



**UNIVERSIDADE DE ÉVORA**

**Mestrado Engenharia Agronómica**

**Dissertação**

**Sistemas de mobilização do solo em milho regado  
por *center pivot* num solo para-hidromórfico**

Nuno Marques

**Orientador:**

Mário Carvalho

2011

**Mestrado Engenharia Agronómica**

**Dissertação**

**Sistemas de mobilização do solo em milho regado  
por *center pivot* num solo para-hidromórfico**

Nuno Marques

**Orientador:**

Mário Carvalho

À Paula

À Cláudia

À Patrícia

Ao Nuno

## ÍNDICE

Introdução.....	9
1. A problemática da cultura do milho em Portugal.....	11
1.1. O mercado do milho em Portugal.....	11
1.2. Fixação dos preços .....	16
1.3. Evolução dos custos .....	18
1.4. Custos versus rendimento.....	20
1.5. Qualidade e Segurança Alimentar .....	23
2. A Agricultura de Conservação .....	26
2.1. Definição dos Objectivos.....	26
2.1.1. O Solo.....	26
2.1.2. Economia da Exploração Agrícola.....	27
2.1.3. Situação Mundial.....	28
2.2. Princípios em que se baseia a Agricultura de Conservação .....	31
2.2.1. Sementeira directa .....	32
2.2.2. Resíduos .....	32
2.2.3. Rotações .....	34
2.3. Conservação do Solo .....	36
2.3.1. Erosão.....	36
2.3.2. Matéria orgânica.....	37
2.3.3. Estrutura .....	39
2.4. Conservação da Água .....	41
2.4.1. Escorrimento.....	41
2.4.2. Evaporação .....	42
2.4.3. Drenagem .....	43
2.5. A Agricultura de Conservação e a redução de custos .....	44
2.5.1. Tracção .....	45
2.5.2. Fertilização .....	46
2.5.3. Rega.....	47
2.6. A Agricultura de Conservação e o rendimento das culturas .....	48
3. Actividade Experimental.....	51
3.1. Material e Métodos.....	51
3.1.1. Tratamentos e delineamento experimental.....	51

3.1.2. Parâmetros medidos.....	52
3.1.3. Técnica cultural .....	53
3.2. Apresentação e discussão dos resultados .....	53
3.2.1. Produção da cultura .....	53
3.2.2. Perfis de humidade do solo.....	56
3.2.3. Densidade aparente.....	60
3.2.4. Perfis de humidade do solo, consumo de água e produção da cultura .....	61
3.3. Análise económica dos sistemas de mobilização em estudo.....	62
4. Modelo de gestão da exploração .....	65
4.1. Os últimos 22 anos .....	65
4.2. Os próximos 10 anos .....	67
Conclusões.....	80
Referências bibliográficas .....	81

## Nota Prévia

Permitimo-nos começar este trabalho com uma breve referência no seu enquadramento ao abrigo do programa “Vale a pena ser mestre da Universidade de Évora”. O trabalho experimental apresentado nesta dissertação foi realizado em 1989 na Herdade da Parreira no Cíborro sob orientação do Professor Mário Carvalho, tendo sido a base para o início de um longo caminho de conversão desta exploração agro-pecuária numa exploração que pratica a 100% agricultura de conservação desde o ano 2003.

Passados todos estes anos temos de reconhecer a qualidade do trabalho científico e prático, a perseverança, a dedicação de uma vida académica a um sistema de agricultura, que o Professor Mário Carvalho entregou e desenvolveu na agricultura de conservação. Da minha parte pretendo apenas contribuir com um pouco no muito que este Senhor já construiu. Seguramente que é com base nos seus ensinamentos, nas muitas horas que temos conversado sobre a agricultura em geral e na agricultura de conservação em particular, que me proponho a executar este trabalho.

Ao longo dos últimos 23 anos desenvolvi a minha actividade profissional com a agricultura como actividade secundária e a agro-indústria e *trading* de cereais como actividade principal, tendo em 2009 a agricultura passado a actividade principal e única.

Durante a actividade agro-industrial de 1998-2009, desenvolvi um projecto agro-industrial de arroz e milho com responsabilidade pelas direcções industrial, qualidade e produção agrícola, projecto esse que levou a empresa à liderança do sector do arroz em 2008 e da transformação de milho para alimentação humana de 2005 a 2009. Nesse projecto desenvolveram-se sistemas de produção e transformação integrados, que permitiram à empresa constituir-se como um dos principais fornecedores a nível europeu de transformados de milho e arroz para a alimentação infantil, o maior fornecedor de arroz no mercado nacional em 2008, e, o maior a nível nacional de transformados de milho para a indústria cervejeira. A base para o sucesso do projecto foi alicerçada na relação de transparência, honestidade e confiança com a produção, através de cadeias de produção controladas em Portugal e no Uruguay envolvendo mais de 200 produtores e procurando sempre um melhor caminho para todos os intervenientes. O caminho traçado foi reconhecido em 2005 pela “Milupa” com o prémio “Value Engineering”, e, pela revista Exame como a melhor e maior PME do sector em 2008. No final de 2009 terminei a minha participação nesse projecto, passando a estar dedicado a 100% ao desenvolvimento da actividade agro-pecuária de uma exploração com 700ha num sistema de agricultura de conservação.

É neste contexto que decidi voltar à vida académica, julgando ser possível aportar algo ao tema da agricultura de conservação pela experiência profissional acumulada ao longo dos últimos 23 anos, e, particularmente desenvolver conhecimentos e competências, tendo em conta que administro uma exploração agro-pecuária em agricultura de conservação.

## **Agradecimentos**

Ao Professor Mário de Carvalho por ter aceitado ser meu orientador, por todo o trabalho desenvolvido na Agricultura de Conservação ao longo dos últimos 23 anos na minha empresa, por ser meu Amigo.

Ao Miguel Ferrés pelos ensinamentos determinantes para a minha carreira profissional através de um relacionamento profissional e de amizade que me permitiram acompanhar com profundidade a evolução dos sistemas de agricultura no Uruguay focados no Mercosul e no mercado internacional.

Ao meu Pai pela visão realista que tinha do futuro, pelo rigor que conferia ao seu trabalho, pelos ensinamentos que me deu na gestão de uma empresa, pela sua exigência no cumprimento de objectivos para a empresa ao nível financeiro e social e que espero ter absorvido pelo menos um pouco. Como Pai e como Amigo. Enfim por tudo o que me proporcionou e que eu nunca esqueço.

A todos os que colaboraram comigo ao longo da minha carreira profissional, que ajudaram no meu trabalho e que eu espero ter ajudado no deles, a torná-lo mais eficiente, mais agradável e mais fácil. Também com eles aprendi e desenvolvi o caminho que nos trouxe até aqui.

## **Sistemas de mobilização do solo em milho regado por center pivot num solo para-hidromórfico**

### **Resumo**

O nível de preços do milho e dos factores de produção no mercado internacional é hoje 3 a 5 vezes superior à média dos últimos 30 anos. A agricultura de conservação (AC) constitui-se como um sistema capaz de reduzir custos, aumentar e diversificar receitas, reduzindo o risco e tendo como prioridade a conservação e melhoria do solo, da água, do ambiente.

No ensaio de sistemas de mobilização realizado a produtividade total de matéria seca e grão entre o sistema tradicional e a sementeira directa (SD) não apresentou variação significativa. O armazenamento de água no solo foi superior em SD. A densidade aparente (Dap) foi superior na SD a 10cm e sem variação nas camadas mais profundas. O sistema com SD foi o mais eficiente em consumo de combustível e mão-de-obra.

O plano que está em desenvolvimento na exploração onde o ensaio teve lugar parece mostrar que AC permite alcançar um nível de *outputs* significativamente maior que outros sistemas considerando o nível de *inputs* usados.

## **Tillage systems under irrigated maize by center pivot in a para-hydromorphic soil**

### **Abstract**

The current prices of maize and crop inputs in world market are 3 to 5 times higher than last 30 years average. Conservation agriculture (CA) is a system that can reduce costs, increase and diversify incomes, reducing risks and giving priority to soil, water and environment conservation.

The tillage systems trial carried out showed that maize yields both total dry matter and grain were not significant different between conventional tillage and no-till. Available water content in soil was bigger under no-till. Soil bulk density was higher in no-till at 10cm but no differences were found between tillage systems at 20 and 40cm. No-till was the most efficient system on diesel and labor consumption.

The cropping system that is in place at the farm where trial took place seems to show that CA allows a level of outputs significant higher than other systems considering level of inputs used.

## Introdução

O decréscimo da área de milho em Portugal nas últimas duas décadas é altamente preocupante. Associando este decréscimo de área a uma cada vez maior dependência de importação de cereais em geral, à degradação da balança comercial do País, à impossibilidade de criar valor ao longo de toda a cadeia de produção, faz com que Portugal tenha hoje uma maior dependência alimentar do que alguma vez teve.

O sector agrícola de Portugal vive hoje muito dependente das subvenções da União Europeia, em que as mesmas nalguns casos representam 100% das receitas totais da empresa agrícola por via da Política Agrícola Comum em vigor, política esta que permite receber subvenções sem produzir o que quer que seja. Por outro lado a rentabilidade de quem ainda produz tem vindo a ser esmagada ao longo dos anos, sendo hoje muito difícil obter resultados positivos na actividade agrícola.

A associar a este cenário negro temos sistemas de agricultura que pouco evoluíram nas duas últimas décadas ao nível da exploração e conservação do solo. No caso da cultura do milho os aumentos de produtividade vêm por inteiro do melhoramento genético das variedades e da intensificação do uso de factores de produção.

A ausência de um plano estratégico sectorial para a agricultura portuguesa, em que se defina um número de planos de desenvolvimento de produção de áreas básicas de abastecimento alimentar como, os cereais, a pecuária extensiva, a horticultura e fruticultura, o vinho, o azeite, no intuito de alcançar a autonomia alimentar e nalguns casos a exportação, continua a ser uma miragem. Planos esses que deveriam ser desenvolvidos por uma forte componente de investigação das Universidades associada a serviços de extensão. Aliás, os recursos canalizados na UE para investigação agrónomica, apesar da UE ser um dos principais produtores mundiais agrícolas, são irrisórias comparativamente aos recursos investidos nos países do Mercosul e nos USA.

