir o produto agrícola para os mercados e à agroindústria à jusante da fazenda - constituindo-se a base estruturalista, dos economistas da *Escola Keynesiana*. A segunda vertente, dominada pelos economistas liberais clássicos, defende a tese

de que o desenvolvimento só seria possível, em função do equilíbrio obtido pelas Leis do Mercado, ou seja, a economia se ajustaria e se desenvolveria à partir da clássica curva de oferta/demanda dos produtos. No Nordeste brasileiro, nos últimos 30 anos, a intervenção do Estado no desenvolvimento agro-industrial se deu singularmente pelas ações da SUDENE - Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste, que durante toda a sua existência estabeleceu sistemas especiais de créditos, incentivos fiscais, obras viárias, infra-estrutura para a irrigação, cotonifícios, indústrias de beneficiamentos de frutos, etc., para promover o desenvolvimento da região. Nos últimos anos, contudo, o mundo tem sofrido diversas alterações nas relações de produção, frente ao surgimento de uma nova Ordem Econômica, com inspirações na vertente clássica neo-liberal. Nesse contexto, diante de sua crise orçamentária enfrentada nos dias atuais, o estado é obrigado a diminuir sua intervenção na economia e é dada à competitividade da empresa, papel de agente de desenvolvimento econômico. Nesse contexto, regiões antes consideradas marginais, são incorporadas ao processo produtivo, decorrendo daí diferentes métodos e técnicas de produção. O setor agrícola se "moderniza" e procura competitividade no mercado, necessitando cada vez mais de insumos básicos e resultados da pesquisa científica. A necessidade de automação de rotinas de trabalho se torna um

dos caminhos úteis na busca da competitividade no setor agrícola, onde se instala a agricultura de alto nível de insumos.

Na região semi-árida do Estado do Rio Grande do Norte, são verificadas ainda, diversas ações do Governo Federal durante o período dominado pela intervenção *Keínesiana* na agricultura. Os então chamados *Perímetros Irrigados*, foram implantados com o duplo objetivo de promover o desenvolvimento social e econômico da região, pelo abastecimento da agricultura de alto nível de insumos, através da irrigação e modernas técnicas de produção. A grande maioria dos lotes agrícolas desses empreendimentos, no entanto, tiveram problemas de ordem social, econômica, técnica e ambiental como a degradação de solo e salinização de mananciais hídricos. Entre os problemas mais sérios podemos citar o aumento dos sais dissolvidos nos reservatórios de água dos perímetros irrigados.

Segundo BRADY (1989) a remoção de água para finalidades de irrigação diminuiu o fluxo total do principal rio do Arizona, aumentando o volume de sais dissolvidos em 20 vezes num percurso de 330 km, mediante drenagens das terras irrigadas. Outro problema são os danos causados pela salinização dos solos. A presença de sais no solo faz com que aumente as forças de retenção da água por seu efeito de osmose, causando escassez de água para as plantas. Os efeitos

subsequentes a essa falta de água para planta pode causar paralisação do crescimento, danos nas folhas e necrose ou danos nos tecidos, causando perdas de rendimento na maiorias das culturas (AYERS & WESTCOT, 1991). Quanto aos efeitos da salinidade sobre os solos, CRUCIANI (1983), afirma que as propriedades físicas do solo são muito afetadas pela concentração de sódio no solo. A permeabilidade é talvez a mais critica, sendo consequência do excesso de sódio causando uma impermeabilização do solo com redução drástica de sua condutibilidade hidráulica.

Esses empreendimentos foram característicos do período de centralização da economia pelo Estado, durante o regime militar das décadas de 1960 e 1970. No atual contexto socio-econômico de inspiração neo-liberal, ocorrem a implantação de empreendimentos de grande vulto no Semi-Árido nordestino, e particularmente no Rio Grande do Norte, tem-se o incremento da área cultivada com emprego da irrigação, principalmente para culturas de ciclo curto (melão numa primeira fase) e perenes como uva, manga e acerola (na sua fase mais recente).

A pesquisa e a experimentação agrícola têm contribuído sobremaneira, para o desenvolvimento da agricultura na região de Mossoró nos últimos dez anos. Porém ainda é limitada a sua contribuição mais racional e eficaz. Por outro lado, a introdução de novas técnicas de produção,

têm sido respaldada em dados empíricos *extra-fronteira*, o que tem levado alguns produtores ao insucesso, principalmente nas adubações químicas, tanto no que se refere às quantidades aplicadas dos adubos e eficácia na adubação quanto devido ao pouco conhecimento acerca da aplicabilidade dos resultados analíticos de amostras de solos e de tecido vegetal. A cultura do meloeiro tem assumido um papel importante para a economia do Rio Grande do Norte no último quinquênio, evidenciado pelo avanço da área cultivada no citado período (SOUSA, 1992).

Dado o recente avanço da área cultivada no Nordeste Semi-Árido, com o advento das modernas técnicas de irrigação, tem-se observado que a maioria dos insucessos nas adubações químicas, estão relacionados com o manejo do solo e da água nesses grandes ecossistemas nordestinos. As rotinas de trabalho no interior das fazendas, em consequência do novo modelo de agricultura empregado, se modificaram de tal modo que atualmente é imprescindível o uso de meios eletrônicos, no cotidiano, para tomada de decisão dos técnicos envolvidos. A tomada de decisão dos técnicos sobre o emprego de adubos e manejo da água e das adubações, monitoramento da irrigação e salinidade atual dos solos, etc., são rotinas que podem ser desenvolvidas usando tais métodos da informática. Tais procedimentos objetivam racionalizar e agilizar as operações no complexo agrícola da fazenda atual.

O monitoramento da fertilidade do solo, nível de salinidade, atual e induzida do solo, e da água de irrigação, do efeito residual das adubações é de fundamental importância para uma produção ecologicamente equilibrada, para um desenvolvimento sustentável na região do Semi-Árido nordestino. Depreende-se desta assertiva, a multiplicidade de decisões que devem ser tomadas para que práticas de redução e de convivência sejam adotadas, visando a manutenção ou elevação da fertilidade atual dos solos e, possíveis procedimentos a serem seguidos.

O presente trabalho teve como objetivo desenvolver um aplicativo para o software básico Clipper, visando a execução das rotinas de trabalho em uma propriedade agrícola que tencione racionalizar o emprego de adubações químicas diretamente no solo, ou via água de irrigação.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. O aplicativo

Os programas e bancos de dados foram gerados em CLIPPER 5.2 que é um software básico de portabilidade elevada, podendo ser rodado em microcomputadores IBM-PC/XT, AT ou outros 100% compatíveis. A memória RAM mínima exigida é de 256 Kbytes (VIDAL,1989), podendo ser utilizados monitores tipo VGA, SVGA ou Hercules, rodando em MS-DOS 3.3 ou posteriores.

