



POLITÉCNICO DE COIMBRA
ESCOLA SUPERIOR AGRÁRIA

Licínio Manuel Cardoso Afonso

A agricultura de precisão na cultura do milho

Coorientador: Professor Fernando Casau

Coorientador: Professor José Tavares

Coimbra, 2019



Licínio Manuel Cardoso Afonso

A agricultura de precisão na cultura do milho

Relatório de estágio apresentado à Escola Superior Agrária de
Coimbra para cumprimento dos requisitos necessários
à obtenção do grau de Mestre em Agropecuária

Coorientador: Professor Fernando Casau

Coorientador: Professor José Tavares

Coimbra, 2019

Resumo

O trabalho tem como principal objetivo o estudo da “Agricultura de precisão na cultura do milho”. Dada a importância deste tema na agricultura decidi acompanhar a preparação e a instalação da cultura do milho na Quinta da Cholda. A agricultura de precisão é muito importante para a modernização da agricultura em Portugal. Devido a diversos fatores, neste momento é na zona mais a sul que está mais focada em implementar estas novas aplicações. Para além do acompanhamento das operações também foram elaborados dois ensaios com variedades de milho. Num apenas foi utilizada uma variedade com densidades diferentes, no outro ensaio foram utilizadas diferentes variedades com a mesma densidade. Antes da sementeira foram elaborados mapas de densidade, com base em análises, mapeamento do solo e mapas de produtividade dos anos anteriores. A finalidade da utilização da AP é produzir mais, baixando os custos de produção, causando um menor impacto no meio ambiente.

Palavras Chave: agricultura de precisão, fertilização, sementeira, variedades de milho.

Abstract

The main objective of this work is the study of “Precision agriculture in maize crop”. Given the importance of this theme in agriculture I decided to follow the preparation and installation of corn crop in Quinta da Cholda com. This theme of precision agriculture is very important for the modernization of agriculture in Portugal. Due to various factors at this time it is in the southernmost zone that is most focused on implementing these new applications. In addition to monitoring the operations, two trials with maize varieties were also prepared. Only one variety with different densities was used, in the other test several varieties with the same density were used. Prior to sowing, density maps were prepared based on analysis, soil mapping and yield maps from previous years. The purpose of using AP is to produce more, lowering production costs and being more environmentally friendly.

Keywords: precision agriculture, fertilization, sowing.

Índice

Resumo	<i>i</i>
Abstract	<i>ii</i>
Índice de Figuras	<i>v</i>
Índice de Tabelas	<i>v</i>
I. Origem do Milho	<i>1</i>
II. A Importância socioeconómica do milho	<i>2</i>
III. Utilização do milho	<i>2</i>
1. Classificação Botânica e Fisiologia	<i>3</i>
a) Exigências Climáticas	<i>4</i>
b) Temperatura	<i>4</i>
c) Água	<i>5</i>
2. Métodos e sistemas de rega	<i>5</i>
3. Luz	<i>6</i>
4. Solo	<i>6</i>
IV. Agricultura de Precisão	<i>7</i>
V. Sistemas de GPS	<i>8</i>
VI. Sistemas de informação geográfica (SIG)	<i>9</i>
VII. Análises de solo	<i>10</i>
VIII. Otimizar a produção	<i>10</i>
1. Condutividade elétrica	<i>11</i>
IX. IAF (Índice de Área Foliar)	<i>12</i>
X. Mapas NDVI	<i>13</i>
XI. Tecnologia da taxa variável	<i>13</i>
XII. Aplicação de fertilizantes de forma variável	<i>14</i>
XIII. Aplicação de herbicidas seletivos	<i>15</i>
XIV. Rega de precisão	<i>16</i>
XV. Mapas de produtividade	<i>17</i>

XVI.	<i>Utilização da aplicação Climate FieldView.....</i>	18
1.	Conetividade dos dados	18
2.	Visualização dos dados e informação dos campos.....	18
3.	Prescrição de sementeira	19
4.	Análise e rendimento das culturas.....	20
XVII.	<i>Material e métodos.....</i>	21
1.	Localização	21
2.	Caraterização dos solos na Golegã.....	23
3.	Dados Climatológicos da Golegã.....	25
XVIII.	<i>Elaboração de ensaios.....</i>	26
1.	Localização do ensaio.....	27
2.	Preparação do solo	27
3.	Sementeira direta na exploração.....	28
4.	Sementeira da parcela com densidade variável.....	29
5.	Aplicação de fertilizantes na parcela.....	30
6.	Aplicação de fitofármacos	31
7.	Caderno de campo da parcela	32
8.	Rega	32
9.	Colheita.....	32
10.	Colheita da parcela das variedades.....	34
XIX.	<i>Sustentabilidade</i>	35
XX.	<i>Conclusão.....</i>	36
XXI.	<i>Bibliografia</i>	38
XXII.	<i>Anexos.....</i>	39

Índice de Figuras

<i>Figura 1 - Área cultivada de milho para grão em Portugal (INE)</i>	2
<i>Figura 2 - Estados fenológicos na cultura do milho</i>	4
<i>Figura 3 - Agricultura de Precisão</i>	8
<i>Figura 4 - Sistema GPS</i>	9
<i>Figura 5 - Processo SIG</i>	10
<i>Figura 6 - Mapeador de solo</i>	12
<i>Figura 7 - Mapa NDVI</i>	13
<i>Figura 8 - Mapa Fertilização</i>	15
<i>Figura 9 - Distribuição Herbicida</i>	16
<i>Figura 10 - Mapa produtividade</i>	17
<i>Figura 11 - Dispositivo isobus</i>	18
<i>Figura 12 - Avaliação campo</i>	19
<i>Figura 13 - Análise solo e prescrição</i>	19
<i>Figura 14 - Mapa rendimento</i>	20
<i>Figura 15 - Localização da exploração</i>	22
<i>Figura 16 - Rede hidrográfica Santarém</i>	22
<i>Figura 17 - Mapa de textura do solo – Fonte: DEKALB</i>	23
<i>Figura 18 - Mapa do teor de areia no solo - Fonte: DEKALB</i>	24
<i>Figura 19 - Mapa de teores de argila no solo - Fonte: DEKALB</i>	24
<i>Figura 20 - Mapa de pH do solo - Fonte: DEKALB</i>	25
<i>Figura 21 - Dados climatológicos para Golegã</i>	25
<i>Figura 22 - Semeador densidade variável</i>	27
<i>Figura 23 - Sementeira com densidade variável</i>	30
<i>Figura 24 - Distribuidor centrifugo</i>	31
<i>Figura 25 - Colheita do cereal</i>	33
<i>Figura 26 - Mapa de produtividade</i>	33
<i>Figura 27 - Rotas do trator á colheita e sementeira trigo VRT</i>	37

Índice de Tabelas

<i>Tabela 1 - Plano de fertilização</i>	31
<i>Tabela 2 - Caderno de campo</i>	32
<i>Tabela 3 - Dados referentes á colheita das variedades</i>	34

I. Origem do Milho

Á muitos séculos que os investigadores se interrogavam sobre a origem geográfica do milho. Atualmente, todos estão de acordo que a região de origem desta espécie é o Novo Mundo, quer seja no México, na América Central ou na América do Sul (Andrade, 2004).

O mesmo autor refere que, o milho é proveniente da América Central, onde terá sido cultivado há cerca de 5000 anos, antes da nossa era, por povos como os Maias, Incas e Astecas.

Há várias contradições quanto à origem genética, porque a planta nunca foi encontrada no estado selvagem. Alguns estudiosos dessas gramíneas pensaram que proveio do *Tripsacum*, outros do *Zea Mays* tunicada e ainda outros apontam para teosintos (Sousa, 1995). A planta foi trazida para a Europa por Cristóvão Colombo (Rodrigues, 1989) difundindo-se rapidamente graças à sua grande capacidade de adaptação (Wilsie, s.d).

Em Portugal foi introduzida no início do século XVI, sendo cultivado na região de Coimbra (Castro, 1989) estendendo-se depois às províncias do Minho, Beira Litoral e Ribatejo (Araújo, 1956), revolucionando a agricultura da época, tanto pelas suas produções como pelas suas exigências (Coutinho, 1987).

O processo de “domesticação” levado a cabo pelo homem primitivo até à conceção do milho atual foi realmente espetacular, transformando, num período de tempo relativamente curto, uma planta silvestre num cereal mais eficiente e conhecido (Bellido,1991).

Como afirma Struik (1983), a espécie de milho que hoje utilizamos é incapaz de sobreviver sem a intervenção do Homem, uma vez que não possui mecanismos de disseminação, nem órgãos de resistência. É uma espécie relativamente recente, com alguns milhares de anos, tendo surgido provavelmente a partir do período em que o Homem iniciou o desenvolvimento da agricultura.