Em função desta conjuntura pretendemos contribuir através de um ensaio realizado em 1989 em sistemas de mobilização do solo em milho regado por *center pivot* num solo para-hidromórfico associado ao desenvolvimento nos últimos 22 anos da exploração onde se realizou o ensaio e ao plano de exploração dos próximos 10 anos, para encontrar vias de desenvolvimento sustentáveis para a agricultura.

No capítulo 1 fazemos uma análise profunda do mercado do milho dos seus condicionalismos e dos principais factores de produção utilizados na cultura. Constatase que se atingiu níveis de preços do milho e dos factores de produção que nos últimos 6 a 7 anos atingem valores 3 a 5 vezes superiores à média do período de 1981 a 2004/2005. Em função da análise efectuada compreendemos que o caminho actual da produção agrícola em Portugal não é sustentável, e portanto temos de encontrar alternativas que nos baixem os custos de produção e aumentem as receitas. Se analisarmos situações históricas com comportamentos de mercado idênticos,

encontramos precisamente os períodos imediatamente anteriores a *crashes* económicos de consequências devastadoras, que quase sempre originaram períodos de guerra.

No capítulo 2 identificamos a agricultura de conservação (AC) como o sistema possível de nos levar à sustentabilidade da actividade agrícola tendo em conta que o mesmo se centra no aumento da eficiência do funcionamento do solo, constituindo-o como o principal motor para utilizar os inputs e encontrar inúmeras sinergias entre eles visando a redução de custos e o aumento de produtividade. Constituindo-se a AC como um sistema economicamente sustentável, terá que ser também um sistema ambientalmente sustentável ao nível da conservação do solo, da água e do ar. A situação mundial da AC identifica como principais aderentes os Países do Mercosul, os USA, o Canadá, e a Austrália, que por coincidência são os que dominam o comércio internacional de *commodities agrícolas*, logo objectivamente os mais competitivos. Pensamos poder extrapolar que 20% do milho produzido no Mundo e 30% do milho comercializado no mercado internacional é hoje produzido em sistemas de AC.

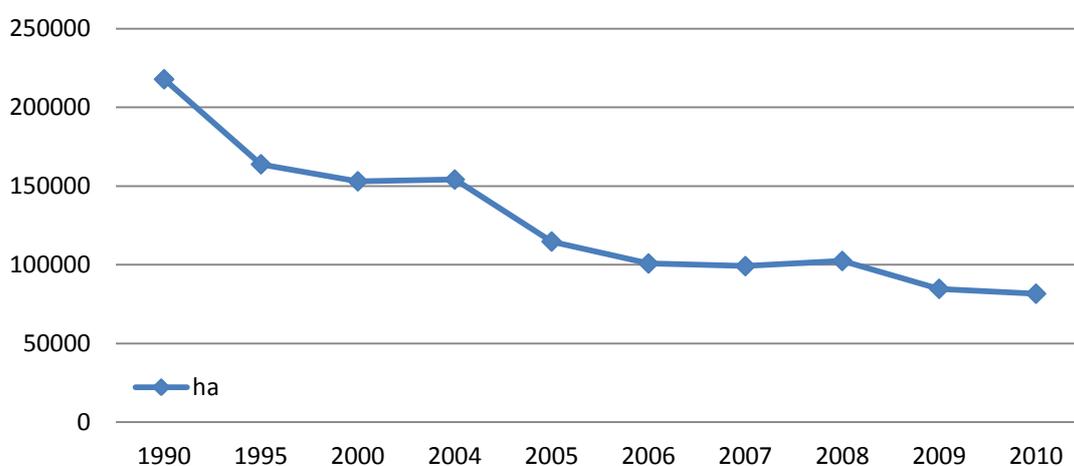
No capítulo 3 apresentamos a actividade experimental nos sistemas de mobilização em milho regado por center pivot onde analisamos o efeito do sistema de mobilização tradicional, do sistema com chisel em substituição da lavoura, do sistema com chisel e sementeira e da sementeira directa (SD), na produção de matéria seca (MS) e grão, no armazenamento de água no solo, e na densidade aparente do solo. Este estudo foi o 1º ano de ensaio de sementeira directa no solo para-hidromórfico da exploração, os resultados entre o sistema tradicional e com SD na produção de MS e grão foram iguais, o sistema com SD armazenou mais água no solo que o sistema tradicional, a densidade aparente a 10cm de profundidade foi superior na SD e praticamente idêntica a 20 e 40cm de profundidade. O consumo de combustível e mão-de-obra foi cerca de metade do sistema convencional.

No capítulo 4 analisamos os últimos 22 anos de gestão da exploração onde se realizou o ensaio, a transição da passagem do sistema tradicional para a prática de AC a 100% depois de 2003, e, o plano para os próximos 10 anos, no momento em que o sistema começa a demonstrar todo o seu potencial, esperando nos próximos 2 a 3 anos alcançar a sustentabilidade da empresa agrícola que reivindicamos no início desta introdução como fundamental para o futuro que se adivinha cada vez mais incerto.

# 1. A problemática da cultura do milho em Portugal

## 1.1. O mercado do milho em Portugal

A cultura do milho em Portugal tem passado nos últimos 20 anos por inúmeras alterações, as mais negativas provocadas por alterações da Política Agrícola Comum (PAC), e infelizmente em menor número as mais positivas por razões meramente agronómicas. No gráfico podemos observar a evolução das áreas de milho grão em Portugal no período 1990-2010, constatando-se uma redução de área cultivada de mais de 200.000ha em 1990 para menos de 100.000ha em 2010.



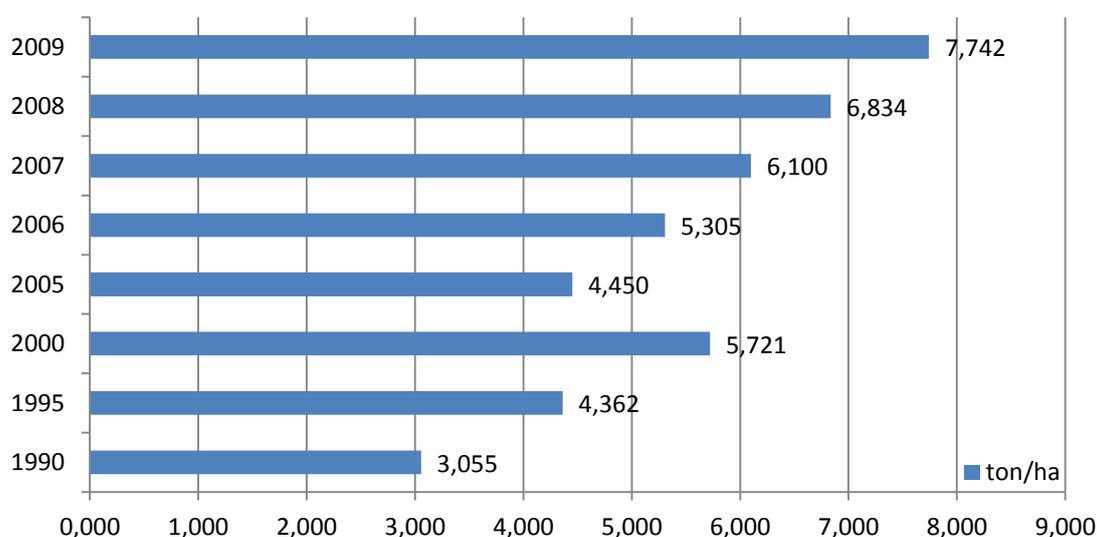
**Figura 1:** Evolução da área de milho grão em Portugal de 1990 a 2010 (Fonte: INE, 2010; IFAP, 2011)

Dividimos esta descida de áreas em 2 períodos fundamentais:

- No período 1990-2004, houve abandono de diversas áreas com problemas de rentabilidade face à dimensão das áreas e produtividade das mesmas, aliada a um período de preços baixos e do desaparecimento da ajuda co-financiada. Essencialmente foram pequenos produtores que abandonaram a actividade, tendo-se passado de cerca de 220.000ha para aproximadamente 150.000ha;
- No período 2004-2010, existiram diversas razões para o decréscimo de área de cerca 150.000ha para 80.000ha. Em primeiro lugar a reforma da PAC que entrou em vigor em 2005 e que desligou as subvenções da produção através do Rendimento de Pagamento Único (RPU), levou a que muitas empresas decidissem deixar de produzir e ficassem a encaixar somente o subsídio tendo em conta que deixou de haver obrigatoriedade de produzir. Para as empresas que resistiram e optaram por continuar a produzir viram-se confrontadas com a escalada dos preços do petróleo e conseqüentemente da energia, dos fertilizantes, a crise financeira global, a especulação sobre as *commodities* agrícolas, que levou a grande volatilidade dos preços das mesmas, do uso de milho para a produção de etanol, enfim da incerteza com que hoje todos nos

deparamos, e que alterou de forma significativa os custos de produção de milho. Também algumas destas empresas que continuaram a produzir em 2005 e anos seguintes deixaram de produzir ou andaram a correr ano sim ano não na procura da alta de preços verificando-se ano após ano uma redução de áreas não tão abrupta mas com algum significado.

Todavia nem tudo é negativo, durante o período em análise as produtividades passaram de 3,055ton/ha para 7,742ton/ha, justificando-se este aumento de produtividade pelo abandono das áreas menos produtivas e das empresas menos eficientes, pelo constante melhoramento genético dos milhos, pela também constante melhoria da agronomia da cultura.

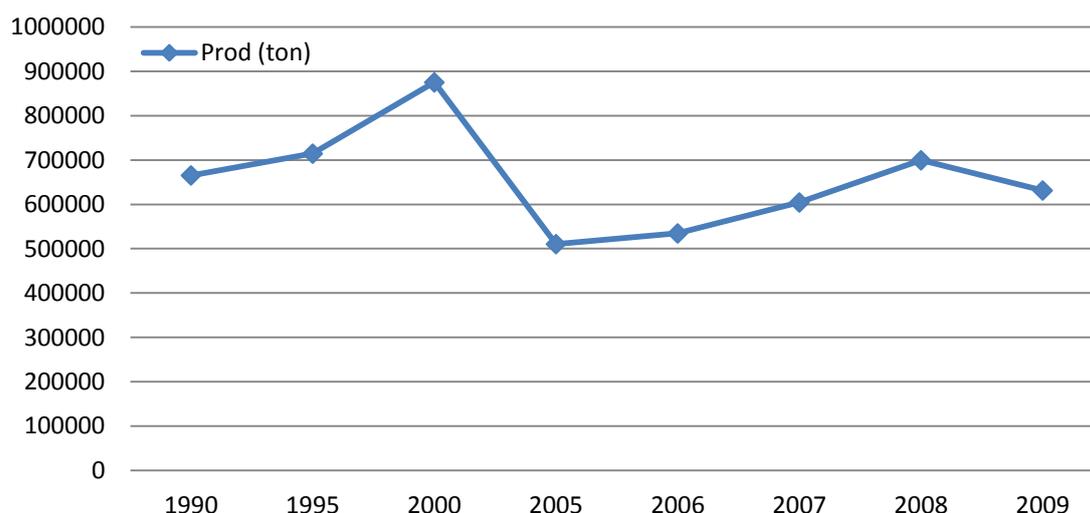


**Figura 2:** Evolução da produtividade de milho em Portugal de 1990 a 2009 (Fonte: INE, 2009)

Existe hoje em Portugal empresas que exploram áreas com média a grande dimensão com produtividades de milho entre as 11ton/ha e as 15ton/ha.