O Manual do Usuário produzido, explica não somente os procedimentos de manipulação dos programas, mas fazendo uma análise crítica do formulário empregado, oferecendo ao leitor, possibilidade de interagir com a máquina.

2.2. As rotinas de trabalho

Na Figura 1 é apresentado o Menu Principal das múltiplas rotinas empregadas pelo AGROSOFT, as quais serão descritas sumariamente a seguir.

FIGURA.1. Menu principal, rotinas e sub-rotinas de trabalhos executados pelo AGROSOFT.

A . G . R . O . S . O . F . T
Pacote Agronômico

ROTINA 1 - Adubos e adubações

SUB-ROTINAS

- 1.1. Incluir análise
- 1.2. Listar análise
- 1.3. Histórico da área
- 1.4. Listar histórico
- 1.5. Mistura
- 1.6. Compatibilidade
- 1.7. Retorna

ROTINA 2 - Fertirrigação

SUB-ROTINAS

- 2.1. Disponibilidade de água
- 2.2. Exigências nutricionais da planta
- 2.3. Parcelamento das adubações

ROTINA 3 - Salinidade

SUB-ROTINAS

- 3.1. Qualidade da água
- 3.2. Necessidade de lixiviação
- 3.3. Necessidade de corretivo
- 3.4. Salinidade atual

ROTINA 4 - Indexar

ROTINA 5 - Fim

2.2.1. Adubos e adubação

2.2.1.1. Mistura de adubo

Permite a obtenção de quantidades de adubos a serem empregadas em uma formulação N-P-K, quando se deseja obter a mesma dentro da própria fazenda. Há possibilidade de obtenção de misturas simples (apenas adubos minerais) e compostas (substituir total ou parcialmente o inerte da

mistura, por matéria orgânica), usar mais de uma fonte para o mesmo nutriente, etc. Em todos os casos será possível automaticamente, se ter informações sobre a compatibilidade ou não dos adubos a serem usados para a obtenção da mistura. Os cálculos são efetuados considerando-se a legislação vigente, do Ministério da Agricultura e Reforma Agrária (MARA), específica para formulação.

2.2.1.2. Adubação de restituição

O conhecimento das quantidades de adubos exportadas pelas colheitas, bem como o coeficiente de aproveitamento dos adubos, é de fundamental importância para se desenvolver um sistema de adubação de manutenção. As rotinas do AGROSOFT permitem ao usuário a obtenção das quantidades de adubos a serem repostas ao solo em função das disponibilidades atuais estimadas em função das exigências nutricionais das culturas empregadas. É feita uma simulação da quantidade mínima de adubo a ser empregada ao solo, sem que sua fertilidade atual se altere.

2.2.1.3. Adubação Corretiva

Diferentemente da adubação de restituição ou de manutenção, com a adubação corretiva se procura elevar a fertilidade atual do solo (VAN RAIJ, 1981), ou seja, quase sempre se aplica ao solo quantidade de fertilizantes que proporcionam o suprimento da cultura, além de produzir um efeito residual.

O AGROSOFT simula um balanço entre a fertilidade atual do solo, as exigências da cultura, exportação e necessidade de adubação para o ciclo seguinte, fundamentado em um banco de dados para cada área contendo dados de produção, espaçamento empregado, adubação, análises de solos, de tecido vegetal, etc.

2.2.1.4. Incluir análise

A análise química é um dos métodos de avaliação da fertilidade do solo, permitindo a estimação das quantidades de nutrientes essenciais ao bom desenvolvimento e produção (MALAVOLTA, 1989). Através do AGROSOFT pode-se cadastrar as análises químicas de solos de várias áreas de uma fazenda e ser informado qual o elemento que estar em falta, além de recomendar a quantidade de adubo ou corretivo a ser aplicada.

2.2.1.5. Listar análise

O AGROSOFT permite listar as análises cadastradas através do "Incluir Análise". Com todas as análises de solo cadastradas, o agricultor poderá ter uma visão geral da fertilidade do solo ao longo do tempo, na área cultivada.

2.2.1.6. Histórico da área

O histórico da área é de fundamental importância para o técnico que irá prestar informações sobre o manejo da fertilidade do solo e da cultura a ser implantada. Conhecendo o histórico do terreno, o técnico terá uma visão mais detalhada da gleba de solo em questão, e com os resultados da análise química, poderá dar um parecer de adubação mais racional (MALAVOLTA, 1989).

O AGROSOFT permite cadastrar algumas informações da área a ser cultivada como: tipo de solo, topografia, cultura anterior, deficiências, etc. Com todos os dados cadastrados, o agricultor terá um acompanhamento da qualidade de suas terras e assim fazer um manejo adequado de acordo com as necessidades da área.

2.2.1.7. Listar histórico

O AGROSOFT permite listar os históricos de várias áreas que foram cadastrada através do sistema. Através dessa listagem o agricultor poderá ter um visão do que ocorre com sua terra durante todo o ciclo da cultura.

2.2.1.8. Compatibilidade

Dentre os adubos comercializados existem alguns que não podem ser misturados, os chamados incompatíveis e alguns que só podem ser misturados pouco antes de ser

aplicado, os semicompatíveis. Isso se deve principalmente a alguns adubos serem higroscópicos e reações químicas que podem ocorrer, acarretando perdas de nutrientes na mistura. O AGROSOFT fornece uma Tabela geral na qual é mostrada a compatibilidade de alguns adubos, bem como aqueles que só podem ser misturados pouco antes do uso da mistura.

2.2.2. Fertirrigação

Uma das causas dos malogros nas adubações é a maneira como o adubo é aplicado. Problemas de salinidade dos adubos, perdas por lixiviação, localização, etc., são alguns dos fatores que podem reduzir os coeficientes de aproveitamento dos adubos empregados, como salienta MALAVOLTA (1989). A fertilização, combinada com a água de irrigação, conhecida como fertirrigação ou fertigação, surge como uma alternativa para reduzir esses problemas. Segundo PINTO et alii (1992), essa prática conjugada de irrigação e adubação, atende às necessidades e nutrição das plantas, sendo perfeitamente adaptável aos diferentes sistemas de irrigação.

O AGROSOFT permite o controle da lâmina de água aplicada a cultura, associada ao parcelamento das adubações nos diferentes estágios fenológicos da cultura.