II. A Importância socioeconómica do milho

O milho constitui, nos nossos dias, uma cultura de elevado e crescente interesse económico e social, nomeadamente nos países em desenvolvimento e com enormes carências alimentares, graças ao seu potencial produtivo, diversidade e adaptabilidade a uma vasta gama de condições ambientais. A cultura do milho afirma-se como um dos casos demonstrativo das potencialidades produtivas da agricultura portuguesa de regadio, gerando, a montante e a jusante, importantes contributos para a vitalidade das economias quer a nível regional como nacional. No entanto, de acordo com as Estatísticas Agrícolas de 2019, o decréscimo na área semeada iniciado em 2014 (Figura1), sendo as principais razões, os baixos preços do milho nos mercados mundiais e a reduzida disponibilidade hídrica da campanha na generalidade das bacias hidrográficas.

Superfície cultivada								
Continente								
Culturas	2014	2015	2016	2017	2018	2019 f	Índices	
	1 000 ha						2019 f (Média 2014/18 =100)	2019 f (2018 = 100)
CEREAIS								
Milho de sequeiro	10	9	8	7	7	7	85	100
Milho de regadio	98	88	80	79	76	76	90	100

f - Valor previsto

Figura 1 - Área cultivada de milho para grão em Portugal (INE)

III. Utilização do milho

Inicialmente o milho era destinado fundamentalmente à alimentação humana. A sua crescente importância como cultura forrageira segue-se aos trabalhos de Reihlen, na Alemanha, e Goffart, em França, sobre a técnica da ensilagem nas décadas 1960 e 1970 (Coppock e Stone, 1968). Atualmente o destino da produção de milho é muito variado. Devido às suas características, o milho pode ser encarado principalmente como cultura energética, fornecendo também proteínas, óleo, amido e glicose. Maioritariamente, é utilizado para produção animal, como base de rações, podendo ser utilizado na indústria de moagens e amidos, para posterior utilização em produtos alimentares, farmacêuticos e muitos outros produtos industriais (Silva, N. 2009). Contemporaneamente, faz-se silagem de grão húmido (Pastone), o que permite aos produtores armazenar grãos por longos períodos, com todas as suas propriedades de uma maneira mais económica e prática.

1. Classificação Botânica e Fisiologia

O milho é uma planta herbácea anual, doméstica, caracterizado pelo seu porte notável (pode atingir os 3 metros de altura), (Menegon, et al 1984). Pertence à Divisão Fanerogâmicas, Subdivisão das Angiospérmicas, Classe das Monocotiledóneas, Família das Gramíneas, Tribo Maydeae, Género *zea* e a Espécie *Zea mays* L. (Castro, 1989). O milho possui um sistema radicular fasciculado, de grande crescimento e com raízes adventícias que lhe conferem resistência à acama. O caule é um colmo meduloso, ereto, que em boas condições de crescimento desenvolve 16 nós. As folhas são compridas, largas, de disposição alterna, lanceoladas, sem lígula, de bainha longa, bordos ásperos, glabras ou pubescentes, com nervuras retilíneas-paralelas e uma nervura funda ao meio na página superior. Flores agrupadas em inflorescências masculinas e femininas, planta monoica. A inflorescência feminina surge entre o 6º e o 8º nó na axila das folhas, a inflorescência masculina está situada na panícula (bandeira) situada na parte superior do caule. A espiga é revestida por brácteas donde saem longas estiletes ou barbas. O fruto é uma cariopse indeiscente, monospérmica a semente está ligada ao pericarpo e agrupado em infrutescências. O peso aproximado de 1000 grãos pode variar de 250 a 300 g. O ciclo da cultura está dividido em dois períodos o vegetativo e o reprodutivo, tendo a seguinte sequencia: germinação, emergência, emissão das folhas, aparecimento da panícula, floração masculina, floração feminina, formação do grão, granação e maturação. O ciclo pode variar entre 75 e 155 dias (FAO).

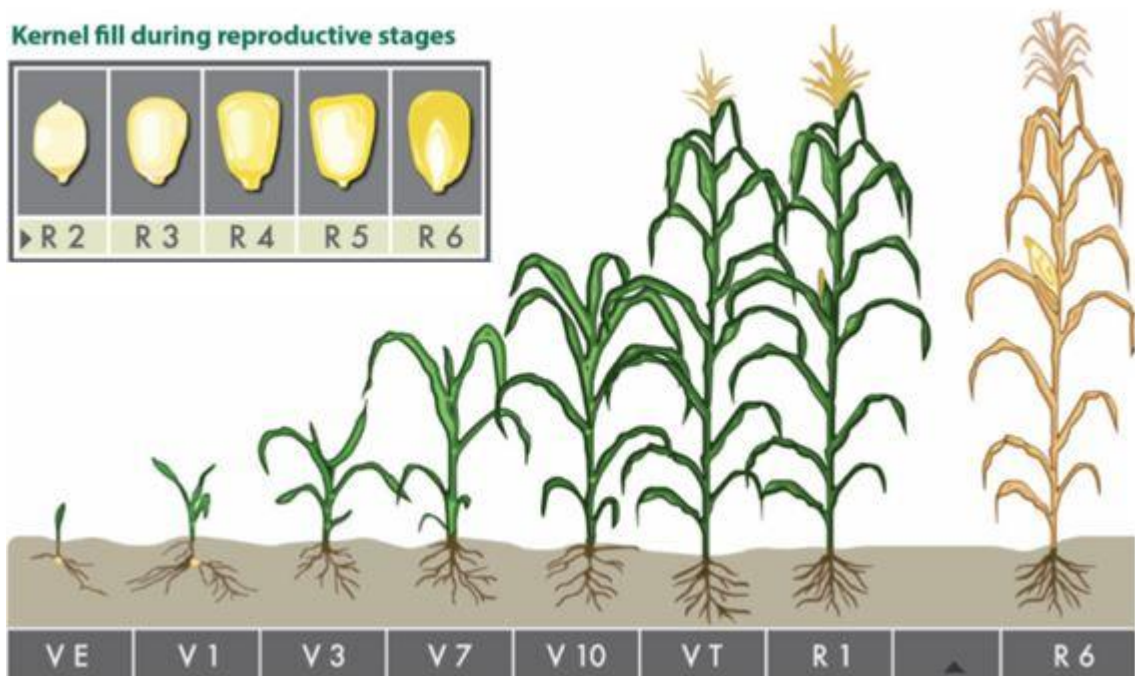


Figura 2 - Estados fenológicos na cultura do milho

a) Exigências Climáticas

Embora o melhoramento tenha introduzido alterações, de adaptabilidade, o milho mantém algumas das características de planta com proveniência tropical.

b) Temperatura

O milho é uma planta que necessita de calor e humidade para produzir satisfatoriamente e proporcionar rendimentos compensadores. Esta cultura desenvolve-se bem em zonas que apresentam uma boa distribuição das chuvas ao longo do seu ciclo, temperaturas médias diárias superiores a 19 °C e temperaturas do solo superiores a 10°C, sobretudo aquando da germinação e emergência das plantas. As maiores exigências em humidade ocorrem nas épocas de germinação, florescimento e durante o enchimento dos grãos. As deficiências em humidade, temperatura e/ou nutrientes, próximo e durante o desenvolvimento da bandeira do milho, poderão levar a grandes perdas de produção.

c) Água

Sendo o milho uma cultura de Primavera / Verão é do conhecimento geral que, ao longo do seu ciclo vegetativo, tenha grandes necessidades hídricas, assim, sendo que o seu rendimento será seriamente afetado, caso não haja compensação hídrica através de dotações de rega (Agostinho, 1996). Por sua vez (Santos, 1991) considera que, o milho requer, pelo seu porte, período cultural e rapidez de desenvolvimento, cerca de 750 litros de água por cada Kg de grão produzir.

Fases do ciclo do milho:

Sementeira – emergência 8 a 12 dias

Emergência - 8 a 10 folha 30 a 40 dias a 10 folhas

Floração 20 a 30 dias Floração

Maturação 50 a 60 dias Total 108 a 142 dias

As fortes necessidades de água, pela planta condicionam a área de cultivo da mesma. As maiores necessidades correspondem à época da floração, começando quinze a vinte dias antes da floração, período crítico das necessidades de água pela cultura (Guerrero, 1987). Até à fase de 6 a 8 folhas as exigências de água são fracas. Durante cerca de um mês, vinte dias e dez dias após a floração, se a planta for sujeita a um défice hídrico de 10% na evapotranspiração pode produzir 50 a 70% menos; no decurso destas fases a planta consome diariamente cerca de 30 a 50 m³/há (Santos, 1991).

2. Métodos e sistemas de rega

Existem três métodos de rega mais utilizados em Portugal: rega por superfície, aspersão e localizada.

Na rega por superfície a água é distribuída na parcela através do escoamento, com superfície livre sendo conduzida através de canais ou sulcos. A rega por aspersão é o processo pelo qual a água é distribuída às plantas, através de canhões ou aspersores. A rega localizada é feita por microaspersores.

3. Luz

De origem tropical, o milho era, inicialmente, uma planta de dias curtos (menor fotoperíodo). A vinda dos híbridos fez com que esta planta se tornasse indiferente ao fotoperíodo (Castro, 1989). O milho sofre com o sombreamento, sendo visível pelo rápido crescimento em altura, mas menor acumulação da matéria seca nas plantas sombreadas. Este problema limita as densidades de sementeira, em contrapartida quanto maior a densidade, mais sensível este se torna em relação á acama (Castro,1989).