Salientamos que em Portugal o milho é cultivado essencialmente em monocultura, sendo que ano após ano os problemas fitossanitários da cultura, os problemas de fertilidade e conservação do solo, são cada ano agravados, levando a um aumento incessante de custos da cultura.

Da evolução da produtividade e da evolução das áreas no nosso País observamos que de 1990 até 2000 a produção aumentou em quase 200.000ton, e que de 2000 até 2009 a produção tenha andado entre as 510.000ton em 2005 e as 630.000ton em 2009. Significa que com a área de 1990 e a produtividade de 2009 o nosso País produziria uma quantidade de milho na ordem de 1.500.000ton, ficando a cerca de 500.000ton das necessidades anuais deste cereal, traduzindo-se em substituição de importações por produção local, com as consequentes vantagens económicas para toda a fileira do milho e consequentemente para a economia nacional.



**Figura 3:** Evolução da produção de milho grão em Portugal (ton) de 1990 a 2009 (Fonte: INE, 2010)

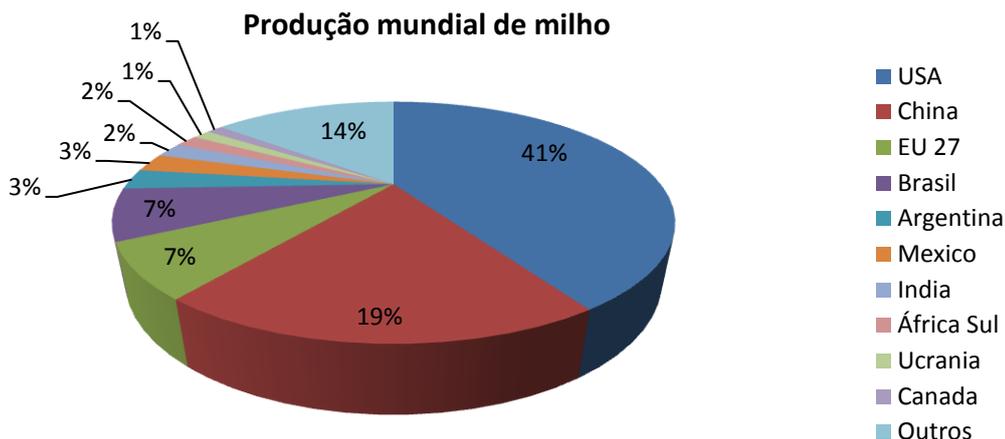
O consumo de milho grão em Portugal ronda 1,9 a 2 milhões de toneladas, com utilização de 85% na alimentação animal e os restantes 15% na alimentação humana (INE 2010; GPPA 2007; Portalmipex 2009). Entende-se como destino da alimentação animal o milho consumido nas explorações pecuárias e o utilizado pela indústria das rações. Na alimentação humana tem como principal destino o consumo humano directo, farinha de milho, sêmola, e o consumo industrial, amidos, sêmola para fabrico de cerveja, farinha e sêmola para ingrediente nas indústrias de alimentação infantil e matinais.

A área de milho em Portugal representa 23% da área total de cereais e sua produção 65% do total da produção de cereais (IFAP 2010; GPPA2006)

Da análise da produção nacional de milho observamos que em 2000 atingimos o máximo de 40% de auto-aprovisionamento, em 2005 um mínimo de 25% fruto da alteração da PAC e também da seca ocorrida nesse ano, em 2009 o grau de auto-aprovisionamento foi de 30%.

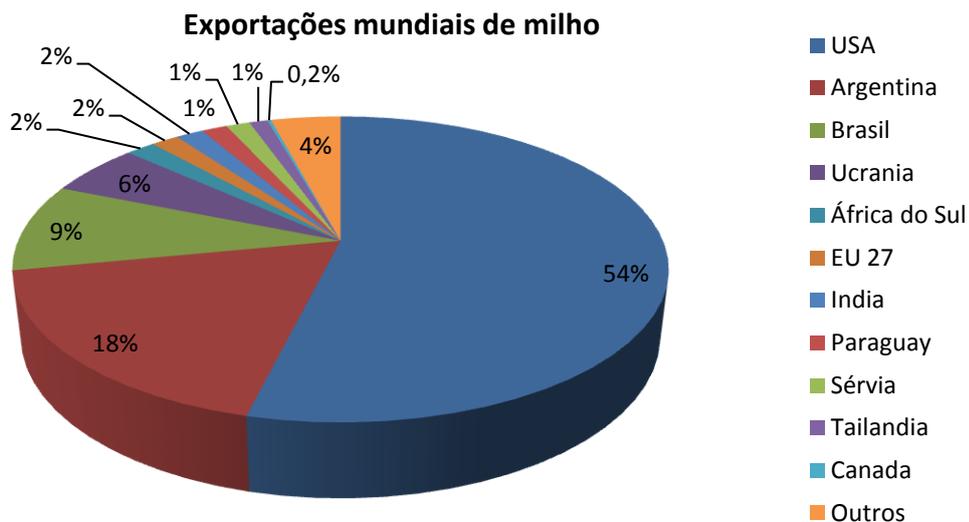
Ao vivermos inseridos numa economia global e particularmente ao facto de sermos membro da União Europeia, não podemos deixar de analisar o mercado europeu e mundial.

Segundo os dados do United States Department of Agriculture (USDA) os Estados Unidos (USA) são o maior produtor mundial com cerca de 41% da produção total, seguidos da China com 19%, da União Europeia (EU27) e Brasil com 7% cada, da Argentina com 3% num total de 812 milhões de toneladas.



**Figura 4:** Repartição da produção mundial de milho (%) por países (Fonte: USDA, 2010).

Quanto à presença no mercado mundial como maiores exportadores os USA controlam 54% do mercado mundial de milho, a Argentina 18%, o Brasil 9%, Ucrânia 6%, num total de 92 milhões de toneladas comercializadas no Mundo.

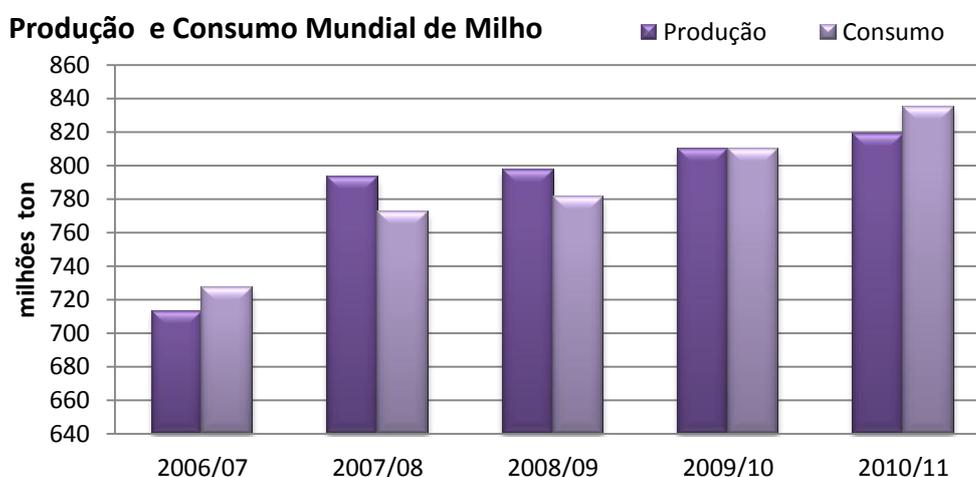


**Figura 5:** Repartição das exportações mundiais de milho (%) por países (Fonte: USDA, 2010).

O abastecimento do défice de milho em Portugal correspondente a cerca de 1,4 milhões de toneladas efectua-se na Argentina com cerca de 39% de quota de mercado, na França com cerca de 33% e em menores quantidades no Brasil, Hungria, Espanha e outros países não identificados (Eurostat, 2010). Esta quantidade a preços actuais (ONIC, Agosto 2011) na ordem dos €260,00/ton, corresponde a 364 milhões de euros de importações a juntar a todo o défice que Portugal tem em cereais em particular e alimentar no geral.

A confirmarem-se, as perspectivas do mercado de milho para este ano que são de déficit de produção na ordem dos 16 milhões de toneladas (USDA, 2011), pelo que os preços se deverão manter em alta, todavia não podemos olhar para o milho isoladamente uma vez que o mesmo é uma fonte de hidratos de carbono tendo substitutos para o mesmo fim, especialmente na alimentação animal.

O mercado de milho tem sido afectado nos últimos anos pelo desvio de produção para fins não alimentares, nomeadamente na produção de etanol nos USA, em 2006, 13% da produção de milho destinou-se á produção de etanol, em 2009, 26% da produção de milho destinou-se à obtenção de etanol o equivalente a 104 milhões de toneladas (USDA, 2010), perspectivando-se que para 2012, 30% da produção de milho dos USA se destine à produção de etanol (Reuters, 2011). Simultaneamente o forte crescimento dos países em desenvolvimento nomeadamente os BRIC (Brasil, Rússia, Índia e China) está a condicionar o mercado mundial de cereais. Também o mercado do milho com destino à alimentação humana está em forte expansão ao nível de se constituir como ingrediente importante na composição dos alimentos matinais e alimentação infantil, bem como ingrediente na fabricação de cerveja sendo este um mercado em forte expansão em países habitualmente não consumidores desta bebida, nomeadamente a Rússia e países da Ásia. A par do arroz o milho é o único cereal livre de glúten, daí a sua importância na alimentação infantil e para a cada vez maior população alérgica a esta proteína.