Para elaboração das rotinas do programa, foram empregados dados da cultura do melão, em condições experimentais, e em escala de produção comercial, dada a representatividade da cultura para a economia da região de

Mossoró e, no contexto do Estado do Rio Grande do Norte. A validação dos modelos e sub-modelos propostos nas rotinas do programa e a sua aplicabilidade em condições de escala comercial serão efetuadas em diversas fazendas, com diferentes tipos de solo empregando água de diversos mananciais em períodos críticos de déficit hídrico na região em apreço. Versões posteriores do aplicativo prevêem outras culturas de expressão social e econômica para a região do estudo.

2.2.2.1. Disponibilidade de água

O programa auxilia na monitoração, ao longo do ciclo da cultura, da qualidade e quantidade de água a ser aplicada na fertirrigação. Sugere-se um calendário de lâmina de água e adubos a serem aplicados em função das necessidades hídricas e nutricionais, ao longo do desenvolvimento fenológico do meloeiro. Métodos clássicos foram adaptados para cálculos de lâminas de água em função das condições de equilíbrio considerando a energia da água no sistema solo-água-planta (REICHARDT, 1987).

2.2.2.2. Exigências nutricionais das plantas

A pesquisa acumulada em vários ciclos de cultivo, permitiu a geração de um banco de dados primário, com as exigências hídricas e nutricionais da cultura, ao longo de

seu ciclo. É possível se avaliar os teores de nutrientes existentes no solo e aplicados via água de irrigação. Do balanço efetuado, é sugerida a aplicação das doses de fertilizantes a serem aplicadas. Há um relatório de saída, conforme apresentado no QUADRO 1.

2.2.2.3. Parcelamento das adubações

O parcelamento é feito conforme as exigências nutricionais da cultura, considerando aspectos como compatibilidade de adubos, alterações na qualidade da água, característica do solo, etc.

QUADRO 1. Quadro com as lâminas e nutrientes parcelados na fertirrigação.

Ciclo da cultura (dias)	Lâmina d'água		Quantidade de adubo					
	mm	m ³	N	P	K	N	P	K
			-----kg/ha-----			--- g/m ³ ---		
d1	Ld1	Ld1	Nd1	Pd1	Kd1	Nd1	Pd1	Kd1
d2	Ld2	Ld2	Nd2	Pd2	Kd2	Nd2	Pd2	Kd2
d3	Ld3	Ld3	Nd3	Pd3	Kd3	Nd3	Pd3	Kd3
...	...	...	...	...	...	...	...	...
dn	Ldn	Ldn	Ndn	Pdn	Kdn	Ndn	Pdn	Kdn
Totais	SLd	SLd	SNd	SPd	SKd	SNd	SPd	SKd

2.2.3. Monitoramento da salinidade

O sistema AGROSOFT permite o acompanhamento da salinidade atual da água de irrigação e do solo que possa vir a ser induzida por esta ou pelos adubos aplicados via fertirrigação.

2.2.3.1. Qualidade da água para irrigação

O sistema permite, a qualquer momento a avaliação da qualidade da água para a irrigação, usando resultados analíticos de rotina em laboratórios de análises de solo e água. São oferecidas opções de classificação da água para irrigação e é feita uma análise crítica da RAS ajustada, condutividade elétrica, carbonatos, bicarbonatos, cloretos e outras características físico-químicas importantes, além de sugerir práticas alternativas para o uso de águas consideradas marginais. As clássicas relações apresentadas em AYERS & WESTCOT (1991); RICHARDS (1977); WILCOX & DURUM (1967) e DONEEN (1975).

2.2.3.2. Necessidade de lixiviação

Foi empregado o método clássico da condutividade elétrica (CE) da água de irrigação e da CE no extrato de saturação (ALLISON, 1964), porém é aplicado ajustes necessários às condições edafoclimáticas da região semi-árida da região do estudo.

2.2.3.3. Necessidade de corretivo

O AGROSOFT calcula a necessidade de gesso (ABROL et alli, 1975) ou outros tipos de corretivos disponíveis, considerando o caráter salino, salino-sódico ou alcalino dos solos, determinados conforme princípios propostos por RICHARDS (1977); KAÚRICHEV (1984); YAGODIN (1984). Fará também uma análise crítica diante a viabilidade econômica e impacto ambientais de tais investimentos dependendo da cultura e do tipo de solo empregados, conforme sugerido em CARRUTHERS (1985).

2.2.3.4. Salinidade atual

O sistema prevê um demonstrativo de salinidade atual da água e do solo cultivado, em função dos resultados analíticos provenientes de laboratórios de rotina, ou de métodos rápidos de determinação a campo. Nesse ultimo, CE e pH são os parâmetros frequentemente mais empregados. É possível inclusive avaliar a qualidade da água, após a aplicação dos adubos via fertirrigação.

2.2.4. Indexar

Através da inclusão de alguns dados tais como incluir análises, incluir histórico, etc., o AGROSOFT grava essas informações em bancos de dados com extensão .DBF. Esses dados muitas vezes não estão ordenados. Com o uso do INDEXAR o AGROSOFT coloca os dados em ordem alfabética ou crescente,

de tal modo que possa facilitar para o usuário a consulta desses dados.

2.2.5. Fim

Finaliza o sistema

3. RESULTADO E DISCUSSÃO

O AGROSOFT é constituído de 20 (vinte) arquivos-programas (.PRG) a saber: AGROSOFT.PRG, PARAM.PRG, FUNÇÕES.PRG, TELA.PRG, PRINCI.PRG, ADUBAÇÃO.PRG, ANALISE.PRG, LANALISE.PRG, HISTORI.PRG, LHISTORI.PRG, LADUBO.PRG, MISTURA.PRG, COMPATI.PRG, FERTI.PRG, SALINA.PRG, QAGUA.PRG, NLIxIVI.PRG, NGEsso.PRG, SATUAL.PRG e INDEXAR.PRG.