4. Solo

O solo é a principal fonte de nutrientes e de água para as plantas. Esta cultura adapta-se a diversos tipos de solo, desde que tenham uma boa drenagem. Os solos arenosos favorecem a precocidade, mas os solos de textura franco-argilosa têm a vantagem de possuírem uma capacidade superior de armazenamento de água. O milho exige solos com uma boa estrutura, nomeadamente no período de crescimento do sistema radicular, um enraizamento limitado em profundidade e densidade irá repercutir no crescimento das plantas, pela dificuldade de acesso à água e aos nutrientes contidos no solo. É uma cultura exigente em fertilidade do solo. O pH ótimo situa-se entre 6,0 e 7,0, mas cultura tolera pH entre 5,5 e 7,5. O milho é moderadamente tolerante à salinidade.

IV. Agricultura de Precisão

O primeiro passo na agricultura de precisão passa pela avaliação das parcelas. A agricultura de precisão está em consonância com a utilização de equipamentos de alta tecnologia. Estas ferramentas e tecnologias permitem ao agricultor conhecer de maneira global a sua exploração, aumentando o rendimento, permitindo, um uso mais racional e eficiente dos fatores de produção, podendo ser aplicados de maneira diferente e de forma mais otimizada. Desta forma pode minimizar o impacto ambiental e aumentar a sustentabilidade. Com estas novas tecnologias podemos avaliar e monitorizar as parcelas da exploração de maneira diferente, justificando os fatores de produção de acordo com as necessidades das parcelas. Existem sistemas de posicionamento e de informação que são o pilar da agricultura de precisão. Os sistemas de posicionamento a partir de satélites (GPS) e os sistemas de informação geográfica (SIG). Para além disso também são adaptados sensores e medidores que fazem a medição do fluxo e débito das máquinas quer na aplicação de sementes, fitofármacos, fertilizantes e a medição de caudais e produtividades, como por exemplo nas máquinas de colheita. Devido ao elevado custo económico que alguns fatores de produção têm nas culturas, é vantajoso utilizar a agricultura de precisão, pois fazemos uma aplicação precisa de sementes, fertilizantes e fitofármacos bem como uma boa gestão da rega, aumentando a sua eficiência. As aplicações de fertilizantes podem influenciar a produtividade aumentando o rendimento das culturas e o arrastamento de nutrientes para as zonas de drenagens, que posteriormente vão contaminar as águas residuais e subterrâneas.



Figura 3 - Agricultura de Precisão

V. Sistemas de GPS

O GPS (Global positioning system), é um sistema de navegação por satélite que fornece, a um aparelho recetor móvel a sua posição, assim como o horário, a qualquer momento e em qualquer lugar na terra; desde que o recetor se encontre no campo de visão de três satélites (triangulação de informação). Por conseguinte o GPS está na base da agricultura de precisão, uma vez que para determinar ou conhecer uma característica do solo, ou cultura, é fundamental conhecer a localização. Surgiu na década de 70 e foi criado pelo Departamento de Defesa dos E.U.A., para oferecer a posição instantânea, bem como a velocidade e o horário de um ponto qualquer sobre a superfície da terra ou bem próximo a ela, num referencial tridimensional. O sistema é composto por 24 satélites que se encontram a 20200 km da superfície terrestre, o conjunto por eles formados é denominado de Navstar (Navigation Satellite with Time and Ranging). Encontram-se distribuídos, por um total de 6 orbitas, havendo 4 satélites por orbita, de maneira a que a qualquer instante se encontrem sempre 4 satélites sobre qualquer ponto da superfície da terra, de maneira a conseguir ter com extrema precisão o posicionamento 3D de qualquer ponto em tempo real. Este sistema de posicionamento global é uma das bases da agricultura de precisão, esta foi definida com base nas tecnologias que permitem que ela seja realizada com o GPS ou sistemas de taxas variáveis. Uma vez que o conceito de agricultura de precisão baseia-se em informações georreferenciadas, a precisão das coordenadas deve ser tão alta quanto possível. Para funcionar o sistema de GPS diferencial deve existir outro recetor ou estação

base instalado com coordenadas conhecidas e ponto fixo. Estes posicionamentos por GPS estão sujeitos a erros que determinam a exatidão e precisão, estes erros podem ocorrer quando existem atrasos de processamento dos sinais, trajetórias múltiplas, posição dos satélites.

Quando o GPS está em modo estático os erros são mínimos.



Figura 4 - Sistema GPS

VI. Sistemas de informação geográfica (SIG)

Os SIG têm sido muito utilizados na agricultura nomeadamente no planeamento e gestão de rega, gestão das parcelas e projetos de emparcelamento. A sua utilização na agricultura de precisão é fundamental devido á informação georreferenciada. O principal objetivo é o de processar informações espaciais, devendo ser capaz de criar abstrações digitais do real, modelar e armazenar eficientemente os dados, de forma a identificar o melhor relacionamento entre as variáveis espaciais, possibilitando a criação de relatórios e mapas que permitam uma melhor compreensão holística desses relacionamentos. Os dados são informações georreferenciadas que podemos dividir em pontos geográficos e atributos, o que permite que os utilizadores, nomeadamente os agricultores, através dos cruzamentos entre os pontos geográficos e os seus atributos possam ter uma boa ferramenta para uma melhor gestão da parcela. Esta utilização do SIG tem cada vez maior importância por parte

do sector agrícola, pois uma grande parte das tecnologias que servem de base à agricultura de precisão necessita de informação georreferenciada.

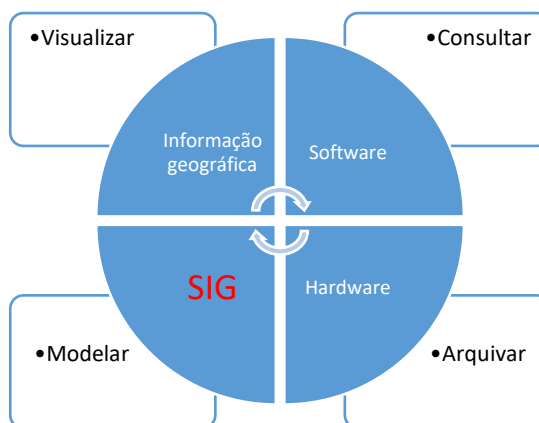


Figura 5 - Processo SIG

VII. Análises de solo

Devido á grande heterogeneidade dos solos, hoje em dia a realização de análises é frequente nas explorações agrícolas. De forma geral as variáveis a analisar são a fertilidade e o pH, para além de analisar os nutrientes presentes é necessário saber aqueles que estão disponíveis para a cultura.

VIII. Otimizar a produção

Cada parcela tem uma identidade própria, que deve ser conhecida o melhor possível de modo a que o agricultor possa tirar o máximo partido da sua especificidade. É neste sentido que o mapeamento da condutividade elétrica aparente do solo, se revela uma ferramenta de base essencial ao planeamento da implementação das culturas assim como da sua gestão e definição de operações culturais.

A forma mais eficaz de avaliar a variabilidade numa parcela é através do mapeamento da sua Condutividade Elétrica Aparente (CEa).

1. Condutividade elétrica

O levantamento de dados referentes á condutividade elétrica é feita através de um sensor específico, é realizado sem contacto direto com o solo, preservando as suas características, e de forma georreferenciada. Esta avaliação dá a conhecer diversas informações da parcela, desde a variação na textura do solo à identificação de zonas problemáticas, que permitem ao agricultor definir estratégias de gestão específicas de forma precisa e diferenciada. Após a análise dos dados de campo e depois de selecionadas zonas de amostragem, são elaborados diversos mapas: CEa por classes de valores, Altimetria, Textura, de pH, de Matéria Orgânica. No mercado existe um dispositivo de medição contínua de condutividade elétrica aparente (CEap) Q2800, que possui seis discos que penetram no solo 2,5 a 5 cm e passam por ele, uma corrente elétrica é passada através de dois dos discos, sendo que a corrente que o solo passou através dos outros quatro, é recebida e registada. Quanto mais separados os discos recetores do transmissor, maior a profundidade de prospeção da corrente e, portanto, a perfuração é realizada em maior profundidade. Por esse motivo, o design do Q2800 permite obter dois mapas do CEap, com 36 e 90 cm de profundidade. Os valores de CEap obtidos em tempo real são georreferenciados graças ao recetor GPS incorporado no equipamento, que permite a geração de dois mapas de CEap para as profundidades de 36 cm e 90 cm.

A condutividade elétrica dos solos é afetada por:

Textura: maior teor de argila, maior condutividade;

Humidade: maior humidade, maior condutividade;

Estrutura: quanto maior a compactação, maior a condutividade;

Salinidade: quanto maior a salinidade, maior a condutividade.

Todos esses fatores, que têm relação direta com o valor do CEap, afetam a fertilidade do solo, por exemplo, retendo mais ou menos nutrientes, permitindo o desenvolvimento das raízes das culturas ou retendo mais ou menos quantidade de água. Dos dois mapas CE CE, apenas um é obtido, delimitando os segmentos de solo que são diferentes. Esses segmentos são fixados ao longo do tempo, de modo que os padrões de variabilidade do

campo não mudam com o passar das estações ou dos anos. Portanto, um mapeamento do solo do CEap deve ser considerado um investimento por muitos anos. A partir da segmentação do solo, é definido de forma localizada e representativa onde e quantas amostras de solo é necessário coletar, resultando numa economia de amostras e numa alta representatividade do solo. Com os valores da análise do solo e as informações do CEap, são obtidos os diferentes mapas de nutrientes, que podem ser derivados de mapas para um programa de fertilização otimizado.