**Figura 6:** Produção e consumo mundial de milho (milhões ton) (Fonte: USDA, 2011)

A análise da produção versus consumo de milho dos últimos 5 anos perspectiva uma redução dos stocks mundiais com o consumo superior à produção, no entanto será bom pensar que os preços das *commodities* não vão subir sempre apesar de toda a conjuntura apresentada, apesar dos apelos dos políticos ao aumento de produção pela falta de alimentos. Deveremos olhar de forma prudente estes indicadores e acima de tudo ter sistemas de produção que permitam produzir a baixo custo com objectivo de maximização da margem líquida, uma vez que o aumento dos custos de produção tem

sido muito acentuado. No final a agricultura é uma actividade económica como qualquer outra em que o objectivo é a maximização do lucro.

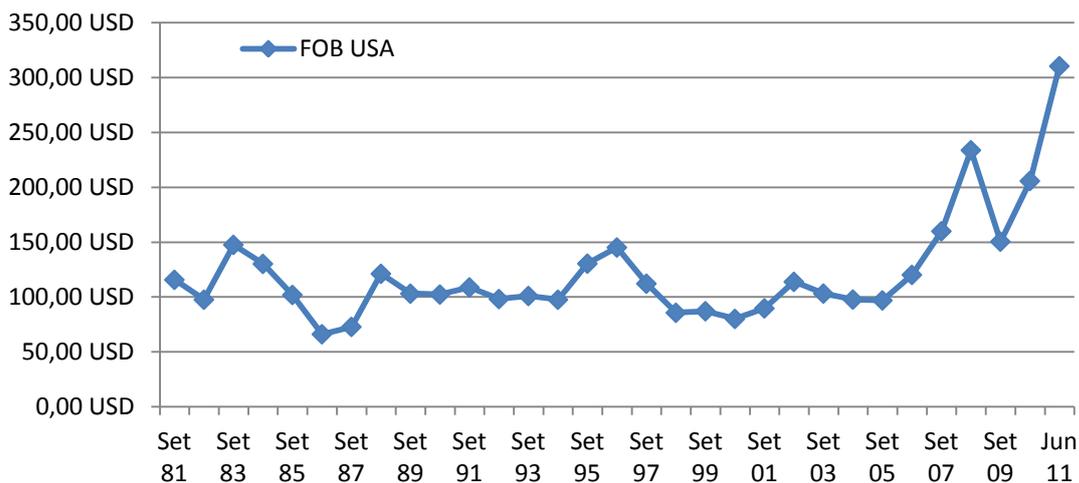
A organização do mercado do milho em Portugal nos últimos anos caracteriza-se por uma grande concentração do mercado da produção através de 3 ou 4 estruturas associativas de produtores do lado da oferta e por uma empresa do lado da procura, à qual se juntam mais 2 ou 3 agro-indústrias. Essa empresa concentra também toda a oferta do milho importado pelas principais multinacionais de *commodities* agrícolas. Apesar de toda esta concentração, e olhando friamente para os preços em Portugal e noutros mercados, o mercado tem funcionado de forma favorável à empresa agrícola como se constatou nos preços do milho em Portugal nos últimos anos face aos preços de França e do mercado internacional.

## **1.2. Fixação dos preços**

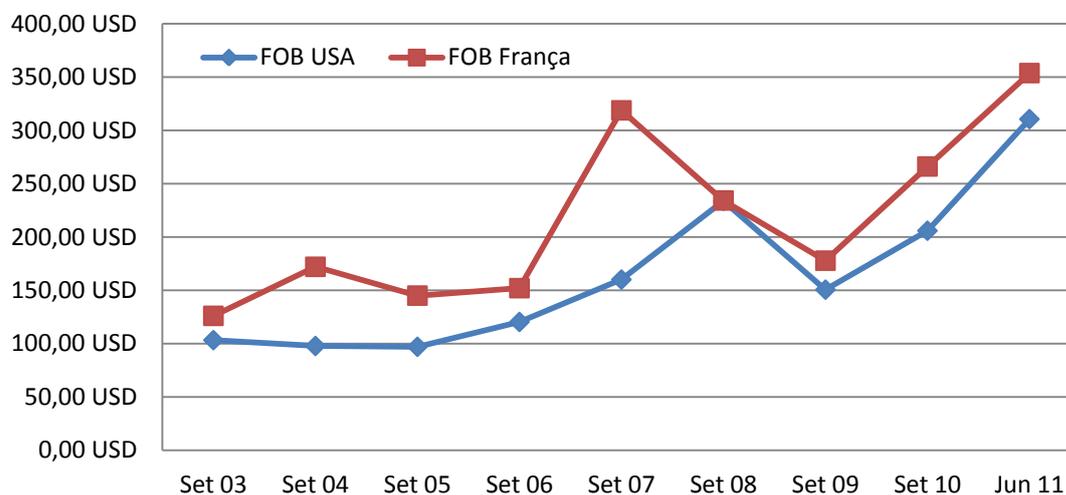
Ouvimos hoje de forma mais ou menos consensual que o preço dos alimentos baratos terminou. Os indicadores disponíveis apontam nesse sentido, seja pelo aumento de custos dos factores de produção, seja pelo aumento da população e desenvolvimento do mundo, pela interligação de todos estes factores. No entanto noutras áreas económicas também todos os indicadores apontavam para cenários idênticos e hoje vivemos mergulhados numa profunda crise económica por excesso de oferta, salvando-se por enquanto a alimentação. Deverá no entanto haver alguma prudência, porque os alimentos serão sempre o ultimo bem que as pessoas cortam o consumo. Quando da alta dos cereais em 2007 e 2008, muitos perguntaram que aconteceria ao consumo dos cereais tendo sempre respondido que quando o consumo de cereais baixar por não haver capacidade de os adquirir, as zonas do mundo onde houver essa carência entram em guerra.

O preço do milho no mercado mundial tendo como referência os valores *Free on Board* (FOB) nos USA apresentou-se de 1981 a 2005 com preços mais ou menos estáveis numa média de USD 104/ton FOB USA. No período de 2006 até Junho de 2011 apresenta uma média de USD 197/ton FOB USA, sendo que a Junho de 2011 o preço é de USD 310/ton FOB USA, ou seja, 300% superior ao preço médio do período 1981 a 2005.

Um dos objectivos da última reforma da PAC foi tornar os preços dos cereais na UE ao nível dos do mercado internacional, sendo os produtores compensados para o efeito através do RPU, e, baixando o preço de intervenção para cerca de €100,00/ton, tentando desta forma eliminar as subvenções à exportação e os custos com o cereal entregue na intervenção. Apesar disso os dados (Figura 8) apresentam uma diferença significativa em 2007 e que se justifica com a alta dos preços dos cereais se ter feito sentir mais cedo na UE, tendo em conta que os dados se reportam a Setembro de 2007.



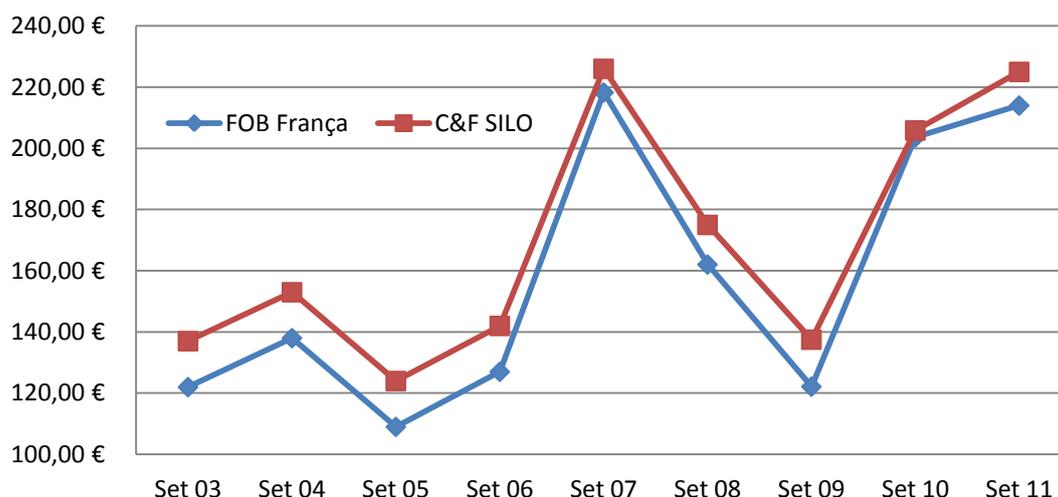
**Figura 7:** Evolução dos preços de milho (USD/ton) no mercado internacional FOB USA nos últimos 30 anos (Fonte: FMI, 2011)



**Figura 8:** Comparativo dos preços de milho 2003-2011(USD/ton) FOB USA e FOB França (Fonte: FMI, 2011; ONIC, 2011).

Comparando os preços em Portugal e França em Setembro de cada ano, vemos uma diferença mais ou menos constante, que se justifica por Portugal ser deficitário, formando o preço do milho em Portugal com o preço FOB mais o frete. Nos anos de alta de preço observa-se um preço idêntico a França e que na nossa perspectiva é uma salvaguarda de risco por parte dos compradores, uma vez que são stocks adquiridos em alta, nuns casos para 3 a 4 meses, noutros como algumas agro-indústrias para 12 meses. A formação dos preços em Portugal tem sido dentro destes princípios do preço de França mais o frete, todavia esta situação provoca falta de competitividade a algumas empresas agro-industriais que competem no mercado europeu.