Esses arquivos-programas (fonte) foram compilados para CLIPPER 5.2 dando origem ao arquivo executável AGROSOFT.EXE. Para auxiliar ao arquivo executável (.EXE), o "software" vem acompanhado dos seguintes bancos de dados:

ANALISE.DBF - banco de dados onde são gravadas as informações do Incluir Análise, tanto os dados de entrada como os calculados;

ADUBO.DBF - banco de dados onde estão gravadas as informações dos 22 adubos cadastrados no AGROSOFT;

- HISTORIC.DBF - banco de dados onde são gravadas as informações de Histórico da Área;
- FERTI.DBF - banco de dados com as exigências nutricionais da cultura do melão;
- AGUA.DBF - banco de dados onde são gravadas as informações de Qualidade da Água;
- RAS.DBF - banco de dados onde estão armazenadas as informações para o cálculo da RAS_{aj} ;
- RASCO.DBF - banco de dados onde estão armazenadas as concentrações de cálcio (Ca^o) determinada pela relação HCO_3/Ca e CE ;
- IANALISE.NTX - banco de dados indexado ao ANALISE.DBF através dos campos Empresa+Área+Data;
- IHISTORIC.NTX - banco de dados indexado ao HISTORIC.DBF através dos campos Empresa+Área+Data.

Para testar a validade do AGROSOFT foram utilizados dados de análises de solo e água do Laboratório de Análise de Água e Solos do Departamento de Solos e Geologia da Escola Superior de Agricultura de Mossoró. Os resultados do AGROSOFT são apresentados a seguir da maneira como são obtidos durante a execução do "software":

3.1. Adubos e adubação

3.1.1. Incluir análise

Na subrotina INCLUIR ANÁLISE os campos de entrada são:

- 01) NOME DA EMPRESA;
- 02) ÁREA;
- 03) DATA;
- 04) CULTURA;
- 05) M.ORG. (matéria orgânica em g/kg);
- 06) P (fósforo em mg/kg);
- 07) K (potássio em cmolc/kg);
- 08) Ca (cálcio em cmolc/kg);
- 09) Mg (magnésio em cmolc/kg);
- 10) Na (sódio em cmolc/kg);
- 11) Al + H (alumínio + hidrogênio em cmolc/kg);
- 12) S (enxofre em mg/kg);
- 13) B (boro em mg/kg);
- 14) Cl (cloro em mg/kg);
- 15) Fe (ferro em mg/kg);
- 16) Cu (cobre em mg/kg);
- 17) Al (alumínio em cmolc/kg);
- 18) Mn (manganês em mg/kg);
- 19) Mo (molibidênio em mg/kg);
- 20) Zn (zinco em mg/kg);
- 21) pH;
- 22) CE (condutividade elétrica em dS/m);
- 23) PROF. (profundidade que foi feita a amostra em cm).

Após ser preenchido os campos acima e antes de grava-los no banco de dados, o AGROSOFT faz os seguintes cálculos (EMBRAPA, 1979):

$$S = Ca + Mg + K + Na \quad \text{eq.(1)}$$

$$T = S + Al + H \quad \text{eq.(2)}$$

$$m = \frac{Al}{Al + S} * 100 \quad \text{eq.(3)}$$

$$V = \frac{S}{T} * 100 \quad \text{eq. (4)}$$

$$NC = ((2 * Al) + (2 - (Ca + Mg))) * fp * fc \quad \text{eq.(5)}$$

$$fc = \frac{100}{PRNT} \quad \text{eq.(6)}$$

Onde:

S = soma de bases;

T = capacidade de troca de cátions (CTC);

m = saturação de alumínio (%);

V = saturação de bases (%);

NC = necessidade de calagem (Mg/ha);

f = fator que entra no cálculo da quantidade de calcário a aplicar;

fp = fator de profundidade (0,05*prof);

PRNT = poder relativo de neutralização total da calcário (%)

Todos os dados de entrada (INPUT) como os calculados pelo programa são gravados no banco de dados ANALISE.DBF.

As sugestões de adubação, tanto de correção como de restituição, serão exibidas na tela de acordo com a cultura cadastrada. Para testar a validade do AGROSOFT foi cadastrada apenas a sugestão para a cultura do melão.

3.1.2. Listar análise

Na opção LISTAR ANÁLISE o usuário terá uma visão de todas as análises cadastrada ao longo dos anos, como mostra a FIGURA 2, podendo com isso ter uma noção do que ocorre com o solo cultivado durante vários ciclos da cultura.

Os campos listados no LISTAR ANÁLISE são os mesmos de entrada e os calculados em INCLUIR ANÁLISE.

FIGURA 2. Dados apresentados em "Listar análise"

EMPRESA	ÁREA	DATA	CULTURA	MO	P	K	Ca	Mg	Na	AMH	S	B	Cl	Cu	Al	pH	→
PREFEIT.	MS	03/03/94	PIMENTÃO	0,00	13,0	0,16	6,3	3,2	0,31	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,5	→
FLÁVIO	MOS.	17/08/94	MELÃO	0,00	3,0	1,49	17,3	5,0	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,5	→
INCRA	MOS.	06/05/94	MELÃO	0,00	6,0	0,06	0,7	0,1	0,03	0,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,6	→
PAULO	BAR.	19/10/94	MELÃO	0,00	6,0	0,30	4,5	1,7	0,13	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,6	→
RIVALDO	MOS.	21/12/94	MELÃO	0,00	1,0	0,26	21,8	5,7	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8,2	→

FONTE: Laboratório de Análise de Água e Solos da ESAM.

3.1.3. Histórico da área

Os campos de entrada criados para o usuário fornecer ao programa são:

- 01) NOME DA EMPRESA;
- 02) NOME DA ÁREA;
- 03) DATA;
- 04) TIPO DE SOLO;
- 05) TIPO DE VEGETAÇÃO EXISTENTE;
- 06) TOPOGRAFIA (plana/inclinada/muito inclinada);

- 07) PROFUNDIDADE DO SOLO (raso/médio/profundo);
- 08) ELEVÇÃO (baixada/terra alta/morro);
- 09) CULTURA ANTERIOR;
- 10) PRODUÇÃO (t/ha);
- 11) FOI ADUBADA (sim/não) ?;
- 12) QUE FÓRMULA (N-P-K) ?;
- 13) FOI FEITO CALAGEM (sim/não) ?;
- 14) QUANTIDADE DE CALCÁRIO (t/ha);
- 15) CULTURA A SER FEITA;
- 16) É PERENE (sim/não) ?;
- 17) QUAL A IDADE DA NOVA CULTURA (anos) ?;
- 18) QUAL A VARIEDADE DA CULTURA;
- 19) QUAL O ESPAÇAMENTO ?;
- 20) HOUVE DEFICIÊNCIA DE NUTRIENTE NA ÁREA (sim/não) ?;
- 21) QUAL OU QUAIS ELEMENTOS ?;
- 22) OCORREU ALGUM TIPO DE DOENÇA NA ÁREA (sim/não) ?;
- 23) QUAL OU QUAIS DOENÇAS ?;
- 24) JÁ FOI FEITA ANÁLISE FOLIAR (sim/não) ?;
- 25) QUAIS OS ELEMENTOS DA ANÁLISE FOLIAR ?