Figura 6 - Mapeador de solo

IX. IAF (Índice de Área Foliar)

É uma estimativa da biomassa, de toda a parte vegetativa de planta. Através de sínteses de metabolismo a planta produz, os assimilados e os foto assimilados. Os assimilados são os nutrientes que estão presentes no solo, absorvidos até á floração. Para o enchimento de grãos ela utiliza uma percentagem desses assimilados, mas a maior parte dos nutrientes vem dos foto assimilados produzido com base na fotossíntese.

X. Mapas NDVI

NDVI (Normalized Difference Vegetation Index), em português Índice de Vegetação por Diferença Normalizada. Este índice foi desenvolvido por Rouse et al. (1974) é dos mais utilizados em agricultura, conhecido como índice de clorofila, está relacionado com teor de clorofila nas plantas. O índice é calculado através da fórmula $NDVI = (IVP - V) / (IVP + V)$ em que o índice é calculado utilizando o óculo do infravermelho próximo (IVP) e o óculo do vermelho (V). Os valores deste índice variam de -1 a 1. Valores mais próximos do 1 = vegetação mais verde maior presença clorofila, perto dos 0 solos com pouca vegetação e perto do -1 solos húmidos. Com a variação de clorofila, no espaço e no tempo, dentro de uma determinada parcela, independentemente da cultura, poderemos quase que desenhar o tipo de solos que temos na parcela, este conhecimento, ajuda-nos a gerir a concentração de sementes a utilizar, os pesticidas e a concentração mais adequada, bem como, uma nutrição mais eficiente, bem como a produtividade e o risco.



Figura 7 - Mapa NDVI

XI. Tecnologia da taxa variável

Um dos fundamentos da Agricultura de Precisão (AP) é o conhecimento da variabilidade espacial da capacidade produtiva do solo, a qual permite ajustar a população de sementes ao tipo de solo, aumentando a produtividade. A tecnologia que permite fazer variar as taxas

de aplicação de fatores na parcela foi dado o nome de tecnologia de taxa variável (VRT) Variable Rate Technology, que é constituída por um GPS, um controlador VRT, um variador de fluxo e um sensor de velocidade real.

O principal objetivo é fazer com que num determinado local da parcela seja feita a aplicação de acordo com as características do solo e as necessidades da cultura. Podemos aplicar a VRT de duas formas uma através de mapas outro com sensores, a baseada em mapas tem um desfasamento temporal entre a medição e a aplicação, sendo uma solução mais prática e barata. A aplicação com sensores é mais eficiente, pois o sensor da variável e o aplicador são colocados na mesma alfaia. Os semeadores de linhas o espaçamento entre linhas é um valor fixo (0.75), o espaçamento na linha varia a densidade de sementeira conforme a prescrição do mapa, esta densidade é efetuada por um motor que substitui a roda motriz. A profundidade da semente também pode ser ajustada. A densidade é um dos aspetos que mais afeta a produtividade por isso em solos mais férteis devemos colocar densidades mais elevadas. Ao implementar a tecnologia da taxa variável devemos conhecer a parcela para otimizar esta tecnologia.

XII. Aplicação de fertilizantes de forma variável

Esta técnica consiste na aplicação de fertilizantes em diferentes quantidades na mesma parcela. Com este tipo de aplicação estamos a melhorar o meio ambiente e a parte económica da exploração. Pois podemos economizar na quantidade de fertilizantes aplicados, as necessidades de fertilização dependem da produção esperada em diferentes áreas. Existem áreas que apresentam limitações na produção dependendo por exemplo do tipo de solo. Por isso as áreas de menor rendimento requerem menores quantidades. Com a aplicação variável a quantidade é aplicada consoante as necessidades otimizando a aplicação e conseqüentemente redução dos custos. A aplicação racional permite que não tenhamos excessos evitando a escorrência para as águas subterrâneas, nomeadamente através da lixiviação reduzindo o impacto ambiental. Com esta técnica podemos reduzir os custos sem afetar a produção e obter benefícios ambientais.

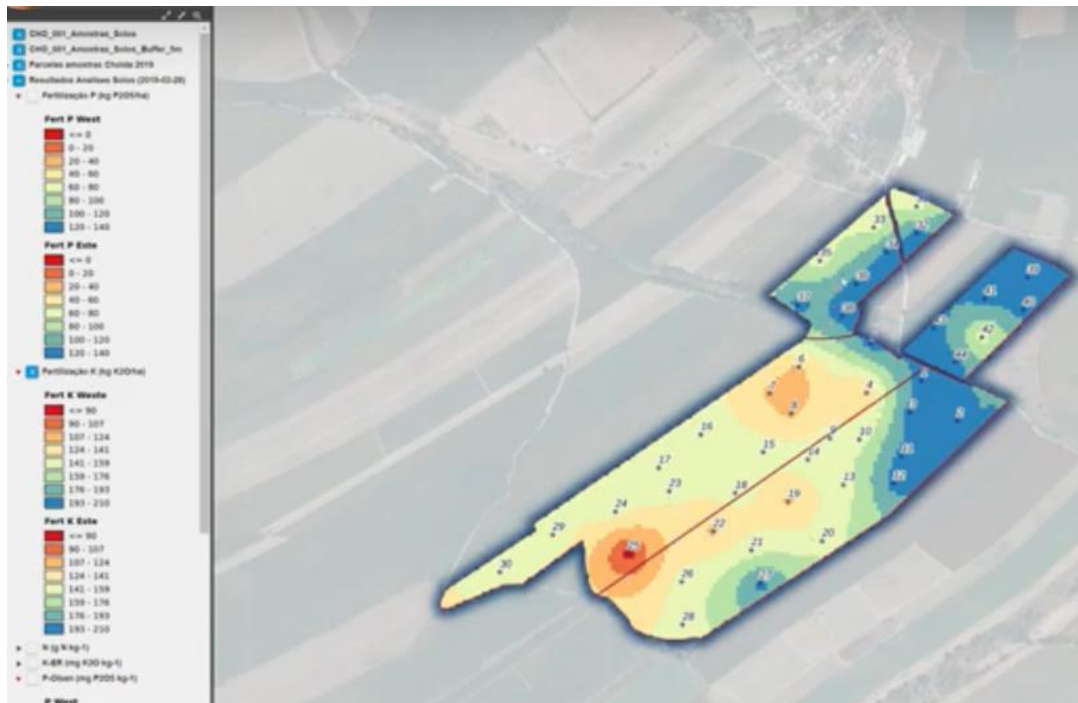


Figura 8 - Mapa Fertilização

XIII. Aplicação de herbicidas seletivos

Hoje em dia existem tecnologias que permitem aplicações seletivas, existem scanners, imagens de drone e de satélite que identificam, as infestantes numa cultura e a partir destas imagens ou sinais, os bicos abrem com herbicida apenas no local necessário. Existem benefícios com este tipo de aplicação, permitindo menores aplicações de herbicidas, menores custos para agricultor e redução do impacto ambiental. Podemos controlar as infestantes em níveis mais baixos o que de outra forma teríamos que fazer uma aplicação de cobertura total que por vezes também afeta a cultura com sobrecarga de toxicidade nas plantas.



Figura 9 - Distribuição Herbicida

XIV. Rega de precisão

Ao utilizar um sistema de rega eficiente permite-nos evitar desperdícios, aumentar a produtividade, aumentar a eficiência, redução dos excessos e consequentemente redução de custos.

A irrigação por (VRT) permite uma precisão na aplicação e as quantidades certas onde é necessário. A aplicação de água nas culturas é personalizada e com base em análises de solo, mapas e estações.

Devemos ser conscientes na utilização deste recurso, sendo que cada gota é importante, e como as parcelas têm características diferentes devemos aplicar consoante as necessidades pois tanto a água em excesso como em carência vão influenciar a cultura.

XV. Mapas de produtividade

A produtividade é a quantidade total produzida por hectare e por parcela. Na avaliação da produtividade devemos ter em conta alguns dados nomeadamente número de plantas, quantidade de grãos, fertilidade do solo, condições climáticas o relevo e as pragas e doenças.

Desta maneira e com tantas variáveis é possível desenhar e criar mapas de produtividade que nos vão indicar os fatores a serem melhorados. Os mapas são obtidos através da informação do peso dos grãos e do teor de humidade numa determinada área. Desta forma é necessário, colocar nas ceifeiras, sensores que detetem esta informação. Os dados obtidos vão ser interpretados, por um software, que vai fazer a interpolação dos pontos e determina cores para cada faixa de produtividade. Vantagens dos mapas: aumento da produção, redução dos custos, melhor planeamento das operações e reduzir o impacto ambiental.