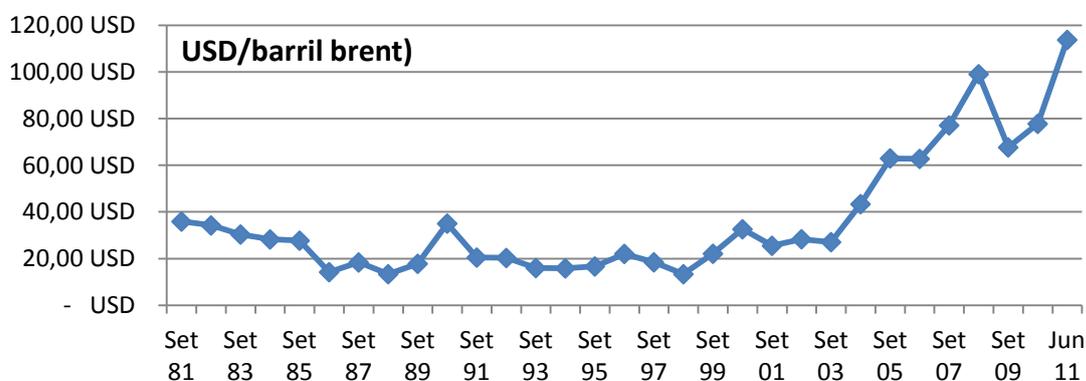
O preço na UE tem uma subida inferior face ao mercado internacional por via da cotação do euro contra dólar (1euro = 1,43dólar; Agosto 2011). No entanto face ao preço de intervenção na UE, está cerca de 250% acima.



**Figura 9:** Comparativo dos preços de milho (€/ton) FOB França e C&F Silo (Portugal) no período 2003-2011 (Fonte: ONIC, 2011; Portalimpex, 2011).

### 1.3. Evolução dos custos

A escalada dos custos da produção de milho nos últimos anos é enorme, desde 2004 os preços dos factores de produção, dos equipamentos de rega, das máquinas agrícolas, dos combustíveis e energia aumentaram 2 a 4 vezes. Consequentemente a necessidade de subida dos preços do milho também aumentam o que pode aumentar o risco da cultura.



**Figura 10:** Evolução do preço do crude (USD/barril Brent) nos últimos 30 anos (Fonte: Banco Mundial, 2011)

O preço do crude de 1981 a 2004 teve um preço médio de USD24,00/barril Brent, teve variações com algum significado como se observa, todavia num máximo nos USD 40 e um mínimo de USD 15 por barril. A partir de 2004 o preço sobe de USD 43 até quase aos USD120 por barril. Em consequência toda a produção agrícola foi atingida com aumentos de custos directos e indirectos por via do preço do petróleo. Estamos a falar de um aumento de preço de quase cinco vezes face ao preço médio de 1981 a 2004. De forma directa tivemos aumentos de combustíveis, energia, adubos.

Os preços dos principais adubos utilizados como fonte de azoto, fósforo e potássio tiveram evoluções idênticas ao crude como se observa.

A ureia atingiu preços máximos históricos em 2007 de USD 706/ton e de USD 485/ton em 2011. O preço médio da ureia até 2004 foi de USD 120/ton contra um preço médio de 2005 a 2011 de USD 354/ton, seja um aumento de quase 300%.

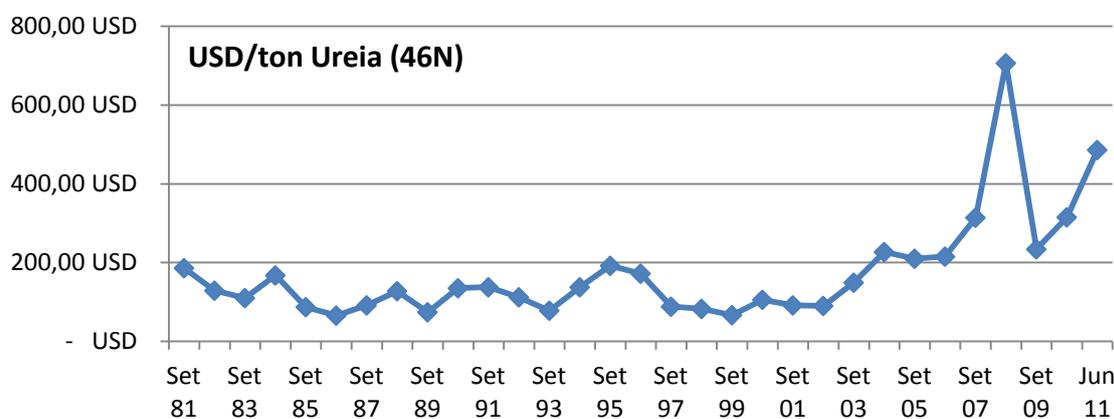


Figura 11: Evolução do preço da ureia 46N (USD/ton) no mercado mundial nos últimos 30 anos (Fonte: Banco Mundial, 2011)

O DAP apresenta uma evolução de preços idêntica com um preço médio até 2004 de USD 177/ton e de 2005 a 2011 de USD 501/ton correspondendo a um aumento de cerca de 280%.

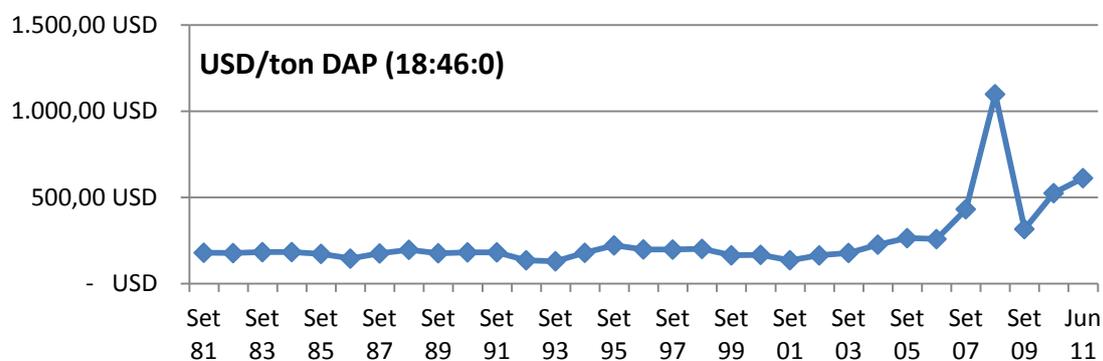
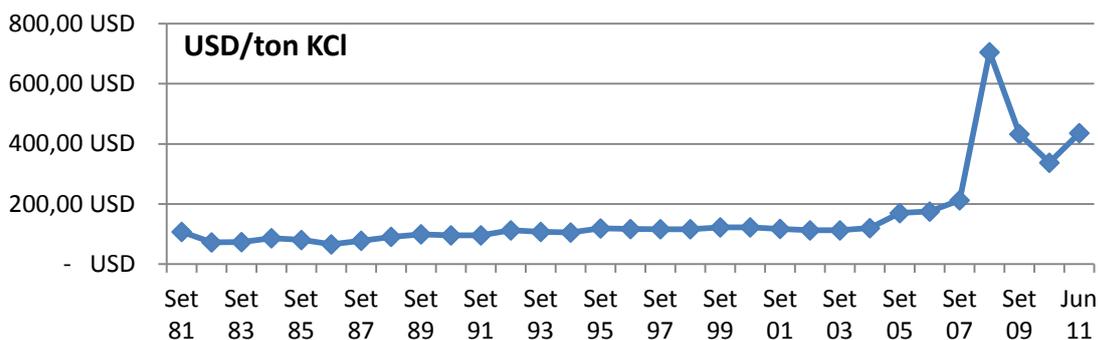


Figura 12: Evolução do preço do DAP (18.46.0) (USD/ton) no mercado mundial nos últimos 30 anos (Fonte: Banco Mundial, 2011).

O cloreto de potássio tem uma evolução de preços em linha com os factores anteriores, seja um preço médio de 1981 a 2004 de USD 102/ton e de 2005 a 2011 de USD 352/ton correspondendo a um aumento de preços de cerca de 350%.



**Figura 13:** Evolução do preço do cloreto de potássio (USD/ton) no mercado mundial nos últimos 30 anos(Fonte: Banco Mundial, 2011)

A evolução dos principais factores de produção da agricultura em geral atingiu uma magnitude que nos preocupa. Existem diversas razões para esta subida, umas mais sustentáveis que outras, tentaremos a seguir encontrar algumas das razões que sustentem esta situação.

O uso de fertilizantes desde 1950 até 2003 a nível mundial passou de cerca de 15 milhões de toneladas para cerca de 145 milhões de toneladas, para o mesmo período as áreas irrigadas no mundo passaram de cerca de 90 milhões para 275 milhões de hectares (Rae, 2009).

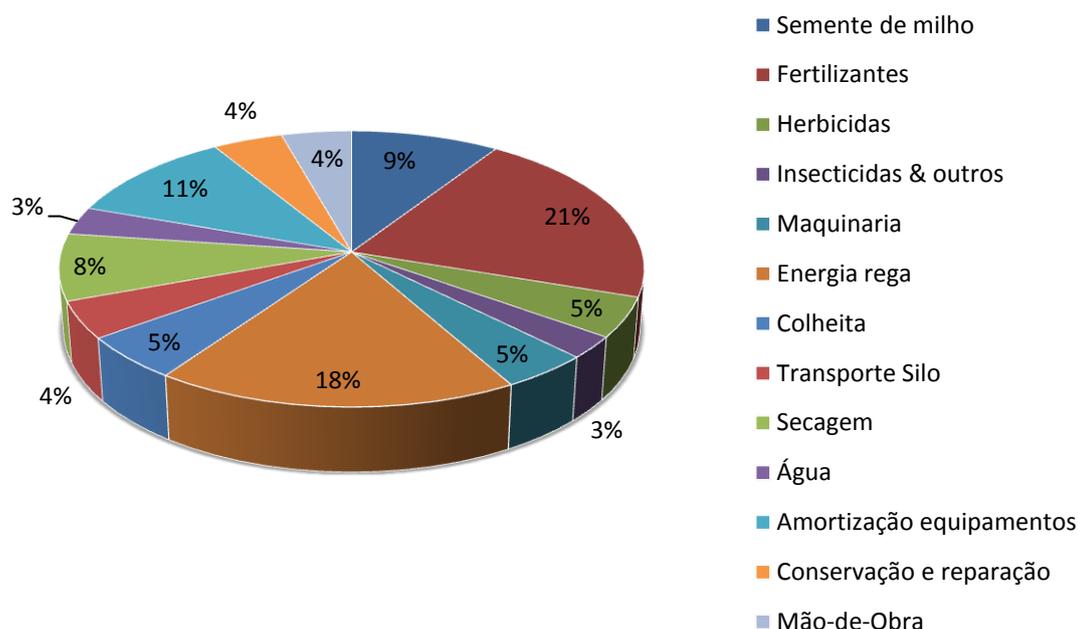
Consequentemente a produção mundial de milho e de outras culturas também aumentou substancialmente quer em áreas quer em produtividade, quer por via da intensificação do uso de factores de produção (adubos, pesticidas, energia) quer também por via do melhoramento genético das plantas e da prática da monocultura. Esta situação levou-nos para sistemas de uso intensivo de factores de produção, de degradação do solo, de aumento de problemas ambientais e segurança alimentar, seja, levou-nos para sistemas de aumentos de custos incessantes.