É importante salientar que só será preenchido os campos 17, 18 e 19 se no item 16 o campo for preenchido com "sim", ou seja, se a nova cultura a ser feita for perene.

Após a entrada dos dados, estes serão gravados no banco de dados HISTORI.DBF.

3.1.4. Listar histórico

Fazendo uso do banco de dados HISTORI.DBF, o usuário poderá listar na tela, todas as informações cadastradas no Histórico da Área conforme a FIGURA 3 e assim poder fazer uma avaliação do que ocorre com as glebas ao longo dos anos.

FIGURA 3. Dados apresentado em "Listar Histórico"

EMPRESA	ÁREA	DATA	SOLO	VEG.EXIST.	TOPOG.	PROF.	ELEVAC.	CULANTER	PRODUÇÃO →
PREF.	MS	05/03/94	PODZ.	CAPOEIRA	PLANA	MEDIA	MORRO	MELAO	23,6
FLAVIO	MOS.	17/08/94	PODZ.	CAPIM	PLANA	MEDIA	MORRO	CAPIM	23,7
INCRA	MOS.	06/03/94	LATOS.	MELAO	PLANA	MEDIA	MORRO	MELAO	17,0
PAULO	BAR.	19/10/94	LATOS.	ACEROLA	PLANA	MEDIA	MORRO	ACEROLA	30,2
RIVALDO	MOS.	21/12/94	CAMB.	CAPOEIRA	PLANA	RASO	MORRO	MELAO	41,6

FONTE:

3.1.5. Listar adubos

Nesta opção o usuário terá uma lista dos principais adubos comercializados, com seus respectivos teores, em percentagem, de seus nutrientes, bem como seu índice de acidez/alcalinidade. Essas informações estão contidas no banco de dados ADUBO.DBF. Os adubos cadastrados estão na FIGURA 4.

Os adubos cadastrados são: sulfato de amônia, nitrato de sódio, nitrocálcio, nitrato de amônia, uréia, calciocianamida, superfosfato simples, nitrofosfato, fosfato bicalcico, farinha de osso, escória de Thomas, fosfatos naturais (Olinda), cloreto de potássio, sulfato de potássio, calcário, nitrato de potássio, sulfonitrato de amônia, termofosfatos, rochas fosfatadas (apatitas), superfosfato

triplo, diamônio fosfato (DAP) e monoamônio fosfato (MAP), perfazendo um total de 22 adubos cadastrados.

FIGURA 4. Adubos cadastrados no AGROSOFT e seus respectivos teores de nutrientes.

ADUBOS	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	S	IA ^(*)
	%					kg/Mg
Sulfato de amônio	20	-	-	-	24	-996
Nitrato de sódio	16	-	-	-	-	+263
Nitrocálcio	22	-	-	7	-	-280
Nitrato de amônio	34	-	-	-	-	-535
Uréia	45	-	-	-	-	-850
Calciocianamida	21	-	-	27	-	-571
Superfosfato simples	-	18	-	19	12	0
Nitrofosfato	18	18	-	9	-	-181
Fosfato bicalcico	-	40	-	21	-	0
Farinha de osso	4	25	-	-	-	0
Escoria de Thomas	-	12	-	18	-	+453
Fosfatos naturais (olinda)	-	3	-	29	-	+90
Cloreto de potássio	-	-	60	-	-	0
Sulfato de potássio	-	-	50	-	17	0
Calcário	-	-	-	22	-	+1000
Nitrato de potássio	13	-	44	-	-	+236
Sulfonitrato de amônio	26	-	-	-	15	-770
Termofosfato	-	13	-	3	-	+453
Rochas fosfatadas (apatitas)	-	32	-	29	-	+90
Superfosfato triplo	-	44	-	11	1	0
Diamônio fosfato (DAP)	16	44	-	-	-	-635
Monoamônio fosfato (MAP)	10	50	-	-	-	-589

FONTE: Adaptado de MALAVOLTA (1989 e SILVA (1982)

(*) Índice de Acidez/Alcalinidade: (-) = acidez, (+) = alcalinidade. O número indica a quantidade de calcário necessário para neutralizar 1000kg de adubo. Sinal (+) indica a quantidade de calcário equivalente a 1000 kg de adubo.

3.1.6. Mistura

Na opção MISTURA, o AGROSOFT solicita a entrada primeiramente, com a quantidade de mistura que o usuário deseja obter, em seguida será fornecido ao programa a formulação (N-P-K) desejada. A partir daí o usuário terá duas

opções a seguir: fazer os cálculos da mistura usando uma só fonte de adubo para cada nutriente ou mais de uma fonte de adubo para o mesmo nutriente.

3.1.6.1. Uma só fonte para cada nutriente

Se a opção do usuário for de fazer os cálculos usando apenas uma fonte para cada nutriente, o AGROSOFT apresentará na sequência um sub-menu contendo os 12 adubos cadastrados que apresentam nitrogênio em sua composição. O usuário escolhe a fonte de nitrogênio e em seguida aparecerá outro sub-menu, desta vez com 11 adubos que apresentam fósforo em sua composição. Após a escolha da fonte de fósforo, aparecerá outro sub-menu, desta vez com os adubos (3) para ser escolhido como fonte de potássio. Escolhido as três fontes de nutrientes, o AGROSOFT "perguntará" se o usuário deseja completar a mistura com matéria orgânica, se a resposta for positiva aparecerá na tela alguns campos onde será pedido para o operador entrar com a composição aproximada de nitrogênio (N), fósforo (P_2O_5) e potássio (K_2O) da matéria orgânica. A entrada desses dados é importante porque o programa fará o desconto da quantidade desses nutrientes das fontes previamente selecionadas para a obtenção da formulação desejada. O passo seguinte é mostrar na tela o resultado da mistura, onde é mostrado a formulação desejada, os adubos escolhidos e suas respectivas quantidades a serem misturadas para se ter a formulação (N-P-K)

desejada, além da quantidade de matéria orgânica que também entrará na mistura.

Se o usuário optar pela não utilização da matéria orgânica o AGROSOFT processará os cálculos para que a mistura seja completada com material inerte, com o cuidado para que esse material inerte nunca seja superior a 15% da quantidade da mistura desejada, conforme legislação vigente no MARA (MALAVOLTA, 1989). Para isso o AGROSOFT informará através de uma mensagem, que a quantidade de material foi superior ao permitido por lei, bem como avisará que pelas fontes de adubos escolhidos, a quantidade da mistura foi superior ao desejado, sugerindo o uso de fontes mais ou menos concentradas desses nutrientes.