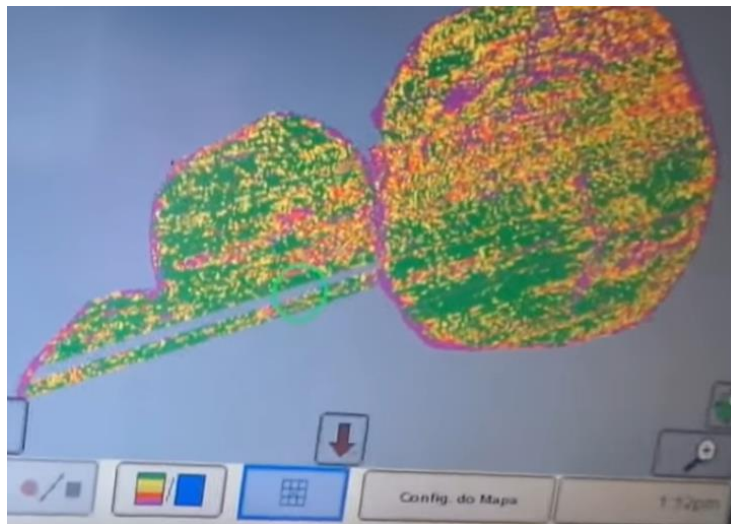


Figura 10 - Mapa produtividade

XVI. Utilização da aplicação Climate FieldView

Esta aplicação Climate FieldView é uma plataforma, que nos permite visualizar os nossos campos, melhorando as condições do agricultor ajudando-os a responder ao desafio de alimentar o mundo, esta ferramenta tem como objetivo ajudar os agricultores na tomada de decisão fazendo com que haja um aumento na sua produtividade, de forma sustentável, com recurso a ferramentas digitais.

1. Conetividade dos dados

O tratamento dos dados é essencial a qualquer exploração permitindo através deste dispositivo se tenha registos de campo e das atividades de forma a serem uteis na tomada de decisão criando um historial da própria exploração ter os dados do campo num só lugar, no escritório ou noutra local.



Figura 11 - Dispositivo isobus

2. Visualização dos dados e informação dos campos

Através do iPad podemos ver: mapas de colheita, sementeira, pulverizações em tempo real, identificação dos problemas no campo. A aplicação permite avaliar anomalias de crescimento da plantas bem como problemas relacionados com falta de água ou possíveis ataques de pragas em zonas de difícil acesso.



Figura 12 - Avaliação campo

3. Prescrição de sementeira

Depois de analisada a textura do solo, da condutividade elétrica deve-se juntamente com o agricultor questionar se realmente a identificação das diferentes zonas da parcela efetivamente correspondem às manchas assinaladas. Depois desta avaliação podemos prescrever e recomendar as diferentes variedades e densidades para a parcela em causa.



Figura 13 - Análise solo e prescrição

4. Análise e rendimento das culturas

Com recurso a esta aplicação podemos analisar o rendimento dos campos individualmente, pela produtividade e por variedade para que na próxima campanha se possam tomar melhores decisões. Comparando mapas lado a lado.

A obtenção de imagens de satélite, de elevada qualidade, permitem ajudar o agricultor a solucionar problemas quer sejam na cultura ou problemas referentes à rega, pragas e doenças.



Figura 14 - Mapa rendimento

XVII. Material e métodos

O objetivo deste trabalho, é avaliar quais as tecnologias utilizadas em agricultura de precisão na cultura do milho. Esta tecnologia de agricultura de precisão, tem como base as análises de solos, os mapas de produtividade e as aplicações VRT. Em relação ao parque de máquinas e alfaias este está equipado, com excelentes máquinas e com todos os equipamentos que são utilizados na cultura do milho e em agricultura de precisão. Nomeadamente GPS, tomadas isobus e condução Auto Trac. Existe um programa de gestão na exploração em que são registadas todas as operações e acontecimentos em cada parcela. Por exemplo, quando são prescritas tarefas para uma determinada parcela, são enviados os dados do sistema de gestão central, para o trator, no final deste despenhar o que foi previamente estipulado, emite informação de volta ao sistema central que através do seu programa específico, analisa e verifica se foram cumpridos os objetivos da operação.

1. Localização

A exploração localiza-se na Quinta da Cholda (com aproximadamente 600 ha), na localidade de Azinhaga, concelho da Golegã, distrito de Santarém, bem no centro da região do Ribatejo. A agricultura realizada na região é destinada, maioritariamente, a culturas cerealíferas (milho de regadio, trigo, cevada).



Figura 15 – Localização da exploração

A rede hidrográfica do distrito Santarém é atravessada longitudinalmente pelo rio tejo, onde afluem todas as linhas de água.



Figura 16 - Rede hidrográfica Santarém

2. Caraterização dos solos na Golegã

A localidade da Golegã fica situada numa região de solo fértil, irrigada pelos dois rios que a limitam, o Rio Tejo e o afluente Rio Almonda. O campo da Golegã e as suas zonas envolventes, além de ser o maior de Portugal, é um dos mais férteis ao nível Europeu. As apostas agrícolas nesta região após a conclusão do emparcelamento, deverá continuar a privilegiar a cultura do milho. Devido à especial textura dos solos característicos das zonas de aluvião, sendo um solo com textura mediana, com boa capacidade de infiltração e um bom equilíbrio entre os seus componentes (areia, argila e limo), fazendo deste um bom suporte para a agricultura e que permitem a infiltração das águas sempre que chove em excesso.

Pese embora a região ter características em termos globais para a cultura do milho cada parcela, tem a sua realidade, conforme podemos analisar nas figuras seguintes.