#### 1.4. Custos versus rendimento

O milho em Portugal e também noutros países é cultivado em grande parte em monocultura, seja, milho após milho. Os aumentos de preços significativos dos factores de produção analisados, associados a esta prática conduzem a uma cultura com elevados custos colocando a fasquia da produtividade para pagar os custos bastante elevada.

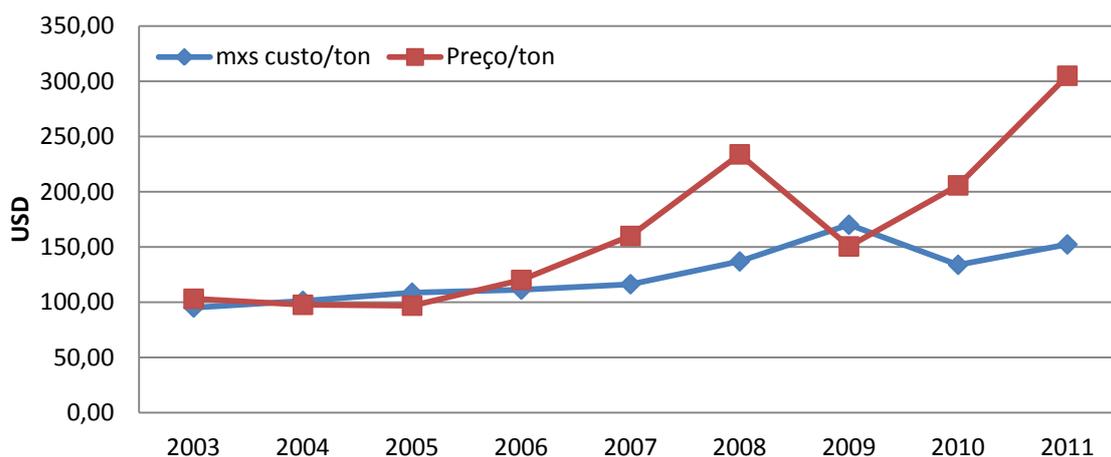
Os custos de produção na Herdade da Parreira em Portugal em 2011 são de €2299,00/ha, o que para para uma produtividade de 11ton/ha representa €209,00/ton. Na análise dos custos observa-se que os custos com sementes, fertilizantes e pesticidas representam 38%, os custos associados a rega (energia e água) pesam 21%, os custos com maquinaria, colheita, transporte e secagem, amortização e conservação de máquinas e equipamentos pesam 37% (Portalimpex, 2011).

Constata-se deste modo que os 3 grandes grupos de custos analisados são directamente afectados pelas variações de preços das *commodities* analisadas na evolução dos custos.



**Figura 14:** Distribuição dos custos na cultura do milho na Herdade da Parreira em 2011 (Fonte: Portalimpex, 2011)

Verifica-se também que o preço de mercado do milho nem sempre reflecte os custos da cultura, foi o caso em 2009 em que se cultivaram os hectares mais caros de sempre e se comercializou o milho a um preço de USD 200/ton FOB USA, mas também em 2004 e 2005. Em resumo observa-se que no Iowa o preço de custo foi superior ao preço FOB USA em 3 anos e inferior em 5anos, para 2011 ainda não se efectuou a colheita, actualmente o preço é superior (Duffy, 2011; FMI, 2011).



**Figura 15:** Comparativo do preço de custo do milho no Iowa numa rotação milhoxsoja (mxs) e do preço FOB USA (USD/ton) (Fonte: Duffy, 2011; FMI, 2011).

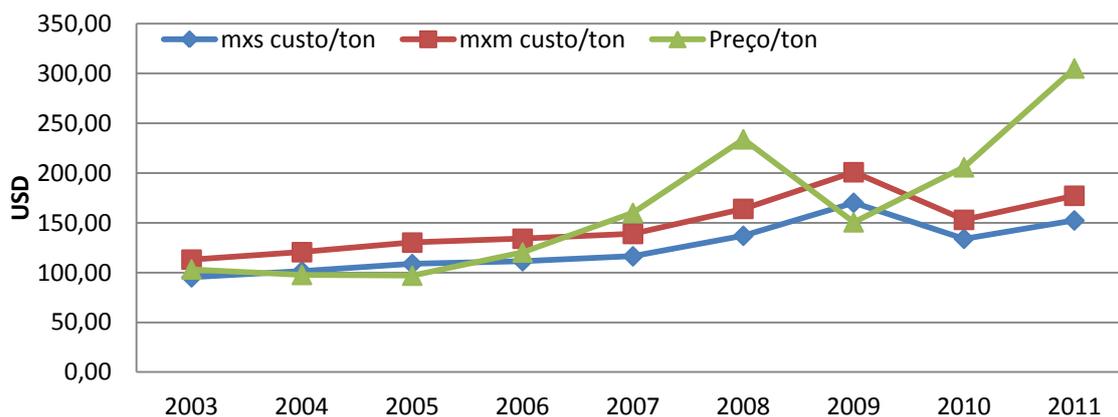
O preço de venda do milho e de muitas outras *commodities* nem sempre são superiores ao preço de custo. É nesta incerteza que as empresas agrícolas operam, havendo todavia nalguns países subvenções à produção de diversos formatos para fazer face a estas

situações. De salientar também que a empresa agrícola é fornecida em factores de produção por empresas muito grandes, multinacionais que muitas estão também à espera da produção, empresas essas com presença global, com capacidade de condicionar mercados a jusante e montante, no momento da colheita e no pós-colheita, empresas cotadas em bolsa, muitas com fortes divisões que operam no mercado especulativo de *commodities* a montante e jusante da agricultura.

É muito importante a empresa agrícola operar de forma cada vez mais eficiente e inteligente, com sistemas que reduzam os custos e maximizem as margens no sentido de sobreviver nos anos em que preço de custo é superior ao preço de mercado e de aumentar as margens nos anos favoráveis.

A visão da gestão da empresa agrícola não deverá em nossa opinião ser imediatista, não deverá correr atrás, ano após ano, das altas no mercado. A empresa agrícola deverá criar um sistema em que divida o risco das altas e das baixas, através da rotação de culturas e também como outra possibilidade a integração da pecuária na rotação. Esses sistemas ou planos deverão ter uma duração de médio a longo prazo, de forma a otimizar o sistema, maximizando margens através de redução de custos e aumento de receitas, da melhoria do sistema produtivo constituindo o solo como o motor da nossa indústria, seja ela vegetal ou animal, melhorando a sua fertilidade, seja, o seu rendimento. Muitos poderão dizer que não há tempo, outros dirão que conseguem os mesmos resultados incrementando o consumo de factores de produção, outros dirão que o sistema tem que andar à volta da PAC e das subvenções. Em função da análise apresentada até aqui observa-se que em média as subidas dos preços do milho são acompanhadas por aumento dos custos dos factores de produção e o contrário também é verdade, as descidas do preço do milho são acompanhadas por descidas dos factores de produção. A empresa agrícola tem instrumentos para condicionar o uso de factores de produção maximizando a eficiência da sua utilização, mas não tem qualquer capacidade para condicionar de forma directa o preço das *commodities*. Outro factor que tem sido altamente perverso na gestão das empresas agrícolas em Portugal é a forma como se olha para as subvenções da PAC. O sistema de produção passou em muitos casos a ser o sistema de subvenções sem haver qualquer foco na melhoria do sistema agronómico, quando o foco deveria ter sido a instalação de um modelo de negócio e, em função desse modelo, absorver as subvenções que se encaixem nele.

Apresentamos dados do estado do Iowa nos USA referentes às diferenças de custos por tonelada entre um sistema de monocultura de milho e um sistema de rotação milho x soja com referência ao preço por tonelada FOB USA. Com base numa maior produtividade, num consumo inferior em factores de produção o preço de custo na rotação milho x soja é superior em 3 anos e inferior em 5 ao preço FOB USA, enquanto na monocultura de milho o preço de custo é superior em 5 anos e inferior em 3 ao preço FOB USA. O sistema de mobilização é idêntico em ambos os sistemas de produção de milho (Duffy, 2011).



**Figura 16:** Comparativo do preço de custo do milho no Iowa numa rotação milhoxsoja (mxs), em monocultura de milho (mxm) com o preço FOB USA (USD/ton) (Fonte: Duffy, 2011; FMI, 2011)

Os dados apresentados parecem ser bastante evidentes para sustentar as opiniões que emitimos.

Para além da rotação de culturas, outras alterações ao sistema de produção podem ser introduzidas, nomeadamente a mobilização do solo e a gestão de resíduos orgânicos, que poderão permitir um controlo ainda mais acentuado dos custos de produção (Carvalho, 2010a).

## 1.5. Qualidade e Segurança Alimentar

A legislação comunitária e consequentemente a nacional na área da qualidade e segurança alimentar é cada vez mais exigente na salvaguarda da saúde dos consumidores. No entanto, estamos a chegar a níveis de exigência que muitas vezes poderão ser difíceis de atingir no campo. Como sabemos, o milho produz-se utilizando o solo, a atmosfera, a água, os fertilizantes e os pesticidas, está sujeito a agressores como os insectos e os fungos, os roedores, os pássaros, sendo os insectos responsáveis pela transmissão de algumas doenças e fungos, e, também por abrirem feridas nas plantas e grãos originando condições favoráveis ao desenvolvimento de diversos fungos que posteriormente vão desenvolver micotoxinas, concretamente neste caso as fumosinas (Portalimpex, 2009)

Por um lado temos limitações cada vez mais severas à utilização de pesticidas por questões ambientais, o que estando correcto do ponto de vista ambiental dificulta, por outro lado, a obtenção de alimentos que cumpram a legislação em qualidade e segurança alimentar, uma vez que temos limitações ao combate aos insectos predadores dos grãos na fase de maturação.

Todo este conjunto de problemas está totalmente dissociado entre as diversas partes, dos legisladores de qualidade e segurança alimentar, dos legisladores ambientais, dos produtores de milho e por último das agro-indústrias, que têm de garantir o

cumprimento da legislação e especificações em termos de qualidade e segurança alimentar dos consumidores.