3.1.6.2. Mais de uma fonte para o mesmo nutriente

Se preferir, o usuário poderá escolher mais de uma fonte de adubo para o mesmo nutriente. Inicialmente escolherá as fontes de nitrogênio, fósforo e potássio pelos sub-menus apresentados, em seguida o operador informará ao programa se a nova fonte é de nitrogênio, fósforo ou de potássio. Se a nova fonte for de nitrogênio aparecerá um menu com adubos nitrogenados para escolha da segunda fonte, se for de fósforo a segunda opção, aparecerá um menu com adubos fosfatados e assim por diante. Na sequência o usuário fornecerá ao programa, qual a participação percentual da primeira fonte do nutriente na fórmula desejada. Os resultados serão mostrado

na tela que além de conter a formulação desejada, também terá as fontes escolhidas e suas respectivas quantidades. O AGROSOFT também "perguntará" se o usuário deseja completar a mistura com matéria orgânica, caso escolha a opção "sim" aparecerá na tela, campos para que o usuário forneça a composição aproximada de nitrogênio, fósforo e potássio da matéria orgânica. Optando pela não utilização da matéria orgânica o AGROSOFT processará os cálculos de acordo com o item 3.1.5.1.

Se o usuário escolher adubos que são incompatíveis ou que só devem ser misturados um pouco antes de ser utilizados, o AGROSOFT informará ao usuário que dentre os adubos escolhidos, existem adubos que não podem ser misturados ou que só devem ser misturados antes do uso.

Todos os cálculos utilizado nas misturas foram feitos utilizando os métodos recomendados por MALAVOLTA (1989) e SILVA (1982).

3.1.7. Compatibilidade

Na item 3.1.5, o AGROSOFT alerta para a compatibilidade ou não dos adubos, mas na opção compatibilidade o usuário poderá ter na tela uma tabela (FIGURA 5) que mostrará a compatibilidade e a semi-compatibilidade que alguns adubos apresentam entre si, podendo ser verificado antes de fazer os cálculos da mistura.

3.1.8. Retorna

Retorna ao menu principal.

3.2. Fertirrigação

Na fertirrigação o usuário deverá fornecer ao AGROSOFT as seguintes informações: 1) cultura; 2) data de plantio; 3) desbaste (pl/cova); 4) espaçamento entre linhas (cm); 5) espaçamento entre plantas (cm); 6) previsão de colheita (dias); 7) profundidade da coleta de solo (cm); 8) densidade do solo (g/cm^3); 9) área; 10) data da análise; 11) PRNT (%); 12) saturação de bases para o melão (%); 13) lâmina (mm); 14) vazão da bomba injetora (l/h); 15) vazão do sistema (m^3/h); 16) condutividade elétrica da mistura (dS/m), 17) fonte de nitrogênio; 18) fonte de fósforo e 19) fonte de potássio. Caso não sejam fornecidas ao programa a profundidade de coleta do solo, densidade do solo, PRNT e a CE da mistura, o programa usará 20 cm, $1,53 \text{ g/cm}^3$, 67% e $1,5 \text{ dS/m}$ respectivamente.

É importante dizer que o AGROSOFT permite, através da tecla F2, dar dicas ao usuário no que diz respeito a área e a data da análise de solo, onde através da tecla F2, aparece na tela a lista de todas as análises cadastradas no item 3.1.1., sendo útil para que o usuário digite com exatidão a área e a data da análise. Também permite dicas sobre o valor ideal da saturação de bases (V2) para algumas

culturas, como também dicas para se fazer um pequeno teste e obter a condutividade elétrica da mistura para melhor controle da irrigação e salinidade do solo através da fertirrigação.

3.2.1. Quantidade de água

O usuário informará ao programa a lâmina de água que a cultura necessita para suas necessidades hídricas, se não for fornecida o programa assumirá o valor de 500 mm. O usuário também fornecerá ao programa a vazão da bomba injetora de fertilizante (l/h) e a vazão do sistema (m³/h). Com esses parâmetros o AGROSOFT faz um breve teste e informa ao usuário se a relação entre a taxa de aplicação de fertilizante e a capacidade instalada. Se a relação for muito alta ($\geq 2,5$), aparecerá na tela uma mensagem alertando ao usuário para os problemas de salinidade que podem causar para as plantas.

3.2.2. Exigências nutricionais das plantas

As exigências nutricionais usada no programa para a cultura do melão, são frutos de pesquisas acumuladas em vários ciclos de cultivo que permitiram a criação de um banco de dados com as exigências nutricionais da cultura. O banco de dados das exigências é utilizado para, depois de fazer um balanço entre os teores de nutrientes do solo e o quantidade aplicada via fertirrigação, sugerir a aplicação das doses de fertilizantes.

3.2.3. Parcelamento das adubações

Sugeridas a partir das exigências nutricionais da cultura levando-se em consideração os níveis de nutrientes no solo. Para isso, o AGROSOFT permite fazer uma avaliação dos teores de Ca, Mg, Al e pH. Com esses dados o programa faz uma avaliação das condições do solo, e se for o caso fará a recomendação da necessidade de calagem por um dos 03 métodos: 1) levando-se em consideração os teores de Ca+Mg; 2) pelo método da neutralização do Al e 3) pela saturação de bases. Também permite fazer um balanço da quantidade de nutriente no solo e a quantidade de nutriente exportada pela cultura. Se os teores de nutrientes do solo forem superiores aos exigidos pela cultura, aparecerá na tela mensagens alertando para a viabilidade econômica da necessidade de adubação dos seguintes nutrientes: fósforo, potássio, cálcio e Magnésio. Se necessário uma adubação de restituição o AGROSOFT fará o parcelamento da adubação dentro do prazo para a colheita. O programa com todos os dados necessários fornecidos, fará cálculos para o parcelamento diário das lâminas d'água (mm e m^3) e quantidades de adubo N-P-K (kg/ha e g/m^3). Essas informações serão listados através da impressora com o parcelamento diários, desde o dia de plantio até o dia da suposta colheita.

3.3. Salinidade

3.3.1. Qualidade da água

O AGROSOFT permite nessa opção, que o usuário cadastre suas análises de água para que possa ter um acompanhamento da qualidade da água de irrigação. Os campos de entrada (INPUT) são:

- 01) SEÇÃO;
- 02) ÁREA;
- 03) Ca^{++} (mmol/dm³);
- 04) Mg^{++} (mmol/dm³);
- 05) Na^{++} (mmol/dm³);
- 06) K^{++} (mmol/dm³);
- 07) Cl^- (mmol/dm³);
- 08) HCO_3^- (mmol/dm³);
- 09) CO_3^{--} (mmol/dm³);
- 10) SO_4^{--} (mmol/dm³);
- 11) pH;
- 12) CE ($\mu\text{S}/\text{cm}$).