Figura 17 - Mapa de textura do solo – Fonte: DEKALB

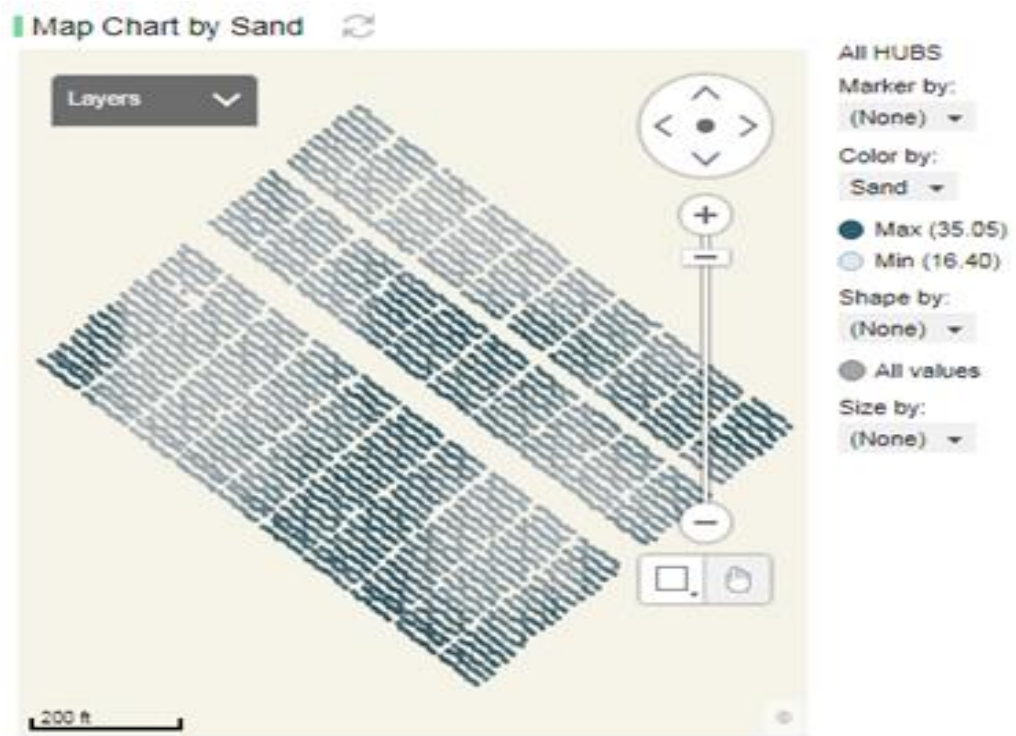


Figura 18 - Mapa do teor de areia no solo - Fonte: DEKALB

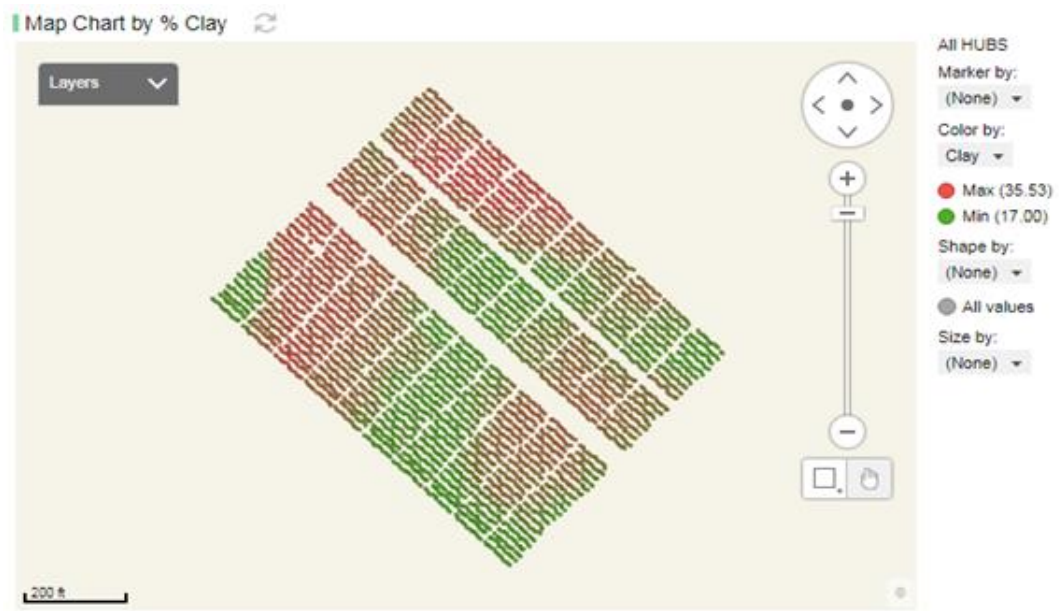


Figura 19 - Mapa de teores de argila no solo - Fonte: DEKALB

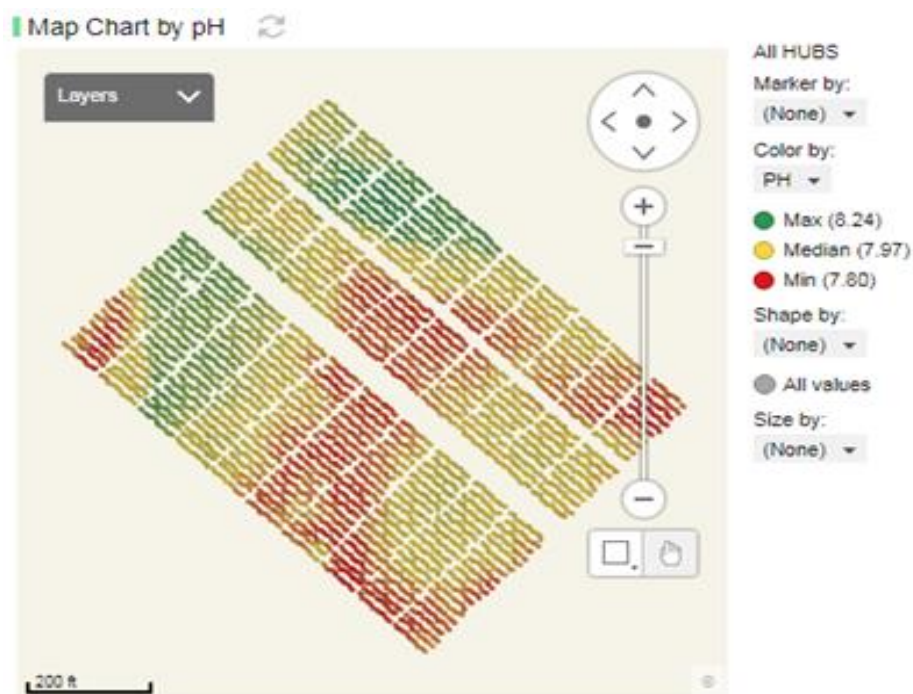


Figura 20 - Mapa de pH do solo - Fonte: DEKALB

3. Dados Climatológicos da Golegã

Em janeiro, a temperatura média é 10.9 °C, é a temperatura média mais baixa registada durante todo o ano. Os dados, quando comparados o mês mais seco tem uma diferença de precipitação de 100 mm em relação ao mês mais chuvoso (janeiro). As temperaturas médias variam 12.0 °C ao longo do ano. No mês de agosto foi onde se sentiram as temperaturas mais elevadas.

	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maió	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
Temperatura média (°C)	10.9	11.8	13.5	15.2	17.3	20.6	22.6	22.9	21.4	18.4	14	11.5
emperatura mínima (°C)	7.5	8.1	9.5	10.9	12.8	15.5	17	17.2	16.4	14.1	10.5	8.2
emperatura máxima (°C)	14.4	15.5	17.6	19.6	21.9	25.7	28.2	28.7	26.5	22.7	17.6	14.8
Chuva (mm)	105	100	62	63	49	27	5	5	30	76	103	94

Figura 21 - Dados climatológicos para Golegã

XVIII. Elaboração de ensaios

No decorrer do estágio foram efetuados ensaios de variedades de milho. As variedades foram distribuídas por dois ensaios, um para avaliar o comportamento de novas variedades e a sua resposta ao ataque de fungos, a sua densidade, produtividade, peso específico e o teor de humidade. O outro ensaio foi feito com uma variedade comercial, avaliando o seu comportamento com recurso a sementeira de densidades variável. Para além destes ensaios foi feita uma demonstração com a aplicação Climate Fieldview.

Os ensaios foram realizados com semeador protótipo da empresa, (Dekalb) o semeador possui órgãos de distribuição elétrico, com duplo efeito na pressão do solo que permite mudar automaticamente a densidade da sementeira, em função da variabilidade do solo na mesma parcela. Tem sistema hidráulico de duplo efeito que permite regular a semente á mesma altura. Esta tecnologia está associada, a uma fertilização de precisão, sendo que a taxa de adubo também varia ao longo da parcela, isto em função dos dados fornecidos através dos mapas de eletrocondutividade do solo, análises de solo, e mapas de produtividade.

Antes da elaboração do ensaio foram avaliados os mapas de produtividade do ano anterior (2018), mapas de condutibilidade elétrica do solo e por sua vez foi criado e traçado mapa textura do solo. A sementeira da variedade foi adaptada á textura e com densidades variáveis. O objetivo é aumentar a produção, nas áreas que segundo os mapas de produtividade do ano passado eram mais baixas, nas restantes áreas da parcela.



Figura 22 - Semeador densidade variável

1. Localização do ensaio

O ensaio realizou-se na Quinta da Cholda, a uma das parcelas designamos por folha da cholda, lado estrada área (25.4 ha), com variedade comercial, a outra parcela, chamámos folha cholda pivot lado “cholda” (12.5 ha) várias variedades, data da sementeira dia 2 e 3 de maio de 2019. A área total da parcela semeada foi de 37, 9 ha.

2. Preparação do solo

Com recurso à mobilização mínima, a preparação do solo consiste nas várias operações realizadas no solo arável, com objetivo, de proporcionar às sementes as melhores condições de desenvolvimento, permitindo uma estrutura adequada de solo, de forma a facilitar um bom desenvolvimento radicular, ao mesmo tempo que se eliminaram algumas das infestantes que poderiam vir a competir com a cultura. Em primeiro lugar foi feita uma única passagem de grade discos acoplada de rolo tipo crosskill a condução com auto guiamento é essencial para que não haja calcamentos nem sobreposições de trabalho. Esta

alfaia é uma grade de discos offset da marca Galucho/Modelo GVL, rebocável com rodas ao centro e rolo. De seguida foi feita subsolagem com subsolador 7 dentes acoplado trator de 200 cavalos, permitindo melhores condições de infiltração da água e desenvolvimento radicular. Para terminar a preparação foi feita passagem com grade rotativa marca Maschio Ano 2010, largura de trabalho 4 metros dando uma fragmentação ao solo adequada para instalar a cultura.

3. Sementeira direta na exploração

Por sementeira direta entende-se, o sistema em que não existe mobilização previa do terreno, ao ato de sementeira. O próprio semeador efetua apenas na linha de sementeira, a mobilização mínima necessária para a introdução e o enterramento da semente.

Os semeadores de sementeira direta são bem distintos dos convencionais, sobretudo no que diz respeito à sua robustez. O seu funcionamento independente das linhas de sementeira, para que o semeador possa penetrar a superfície do solo independentemente da sua irregularidade, capacidade de corte dos resíduos à superfície, capacidade de penetração, ou seja, a capacidade que o semeador tem para vencer a resistência que o solo não mobilizado oferece, à penetração dos órgãos ativos da máquina, capacidade adequada de abertura e fecho do sulco mesmo em condições de solo mais difícil.

Este tipo de sementeira tem efeitos positivos sobre as características químicas, físicas e biológicas do solo, reduzindo drasticamente ou anulando mesmo a erosão e permitindo a sua regeneração natural, manter ou aumentar os teores de matéria orgânica, melhorando a estrutura do solo. O aumento do número de organismos do solo tem como consequência um maior equilíbrio biológico do mesmo, em particular, o aumento do número de microrganismos. Os resíduos das culturas anteriores protegem o solo, diminuindo a evaporação e, além disso, os solos menos mobilizados apresentam uma maior percentagem de poros capazes de reter água, evitando a sua perda por percolação. Diminuição da compactação.

Este ano a sementeira direta na Quinta da Cholda foi efetuada no dia 6 de maio, dois dias antes foi efetuada uma rega para melhorar a penetração do semeador. Seguidamente ao processo de sementeira foi passado um rolo de compactação para melhorar a sementeira

promovendo uma melhor emergência das plantas e combater algumas pragas (caracóis e lesmas).

A parcela escolhida para efetuar a sementeira direta tem sido sempre a mesma, pela textura do solo e por opção agronómica, a parcela tem 25ha.