O aparecimento das medidas agro-ambientais poderia ser um veículo de resolução destes problemas. No entanto as mesmas, não passam de uma série de obrigações avulsas dos produtores na utilização de produtos autorizados, e outras obrigações, que nada acrescentam em termos ambientais, principalmente ao nível da protecção do solo. As medidas agro-ambientais pouco contribuem para a qualidade e segurança alimentar, uma vez que nessas obrigações nenhuma delas garante a qualidade e segurança alimentar do produto, bem como permitem inúmeras práticas que agravam estes problemas tais como a monocultura. Os dados recolhidos ao longo de 11 anos em análises efectuadas à produção de milho comprovaram que os melhores resultados em resíduos de pesticidas e micotoxinas são de milho em rotação com outras culturas e de milho em que a sanidade da planta foi protegida de insectos ao longo do ciclo da cultura (Portalimpex, 2009).

Da experiência que tivemos ao longo dos anos baseada em muitas análises ao milho e seus transformados industriais, verificámos que quanto menos protegida for a cultura do ataque de insectos e fungos maior é a dificuldade no cumprimento da legislação de qualidade e segurança alimentar ao nível das fumosinas. Por outro lado, das análises efectuadas a resíduos de pesticidas com limites de detecção para produto destinado à alimentação infantil os resultados obtidos com milho produzido em Portugal foram sempre abaixo do limite quantificável ou não detectado. Ao nível de metais pesados temos por enquanto níveis de metais pesados muito baixos comparativamente a outras zonas da Europa e do Mundo, em que o nível de metais pesados no grão inviabiliza a utilização para a alimentação infantil (Portalimpex, 2009).

Grande parte dos problemas de qualidade e segurança alimentar aparecem após a colheita, nomeadamente o desenvolvimento de aflatoxinas. O tempo que decorre desde a colheita do milho no campo até à descarga no secador, da descarga no secador até à secagem do grão e posterior armazenamento é em muitos casos muito prolongado a mais de 24 horas, desenvolvendo-se as condições favoráveis ao desenvolvimento de fungos e produção de aflatoxinas. Salvo honrosas excepções, as unidades industriais de secagem em Portugal cumprem com condições operativas que evitem o desenvolvimento de aflatoxinas abaixo dos níveis especificados pela legislação e por clientes industriais.

Conclui-se que também a qualidade e segurança alimentar está directamente relacionada com o sistema de produção, a sua intensidade de uso de factores de produção, bem como com a gestão da ocupação do solo, sendo a rotação cultural um meio de baixar a intensidade de uso de factores de produção, por haver menos pressão de agentes agressores, insectos, fungos e infestantes, por melhorar a fertilidade do solo havendo um menor uso de fertilizantes, diminuindo deste modo os riscos de presença de micotoxinas, resíduos de pesticidas e metais pesados na produção obtida.

Relativamente à utilização de milho geneticamente modificado (OGM), prefiro não fazer grandes referências a este tema, todavia é importante ter noção em termos operacionais que a co-habitação no campo, nos secadores e silos, nos transportes, nas agro-indústrias é cada vez mais difícil e oneroso. Também cada vez mais é difícil aprovisionar milho não OGM, senão atente-se á situação mundial em 2009, em que 26% do milho cultivado a nível global foi OGM, 85% do milho produzido nos USA foi OGM, 85% do milho produzido na Argentina foi OGM, 36% do milho produzido no Brasil foi OGM, sabendo que estes 3 países representam 75% do milho exportado a nível mundial (USDA, 2010).

## **2. A Agricultura de Conservação**

### **2.1. Definição dos Objectivos**

A eficiência dos sistemas de agricultura terá que ser conseguida através do solo, da sua preservação e melhoria contínua, no entanto isso só se poderá conseguir por sistemas que melhorando as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, melhorem a sua capacidade de fornecer nutrientes e água e permitam um bom desenvolvimento radicular das plantas.

A AC contribui positivamente para o problema das alterações climáticas, melhora a eficiência dos ecossistemas agrícolas, aumenta a eficiência dos *inputs*, melhora de forma sustentável a produção agrícola e aumenta a segurança alimentar. A AC induz alterações na qualidade do solo e na produtividade das culturas, e, contribui positivamente para o sequestro de carbono. Num mundo em que se estima um aumento da população de 6,8 biliões em 2009 para 9,4 biliões em 2050, num mundo onde a desertificação de extensas áreas agrícolas por via da erosão por má utilização do solo é uma realidade, num mundo em que uma percentagem enorme da população tem problemas de nutrição, a AC pode dar um importante contributo na diminuição desses flagelos que no final afectam todos nós (Lal, 2010).

#### **2.1.1. O Solo**

A agricultura de conservação tem a sua origem nos USA nos anos 50 (Kassam et al., 2010). Em 1951 Charles F. Brannan, secretário de agricultura dos USA, definiu como objectivo básico da conservação do solo que as actividades das agências departamentais de agricultura se focassem para que o uso de cada hectare de terra agrícola respeitasse as suas características, potencialidade e limitações, salvaguardando que a sua gestão fosse de acordo com as necessidades de protecção e melhoria do solo. Todo o agricultor deve deixar a terra tão produtiva como quando a adquiriu usando um sistema de exploração do solo que assegure a manutenção da sua capacidade nutritiva e ausência dos factores prejudiciais ao desenvolvimento das plantas como a elevada acidez e alcalinidade, a drenagem deficiente, a permanência das partículas de solo no seu local próprio, impedindo que sejam arrastadas pela água ou pelo vento (Russel, 1968). A intervenção do homem através da utilização do solo provoca uma aceleração dos processos erosivos, podendo dizer-se que a erosão do solo começou com a agricultura (Costa, 1985).

Na análise do parágrafo anterior constatamos que nos anos 50 em que se deram os primeiros passos na AC, existiam já preocupações políticas e agronómicas com a conservação do solo que levaram a definir objectivos para a sua preservação e sustentabilidade. Por outro lado a preocupação pela acção da agricultura no solo não é

de hoje, infelizmente não se tem prestado muita atenção o que tem provocado o abandono de enormes áreas pela deterioração de muitos solos agrícolas. Conseguimos perceber que a forma como a agricultura se tem desenvolvido nos últimos anos através da utilização cada vez maior de potência, conseqüentemente de energia e de factores de produção não consegue ir no sentido do que se pretende, seja, a melhoria das propriedades biológicas e físico-químicas do solo, a exploração das suas potencialidades, a adaptação às suas limitações, a sua preservação, para que o mesmo se constitua a longo prazo como o motor na produção de alimentos economicamente sustentáveis, com segurança alimentar e ambiental.

### **2.1.2. Economia da Exploração Agrícola**

A razão de ser da AC baseia-se na conservação do solo, na conservação da água e obviamente porque se trata de uma actividade económica na redução de custos e maximização de receitas. Qualquer actividade económica deverá visar a obtenção de margens remuneratórias do capital e trabalho investido, a remuneração é tanto maior quanto menores forem os custos e maiores as receitas. A actividade agrícola deverá respeitar a conservação do nosso principal recurso, o solo, constituindo-o como o motor do nosso sistema, potenciando-o ano após ano. Esse trabalho de melhoria do solo leva muitos anos a construir e muito pouco tempo a destruir.

Para a mobilização de solos consoante o sistema utilizado são necessários diversos equipamentos, tractores com elevada potência, charrua, grade de discos, chisel, fresa, vibrocultores, semeadores. Estes equipamentos têm um custo de aquisição elevado que origina uma estrutura de custos fixos e de operação elevados.

Todos estes investimentos em equipamentos têm como objectivo o controlo de infestantes, pragas e doenças, preparação da cama para a sementeira e favorecer o desenvolvimento radicular das plantas. Será este o caminho para atingir tais objectivos?

É também vulgarmente referido por agricultores e agrónomos, senão usarmos esta tecnologia de exploração do solo não podemos praticar monocultura desta ou daquela cultura. Será este o caminho de uma agricultura sustentável, ou estamos somente a seguir uma PAC que favorece periodicamente esta ou aquela cultura? Seremos capazes de encontrar o nosso próprio caminho sem conduzirmos a nossa exploração exclusivamente ao sabor da PAC?

A AC pode no nosso entendimento dar um contributo importante às questões colocadas e conseqüentemente à economia da exploração agrícola:

- Redução de custos variáveis e fixos, por via de menor número de equipamentos na sua prática, o que significa, menor investimento, menores amortizações, menores custos de manutenção e operação;

- Melhoria da estrutura e fertilidade do solo com a rotação de culturas, manutenção de resíduos e conseqüente redução da erosão levando ao aumento do teor de matéria orgânica do solo;
- Controlo de infestantes, pragas e doenças favorecido com a rotação de culturas;
- Melhoria da eficiência da rega por redução da evaporação e, em muitos casos, das perdas por escorrimento;
- Redução dos problemas ambientais por via da erosão e conseqüente contaminação das águas;
- Redução de emissões de CO<sub>2</sub> proveniente da menor utilização de máquinas;
- Redução de emissões de CO<sub>2</sub> proveniente de uma menor taxa de mineralização da matéria orgânica do solo.

### **2.1.3. Situação Mundial**

O desafio da sustentabilidade da agricultura tornou-se mais premente nos últimos anos em função dos aumentos de custos dos alimentos, energia e factores de produção, alterações climáticas, escassez de água, degradação dos ecossistemas e da biodiversidade. Por outro lado a forma como se tem efectuado agricultura a par da sua intensificação tem conduzido à degradação do solo agrícola (Kassam et al., 2010).