Além do armazenamento dos dados da análise da água, o AGROSOFT calcula a razão de adsorção de sódio (RAS) (RICHARDS, 1977), razão de adsorção de sódio ajustada (RAS_{aj}) (AYERS & WESTCOT, 1991), razão de adsorção de sódio corrigida (RAS_{cor}) (DOOREMBOS & KASSAM, 1994), os sólidos dissolvidos (SD) (RICHARDS, 1977), carbonato de sódio residual (CSR) (RICHARDS, 1977), classificação de EATON (DONEEN, 1975),

classificação USS (RICHARDS, 1977), porcentagem de sódio solúvel (PSS) (RICHARDS, 1977), porcentagem de sódio possível (PSP) e porcentagem de sódio intercambiável (PSI) (DENEEN, 1975). A classificação da água pela USS é feita com a RAS_{aj} e a CE. Tanto os campos de entrada como os calculados são gravados no arquivo ÁGUA.DBF.

As fórmulas usadas são:

$$pH_c = (pK'2 - pK'e) + p(CaMg) + p(AlK) \quad \text{eq.(7)}$$

$$F = 1 + (8,4 - pH_c) \quad \text{eq.(8)}$$

$$RAS = \frac{NA}{\sqrt{(Ca + Mg) / 2}} \quad \text{eq.(9)}$$

$$RAS_{AJ} = RAS * F \quad \text{eq.(10)}$$

$$SC = Ca + Mg + Na + K \quad \text{eq.(11)}$$

$$SA = CO_3 + HCO_3 + Cl + SO_4 \quad \text{eq.(12)}$$

$$SD = CE * 0,64 \quad \text{eq.(13)}$$

$$CSR = (CO_3 + HCO_3) - (Ca + Mg) \quad \text{eq.(14)}$$

$$PSS = \frac{Na}{Ca + Mg + Na} * 100 \quad \text{eq.(15)}$$

$$PSP = \frac{Na}{(Ca + Mg + Na) - (CO_3 + HCO_3)} * 100 \quad \text{eq.(16)}$$

$$PSI = \frac{(-0,0126 + (0,01475 * RAS))}{(1 + (-0,0126 + (0,01475 * RAS)))} * 100 \quad \text{eq.(17)}$$

onde:

pH_c = índice de Langelier;

$pK'2$ - $pK'c$, $p(Ca+Mg)$ e $p(AlK)$ = parâmetros empregados para a estimativa do índice de Langelier;

F = fator de ajuste da RAS;

RAS = razão de adsorção de sódio;

Na = sódio em $mmol/dm^3$;

Ca = cálcio em $mmol/dm^3$;

Mg = magnésio em $mmol/dm^3$;

K = potássio em $mmol/dm^3$;

CO_3 = carbonato em $mmol/dm^3$;

HCO_3 = bicarbonato em $mmol/dm^3$;

SO_4 = sulfato em $mmol/dm^3$;

RAS_{aj} = RAS ajustada;

SD = sólidos dissolvidos;

CSR = carbonato de sódio residual;

PSS = porcentagem de sódio solúvel;

PSP = porcentagem de sódio possível;

PSI = porcentagem de sódio intercambiável

3.3.2. Necessidade de lixiviação

3.3.2.1. Lavagem de recuperação

Na lavagem de recuperação o usuário escolherá em menu o tipo de inundação, "contínua" ou "intermitente". Se intermitente o programa solicita a concentração de sais

estimado que se deseja obter após a lixiviação, além da concentração de sais na água de irrigação, a concentração de sais original do solo além da profundidade (cm) que se deseja fazer a lavagem de recuperação. Com esses dados a programa calcula a lâmina (mm) requerida para a lavagem. Caso a inundação seja contínua, o usuário deve fornecer com a classificação do solo em função do teor de matéria orgânica e granulometria (tufoso, franco-argilosa, franco arenosa e média) para em seguida solicitar os mesmos dados da inundação intermitente e efetuar os cálculos da lâmina necessária para recuperar o solo. A lâmina de lixiviação é calculada pela seguinte fórmula básica teoricamente estabelecida pelo U.S. Salinity Laboratory, 1954, citada por WESSELING et alii (1986):

$$\frac{C - C_i}{C_o - C_i} \times \frac{D_L}{D_s} = k \quad \text{eq.(18)}$$

onde:

C = concentração de sais que deseja obter no solo após a lixiviação;

C_i = concentração de sais da água de irrigação utilizada na lavagem do solo;

C_o = Concentração de sais original do solo;

D_L/D_s = lâmina de lixiviação por unidade de profundidade do solo;

k = constante que depende da técnica de lavagem e do tipo de solo.

3.3.2.2. Lavagem de manutenção

Na lavagem de manutenção o usuário entra com a classe textural do solo (arenosa, franco-siltosa ou franco-arenosa, franco-argilo-siltosa ou franco-argilo-arenosa e argiloso). Para os solos que não possuem a textura arenosa, o operador fornecerá ainda a eficiência de lixiviação (LE). Em seguida informa ao programa o método de irrigação utilizado (superficial ou gotejamento/aspersão). O próximo passo é fornecer a CE da água de irrigação ($\mu\text{S}/\text{cm}$), a CE do extrato de saturação ($\mu\text{S}/\text{cm}$), a evapotranspiração da cultura (mm) e a precipitação efetiva durante o ciclo da cultura (mm). Com todos os dados fornecidos, o AGROSOFT calcula a lâmina de água necessária para a lavagem de manutenção. As fórmulas utilizadas foram derivadas de Reeve et alli, citado por CRUCIANI (1983):

$$RL = \frac{CE_w}{5 \times CE_e - CE_w} \times \frac{1}{Le} \quad \text{eq.(19)}$$

$$RL = \frac{CE_w}{2 \times \text{Max}CE_e} \times \frac{1}{Le} \quad \text{eq.(20)}$$

$$h = \frac{Etc - Pe}{1 - RL} \quad \text{eq.(21)}$$

onde:

RL = requerimento de lixiviação;

CE_w = condutividade elétrica da água de irrigação (mmhos/cm);

C_{e_c} = condutividade elétrica do estrato de saturação do solo admissível pela cultura para um determinado rendimento (mmhos/cm);

$MaxCE_c$ = máxima condutividade elétrica do estrato de saturação do solo suportada por uma dada cultura;

Le = eficiência de lixiviação;

h = lâmina requerida (mm);

Etc = evapotranspiração da cultura (mm);

Pe = precipitação efetiva (mm).