4. Sementeira da parcela com densidade variável

Com a taxa variável a densidade de sementeira varia no espaço em função de zonas pré-definidas. Esta possibilidade surge com os semeadores munidos da tecnologia de taxa variável (VRT – variable rate technology) e possibilita, por exemplo, a adequada sementeira e eficiência do uso de nutrientes com simultânea redução do potencial para poluição ambiental. O primeiro passo é o mapeamento do solo, no ano passado foi feito pela empresa externa. Consiste em medir a condutividade elétrica com alguns discos presos a um veículo de 4 rodas e que penetram no chão cerca de 3-5 cm. O terreno deve estar preparado para isso, pois, se for lavrado, pode levar á obtenção de dados errados e é complicado fazer as passagens. Uma vez obtidos os resultados, vamos efetuar uma prescrição. Pode ser feito através do FieldView, ou com o programa Qsig.

Dependendo da compatibilidade dos equipamentos para analisar os resultados.

Nas áreas mais produtivas devemos colocar mais plantas e nas menos produtivas menos. A densidade da parcela varia desde 80000 plantas a 115000 A parcela foi semeada no dia 2 e 3 de maio com recurso a trator John Deer e com semeador da Dekalb. Este semeador que possibilita a utilização de sementeira variável, possuindo um sistema de pressão hidráulico permitindo que a semente fique enterrada toda á mesma altura.



Figura 23 - Sementeira com densidade variável

5. Aplicação de fertilizantes na parcela

A fertilização de fundo foi efetuada por um espalhador de adubo centrifugo da marca bogballe modelo M35 plus, de 2 discos com capacidade para 3000 kg e com distribuição variável. Os dados são enviados do escritório para a máquina são enviados através de Bluetooth ou por Gprs, no final da realização dos trabalhos todos dados voltam a ser enviados para o escritório onde são novamente analisados. A fertilização de fundo é aplicada na linha através do semeador de precisão o adubo aplicado foi da empresa Deiba (18.46.0).

Sabendo que o azoto é um macronutriente principal e que facilmente é lixiviado, sendo necessário que seja aplicado por três fases distintas. A aplicação de fertilizantes é feita por fertirrega, de preferência antes da floração, conforme (Anexo 1).

Tabela 1 - Plano de fertilização

Adubo	Data	Quantidade Kg / ha	Área	Total
Cloreto potássio 0.0.60	26 abril	101.1	37.90	3831.7
Sulfamid 40.0.0	29 abril	152.1	37.90	5764.6
DAP 18.46.0	2e3 maio	180	37.90	6822
Sulfamid 40.0.0	5 junho	250	11.90	2975
Solução 32N	Antes floração	200	37.90	7580



Figura 24 - Distribuidor centrifugo

6. Aplicação de fitofármacos

Após a primeira rega, que permitiu humedecer o solo foi feita a aplicação do herbicida de pré emergência. A competição das infestantes é prejudicial após a emergência da cultura. A aplicação de herbicidas em pré emergência, só se aplica em alguns casos, o resto, é feita a aplicação de pós emergência.

7. Caderno de campo da parcela

Através do caderno de campo, podemos efetuar todos os registos relacionados com a cultura, sendo estes mais tarde uteis, para fazer uma análise pormenorizada. O caderno de campo é obrigatório para os agricultores, estes cadernos permitem o registo de todas as operações culturais e aplicações realizadas na exploração. É um documento importante para identificar todos os trabalhos e fazer uma gestão mais cuidadosa da exploração.

Tabela 2 - Caderno de campo

Operação	Sementeira	Sacha	Floração	8 Regas	Colheita
Data	2 e 3 maio	4 e 5 junho	15 julho	Início 4/5	12 outubro

8. Rega

A rega efetuada foi realizada pelo pivot da marca Valley com um débito normal de 0.486mm/hora com 80 % da eficiência. A primeira rega foi efetuada no dia 4 de maio e a última no dia 14 de setembro. Ao longo do desenvolvimento da cultura foram efetuadas 8 regas.

9. Colheita

A colheita foi efetuada no dia 12 de outubro. Esta operação foi realizada por uma ceifeira debulhadora, marca Fendt, modelo 5275c, com medidor de produtividade, deste modo, foi possível registar todos os dados de produtividade e humidade. Como podemos observar na (figura 15) o monitor da máquina mostra a velocidade de deslocação que anda a efetuar a colheita 7.2Km/h, com uma humidade de 23.6% e uma produção de 15260Kg. A máquina trabalha com frente de corte de 6 linhas com cabeças de destruição, reduzindo o tamanho

dos resíduos que irão ficar no solo servindo de fertilizante para as culturas posteriores. Estes mapas de produtividade ou cartas, constituem peças fundamentais na agricultura de precisão, pois refletem todos os dados do processo produtivo. Ao compararmos os mapas de solo (figura 14 e 15) e o mapa de produtividade (figura 26) podemos concluir que a zona onde se encontra maior percentagem de argila, e o pH está entre 7.80 e 7.90, foi onde obtivemos maiores produtividades. De salientar que as zonas a vermelho estão relacionadas com o arranque da máquina, só passados 4 a 5 metros é que as medições são de maior exatidão. A produtividade é a variável, mais importante no rendimento das explorações. Estes mapas são o ponto de partida para a prescrição de sementeiras variáveis e aplicação de fertilizantes.



Figura 25 – Colheita do cereal

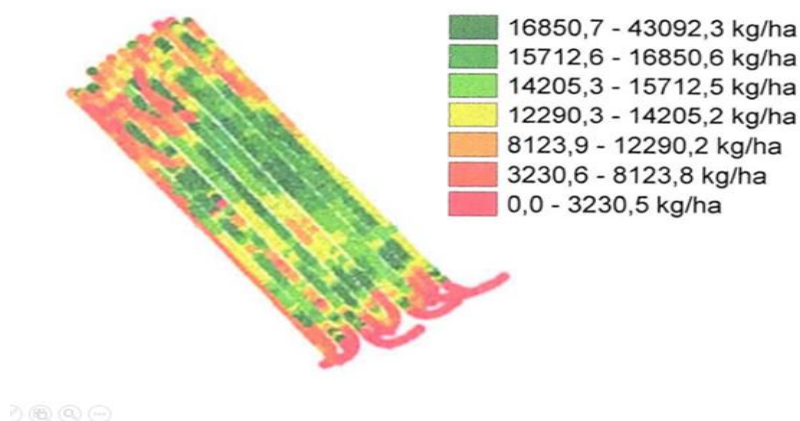


Figura 26 - Mapa de produtividade

10. Colheita da parcela das variedades

Na parcela do ensaio de variedades, a folha da cholda pivot, a colheita foi efetuada com recurso a uma ceifeira de um prestador de serviços por motivos de fluxo de trabalho nesta altura. Como esta máquina não tinha mapa de produtividade, estas variedades foram pesadas com recurso a balança. Foram semeadas 14 variedades com densidades diferentes, na altura da colheita foram feitas contagens, medidas algumas plantas, medida a humidade e peso específico. A área de colheita na segunda variedade (ES5826) foi inferior às restantes. Em relação á produtividade feitos os cálculos a 14%(humidade), visto ser o teor de humidade padrão aceite pelos comerciais. A variedade que se destacou foi a nº 7 (ES6012) (Tabela 3), também se pode observar o comportamento destas variedades em relação, cefaloporiose, sendo uma doença do solo provocada por um fungo, que origina a morte prematura das plantas de milho por obstrução do sistema vascular.

Tabela 3 - Dados referentes á colheita das variedades

Variedade	Nº plantas (13.33m) c/ maçaro raquiticas	PESAGEM NET	Área m2	Rend. Kg/ha	PE Kg/hl	alt planta cm	alt maçaroc cm	nºlinhas	nº graos/l	%H	Rend a 14%H ton /ha	
DKC5685	68	2	2390	1350	17703,7	67	285	136	16	22	22,5	15,954
ES5826	75	2	1355	750	18066,67	67,8	277	124	18	33	22,6	16,260
ES6219	73	0	2625	1350	19444,44	66,5	295	138	20	35	25,8	16,776
DKC6340	73	1	2930	1350	21703,7	66,9	283	125	20	34	24,3	19,104
ET5629	64	1	2585	1350	19148,15	66,4	279	134	18	34	23,9	16,944
DKC5741	68	1	2550	1350	18888,89	68,3	255	110	16	39	24,6	16,561
ES6012XPY	70	2	3055	1350	22629,63	68,1	274	124	16	37	24,1	19,972
ET5730XPY	62	2	2565	1350	19000	66,1	264	113	20	36	24,3	16,724
ET5830	69	1	2495	1350	18481,48	68,7	281	130	16	34	23,3	16,483
Exp	67	2	3015	1350	22333,33	67	281	130	20	36	24	19,736
DKC6181	64	2	2540	1350	18814,81	67,3	293	118	18	34	25,1	16,386
ET5729	62	4	2390	1350	17703,7	65,4	261	118	18	29	24,1	15,625
Exp.	64	2	2410	1350	17851,85	71,5	259	124	18	35	21,9	16,212
ET6319	65	1	2970	1350	22000	68,7	291	138	18	39	24,5	19,314

XIX. Sustentabilidade

Hoje em dia com recurso a novas tecnologias permite-nos olhar para a agricultura de forma diferente. Portugal apresenta índices de biodiversidade elevados em todo o seu território, em situações de agricultura mais intensiva é possível implementar melhorias nas práticas agrícolas. Estas vão contribuir para minimizar os impactos que essa atividade tem na biodiversidade e contribuir para a sua promoção.

Na agricultura a sua prioridade é a viabilidade económica da terra arável existente, aumento da produtividade mantendo as funções ecológicas da biodiversidade, essenciais para a produção. Gerir a terra, da melhor forma possível, incluindo também, as utilizações não agrícolas, nomeadamente os habitats naturais. Na quinta da cholda são constituídas bandas de enrelvamento nas testeiras com cerca de 3 metros não existindo qualquer intervenção nem aplicação de fertilizantes ou herbicida, proporcionando um habitat natural a diversas espécies.

XX. Conclusão

A agricultura de precisão, usa métodos que exigem muito dos empresários e prestadores de serviço, não só pelos custos de aquisição, mas também pelas limitações de utilização. A agricultura de precisão está a ter cada vez mais aceitação devido aos resultados obtidos, na redução de custos e aumento de rentabilidade. Nesta exploração Quinta Cholda obteve contato com o que se faz em agricultura de precisão na cultura do milho, nomeadamente análise de solos, elaboração de mapas, bem como todo tipo de registos desde a preparação até à colheita. Para esse efeito foi adquirido pela exploração, um programa informático da Farm Works, onde são registadas todas as operações das parcelas. Para além disso desde 2013 que é feito o levantamento, de todos os dados sobre: temperatura, humidade, radiação e graus dia que influenciam muito a altura da saca.

A agricultura de precisão, com o emprego de todas as ferramentas e operações, contribui em muito para aumentar o rendimento das explorações e garantir uma maior sustentabilidade. Ao utilizar todas estas ferramentas de VRT a exploração inicialmente estava a utilizar cerca de 92 a 95 mil plantas por hectare, sendo que agora ronda as 85 mil plantas, com maiores índices de produtividade. Com base nos dados foi elaborada uma prescrição de sementeira, onde a condutividade, era mais alta e onde os terrenos eram melhores, em que a quantidade de sementes por ha foi superior às outras zonas. Para além de todas as aplicações, também é possível ver todas as passagens efetuadas pelo trator na colheita. Foi feito à posterior a sementeira de trigo com recurso á aplicação de sementeira variável como podemos observar na (figura 15).

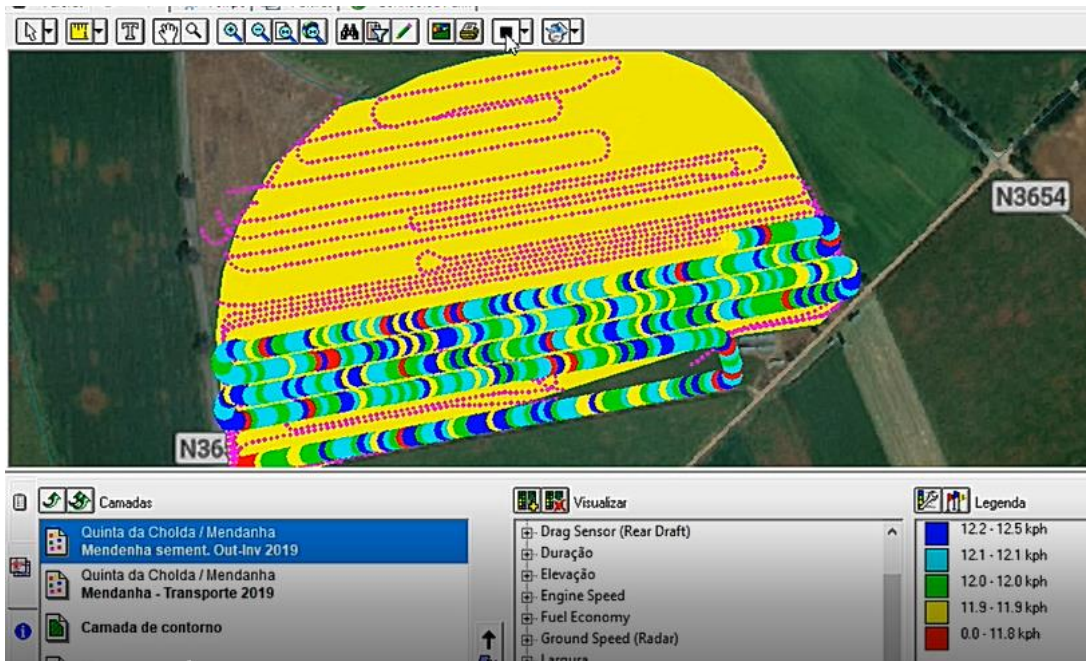


Figura 27 - Rotas do trator á colheita e sementeira trigo VRT

XXI. Bibliografia

- Agostinho, J., 1996. A Rega do Milho – Grão na Região de Braga. Estudos nº7. D.R.A.E.D.M.
- Barragan, J. (2003). Agricultura de Precisión. Universidade de Extremadura
- Bellido, L. 1991. Cereales, Vol I, Cultivos herbaceos, Ediciones Mundi-Prensa , Madrid
- Braga, R. 2009c. Base de funcionamento e casos de estudo de VRT: Gestão intra-parcelar da densidade de plantas e taxa de aplicação de fertilizantes. In Agricultura de Precisão. (J. P. Coelho e J. R. Silva). Inovação e Tecnologia na Formação Agrícola, AJAP, Lisboa, pp. 54 – 72.
- Castro, C. 1989. A cultura do milho U.T.A.D. Departamento de Filotécnica e Eng. Rural
- Coelho J. P. C., Da Silva J. R. M. (2009) Agricultura de Precisão, 1ª Edição Lisboa ISBN 978-989-8319-04-3
- Coelho, José Pimentel Castro; Silva, Luis Mira da; Tristany, Miguel; Neto, Miguel de Castro; Pinto, Pedro Aguiar; Agricultura de Precisão; 2004; ISBN: 972-8816-47-2.
- Coelho; J.C.; Mira da Silva, L.; Tristany, M.; Castro Neto, M.; Aguiar Pinto, P., 2004. Agricultura de Precisão. Prefácio, Lisboa.
- Coppock, C. E. and Stone, J.B. 1986. Light and temperature requirements for the growth of tropical and temperate grasses. *Herbage Abst.*
- Dias N., (s.d.). A cultura de milho. Site disponível: Cooperativa União agrícola de São Miguel, URL: <http://www.aasm-cua.com.pt/defInf.asp?ID=8>, consultado em 26 de outubro de 2009
- Guerrero, A., 1987. Cultivo Herbaceos Extensivos – 4ª Edição, Madrid, Ediciones Mundi-Prensa.
- Instituto Nacional de Estatística (Edição 2018). Estatísticas Agrícolas de 2017. ISSN 0079-4139
- Santos, J., 1991. Fertilização, Fundamentos dos Adubos e Corretivos. Coleção Euroagro. Publicações Europa – América
- Seelan, S.K., Laguette, S., Casady, G., Seielstad, G. 2003. Remote sensing applications for precision agriculture: A learning community approach. *Remote Sensing of Environment*. 88: 157–169.

XXII. Anexos

Anexo 1

Caderno de Campo - Interno 2019

Início da candidatura	
Ano de actividade	2019

Parcela	Cholda + canto da folha
Freguesia	Azinhaga
Concelho	Golegã
Área	37,00
	Folha
Início da rega	

Variedade	DKC 6664
Área semeada (ha)	25
Nº de Doses	73
Nº sementes/ha)	146000

FERTILIZAÇÃO

Adubação de Fundo	Cloreto de potássio 0.0.60
Quantidade (Kg/ha)	101,1
Área (ha)	37,90
Nº BB (500 Kg)	7,66338
Quantidade Total (Kg)	3831,7
	0,00
	0,00
	60,66

Adubação de Fundo_pós sementeira	Sulfamid 40.0.0 + 14 % S
Quantidade (Kg/ha)	152,1
Área (ha)	37,90
Nº BB (500 Kg)	11,52918
Quantidade Total (Kg)	5764,6
	60,84
	0,00
	0,00
	21,3

Adubação na linha	DAP 18.46.0
Quantidade (Kg/ha)	180,0
Área semeada	37,90
Nº BB (500 Kg)	13,6
Quantidade Total (Kg)	6822
	32,40
	82,80
	0,00

Adução 1ª cobertura	Sulfamid 40.0.0 + 14 % S
Quantidade (Kg/ha)	250,0
Área (ha)	11,90
Nº BB (500 Kg)	5,95
Quantidade Total (Kg)	2975,0
	100,00
	0,00
	0,00
	35,0

ANTES DA FLORAÇÃO

Adução de Cobertura 4ª adubação	32N 32.0.0
Quantidade (Kg/ha)	200,0
Quantidade (L/ha)	151,52
Área de trabalho (ha)	37,90
Quantidade Total (Kg)	7580
Quantidade Total (L)	5742
	64,00

N total aplicado (Kg/ha)	257
Nitratos na água (Kg.N/ha)	30
N Total (adubo+água)(Kg/ha)	287