3.3.3. Corretivos

O AGROSOFT trabalha com 08 corretivos compilados da literatura, para recuperação do solo, são eles: gesso, cloreto de cálcio, enxofre, polisulfeto de cálcio, ácido sulfúrico, sulfato de ferro, sulfato de alumínio e calcário. Após a escolha do corretivo a ser utilizado na recuperação do solo o usuário fornece ao programa os seguintes dados: TNa inicial (%), TNa final ou desejada após o uso do corretivo (%), CTC do solo (meq/100g), profundidade do solo a corrigir (cm) densidade do solo (g/cm^3), solubilidade do corretivo (meq/l) e a pureza do corretivo. Fornecido todos os dados o AGROSOFT apresentará na tela o resultado que constará do corretivo utilizado, a dose teórica do corretivo (kg/ha), a dose prática do corretivo (kg/ha), a dose prática do corretivo (t/ha) e a lâmina de água necessária para dissolver o corretivo (mm).

$$N_{cor} = \frac{Tna_i - Tna_f}{100} * CTC * Y_c \quad eq.(22)$$

Onde:

N_{cor} = dose teórica do corretivo em kg/ha;

Tna_i = percentagem de sódio trocável atual ou inicial (%);

Tna_f = percentagem de sódio trocável e permissível no final do processo (%);

CTC = capacidade de troca de cátions (meq/100g);

Y_c = $Pe * h * ds$;

Pe = Peso equivalente do corretivo;

h = profundidade do solo a corrigir (cm);

ds = densidade do solo (g/cm³).

3.3.4. Salinidade atual

Nessa opção o AGROSOFT fornece ao usuário, na tela do computador, todas as análises de água por ele cadastrada ao longo do tempo bem como os cálculos físico-químico de 3.3.1, possibilitando assim, um controle mais racional de sua água de irrigação.

3.3.5. Retorna

Retorna ao menu principal.

4. CONCLUSÕES

Após sucessivos testes com dados reais e disponíveis na literatura e simulações, o AGROSOFT permitiu extrair as seguintes conclusões:

1. É um software aplicativo, versátil e portátil; reduzindo sobremaneira o tempo dispensado em rotinas de cálculos necessário ao manejo do solo e da água de irrigação;
2. É um aplicativo de grande utilidade na tomada de decisões sobre o manejo da água de irrigação e distribuição dos adubos em coberturas, dissolvidos na lâmina de água diária aplicada para a cultura do melão;
3. O aplicativo permite avaliar a qualidade da água de irrigação ao longo do ciclo da cultura, e sugerir corretivos, caso haja evidências no aumento da salinidade do solo e da água de irrigação;
4. Em solos afetado por sais, o AGROSOFT sugere opções de corretivos, lâmina de água adicional para dissolver os corretivos e a necessidade adicional da lâmina de água para promover lixiviação de sais.

5. RESUMO

Com o avanço da ciência e da tecnologia, tanto da indústria de insumos (complexo industrial à montante da fazenda), quanto a indústria alimentar (agroindústria à jusante da propriedade agrícola), têm procurado desenvolver métodos cada vez mais eficientes no sentido de "racionalizar" a produção nos moldes do desenvolvimento industrial. A necessidade de automação de rotinas de trabalho se torna um dos caminhos úteis na busca da competitividade no setor agrícola, onde se instala a agricultura de alto nível de insumos. Este trabalho teve como Objetivo desenvolver um software básico para execução das rotinas de trabalho em uma propriedade agrícola que tencione racionalizar o emprego de adubações químicas diretamente no solo ou via água de irrigação.

O programa foi elaborado em Clipper, versão 5.2, podendo ser rodado em microcomputadores IBM PC-XT/AT ou 100% compatível. O AGROSOFT contém as seguintes rotinas em adubos e adubações: incluir análise (com sugestão de adubação de restituição e corretiva), listar análise, histórico da área, listar histórico, listar adubo, mistura e compatibilidade. Para fertirrigação temos as seguintes rotinas: disponibilidade de água, exigências nutricionais da cultura e parcelamento das adubações. Para salinidade: qualidade da água, necessidade de lixiviação, corretivos e salinidade atual. Com esse trabalho concluiu-se que cada programa desenvolvido cumpriu sua tarefa, e a saída dos mesmos foram através de arquivo de dados e impressora, com valores numéricos para permitir a análise dos resultados.

6. Literatura citada

ABROL, I. P.; DAHIYA I. S. & L. A. BHUBLA. On the method of determining gypsum requirement of soils. *Soil. Sci.* 120 (1): 30-45. 1975.

ALLISON, L. E. Salinity in relation to irrigation. In. NORMAN, A. G. *Advances in agronomy*.. New York, Academic Press, 1964. p.138-180. 1964.

AYERS, R. S. & WESTCOT, D. W. *A qualidade da água na agricultura*. Campina Grande: UFPB, 1991. 218p.

BRADY, N. C. *Natureza e propriedades do solo*. 7ª ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1989. 878p.

- CARRUTHERS, I. Como cuidar la inversión en riego: el fator drenaje. *Ceres*, 18(4):15-21, 1985)
- CRUCIANI, D. E. *A drenagem na agricultura*. São Paulo, Nobel, 1983. 337p.
- DONNER, N. D. Water quality for irrigated agriculture. In. POLJAKOFF - MAYBER, A. & J. GANE. *Plant in saline environments*. New York, Springer-Veslag, 1975. p.56-76 (ecological studies, 15).
- DOORENBOS, J. & KASSAM, A. H. *Efeitos da água no rendimento das culturas*. Campina Grande: UFPB, 1994 (Estudos FAO: Irrigação e drenagem).
- EMBRAPA. SNLCS. *Manual de métodos de análises de solo*. Rio de Janeiro, 1979. "Não paginado".
- GOMES, L. L. *Diagnóstico da salinidade do solo no perímetro irrigado de Itans, Caicó - RN*. Mossoró: ESAM. 1994. 62p.
- KAÚRICHEV, I. S. *Práticas de edafologia*. Moscow. Editorial Mir, 1984. 287p.
- MALAVOLTA, E. *ABC da adubação*. São Paulo: Ceres, 1989. 292p.

UFERSA SIGAA - BIBLIOTECAS



SIGAA

2010075992