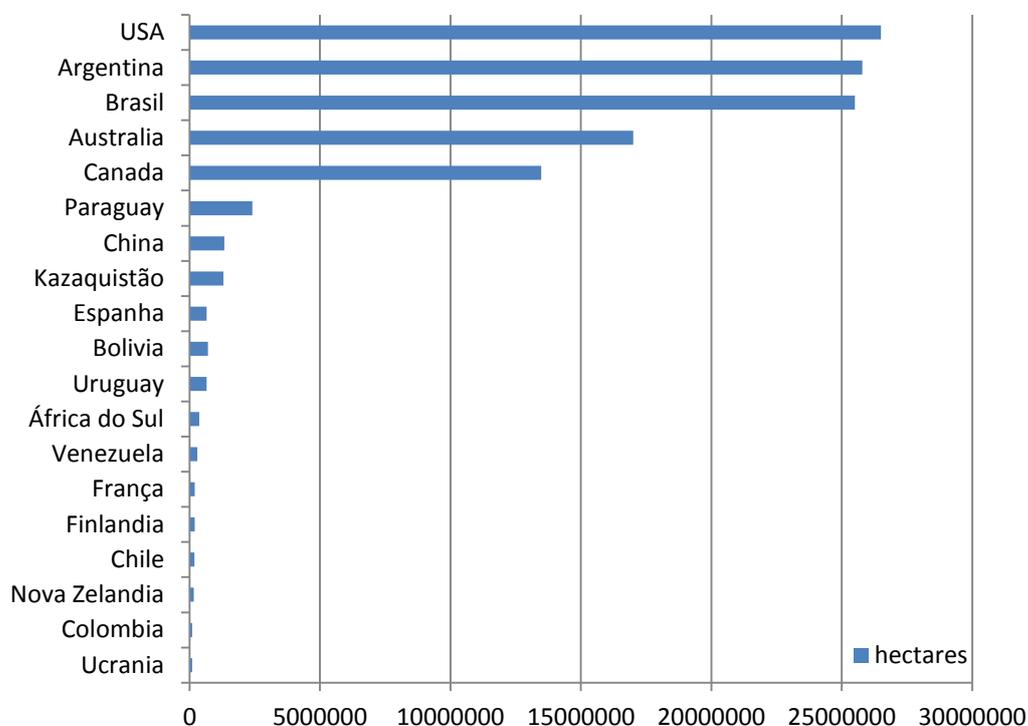
Em resposta a esta situação, acções têm sido promovidas internacionalmente a todos os níveis verificando-se que alguns sistemas de agricultura continuam a ser promovidos com inaceitáveis altos custos ambientais, económicos e sociais, com a promessa de futuros ganhos. Este desenvolvimento agrícola é considerado inadequado para uma intensificação da produção sustentável para as futuras necessidades em termos de segurança alimentar, redução da pobreza, crescimento económico e melhoria do ecossistema (Friedrich et al. 2010).

Isto é verdade para a Europa onde em adição à escassez de terra e água na região mediterrânica, existem problemas adicionais como a degradação do solo pela erosão, perda de matéria orgânica e estrutura do solo, compactação do solo e baixa infiltração de água no solo, que posteriormente vai provocar cheias (Kassam et al., 2010). Como exemplo o relatório do governo denominado Comissão Política para o Futuro da Agricultura e Alimentação no Reino Unido, conclui (DEFRA, 2002, citado por Kassam et al., 2010):

*“A agricultura e a agro-indústria estão num caminho insustentável em termos económicos e ambientais se não ocorrer uma mudança substancial. Nos últimos 50 anos o teor de matéria orgânica baixou e os níveis de fósforo na superfície do solo subiram. A agricultura é hoje o poluidor número um no Reino Unido. As mudanças no uso do solo contribuíram para o aumento dos riscos de cheias. Sem qualquer dúvida a principal razão desta situação foi o crescimento das técnicas intensivas de agricultura,*

*estando este efeito a ser mais grave ao nível da compactação e erosão do solo, na perda de determinadas espécies.”*

Enquanto na Europa continuamos a discutir sobre estes problemas que também ocorreram e ocorrem nos outros continentes, houve países que foram obrigados a encontrar soluções para estes problemas através da agricultura de conservação.

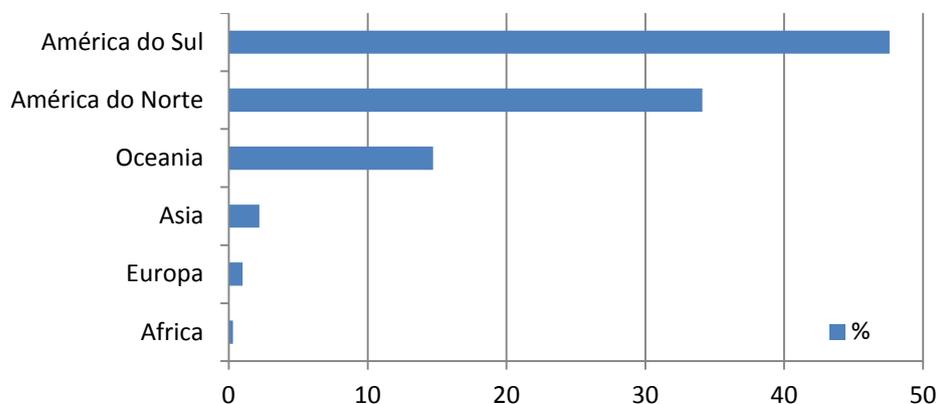


**Figura 17:** Países no Mundo com mais de 100.000ha em agricultura de conservação (Fonte: Derpsch et al., 2010).

Os problemas que levaram ao desenvolvimento da agricultura de conservação tiveram origem na degradação dos solos, bem como, por questões de sustentabilidade económica da actividade proveniente dessa degradação que levou ao aumento incessante de custos para produzir. Observamos que os principais produtores e exportadores de milho são simultaneamente os países com maiores superfícies exploradas em agricultura de conservação e com maior grau de adopção dos sistemas de agricultura de conservação. O continente americano com mais de 50% da produção mundial de milho e mais de 80% do comércio mundial tem também o maior grau de adopção, podendo-se extrapolar que cerca de 20% do milho produzido no mundo e cerca de 30% do milho comercializado no mercado internacional é hoje produzido em sistemas de agricultura de conservação no continente americano. Podemos assim concluir que os países com agricultura mais desenvolvida e competitiva, aqueles que produzem para o mercado, necessitam ser mais competitivos e ter um sistema eficiente a longo prazo.

A expressão global da AC ronda os 8% da área agrícola, em que os países do Mercosul (Brasil, Argentina, Uruguay e Paraguay) representam cerca de 70% da área total em AC. O crescimento das áreas em AC tem sido considerável no continente americano e

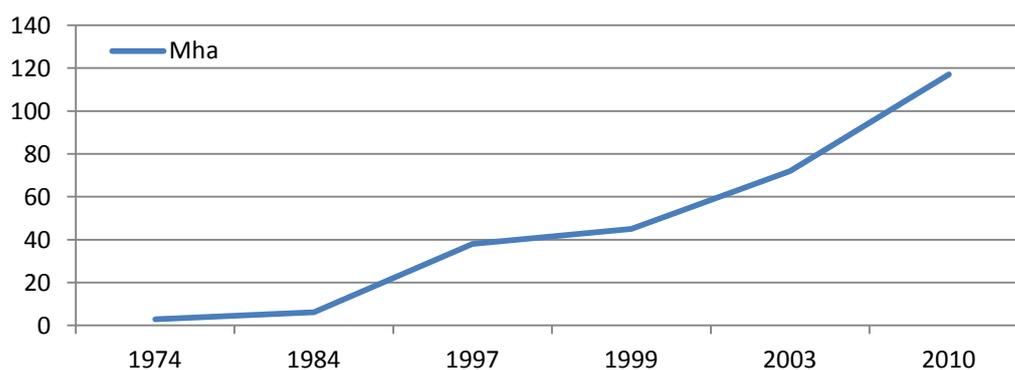
Austrália, curiosamente também um importante *player* no mercado internacional de *commodities* agrícolas. Na Europa a área em AC não excede 2% de toda a área agrícola, ficando somente o continente africano com menor grau de adoção de AC (Kassam et al., 2010).



**Figura 18:** Adoção da agricultura de conservação por continentes em percentagem de área agrícola (Fonte: Derpsch et al., 2010)

A PAC é vista como o principal factor que desencoraja a adoção da AC na Europa (Kassam et al., 2010).

Em Portugal e na Europa, tem-se visto infelizmente uma redução substancial de áreas destinadas a culturas, enquanto assistimos ao crescimento de áreas agrícolas e melhoria de produtividades no continente americano, através de reconversão de áreas de pastagem e floresta, sendo o caso mais mediático a conquista de terra arável na Amazónia à qual se atribui dar um contributo importante no aquecimento global do planeta.



**Figura 19:** Evolução de áreas (milhões de hectares) em agricultura de conservação no mundo (Fonte: Kassam et al., 2010)

De salientar ainda o reduzido investimento em investigação e extensão rural na Europa comparativamente aos países focados em fornecer o mercado internacional, sendo esse também um dos factores de atraso da Europa (e Portugal) na adoção da AC (Kassam et al., 2010).

**Quadro 1:** Principais problemas que afectam a adopção da AC (Fonte: Lal, 2010)

<b>Técnicos</b>	<b>Sociais</b>	<b>Económicos</b>	<b>Institucional</b>
Acesso a equipamento de sementeira	Posse da terra versus arrendamento	Acesso ao mercado	Serviços de extensão
Controlo de infestantes	Mentalidade	Acesso ao crédito	Investigação de suporte
Falta de resíduos das culturas no solo	Cultura e tradição	Rentabilidade e custo	Dias de campo
Falta de culturas de cobertura na rotação cultural	Nível de educação		
Imobilização de Azoto	Aversão ao risco		
Baixos rendimentos das culturas			

## **2.2. Princípios em que se baseia a Agricultura de Conservação**

A conservação do solo é conseguida através de uma gestão de uso do solo que promova o controlo da erosão, o aumento do teor de matéria orgânica e a melhoria da sua estrutura.

Para alcançarmos em simultâneo todos os objectivos delineados teremos que alicerçar o nosso sistema em 3 pilares fundamentais, a sementeira directa, a manutenção de resíduos na superfície do solo, a rotação de culturas.

### **2.2.1. Sementeira directa**

A sementeira directa é o meio utilizado para instalar culturas num sistema de agricultura de conservação. Para se iniciar de forma a reduzir o risco de insucessos importa no nosso entendimento ter em conta os seguintes passos:

- Avaliação dos solos presentes na exploração conhecendo as suas especificidades
- Regularização da camada superficial do solo para permitir o trabalho ao semeador e para favorecer o desenvolvimento das plantas no primeiro ano
- Iniciar a exploração do solo com culturas bem adaptadas às limitações que os solos nos apresentam
- Estabelecimento de uma rotação de culturas adaptadas às limitações do solo
- Definição da utilização das culturas estabelecidas para a rotação
- Definição do sistema de gestão de resíduos
- Em função das culturas a instalar, do sistema de manutenção de resíduos, das limitações do solo, depende a definição do tipo de semeador

O maior problema para o sucesso da agricultura de conservação é o agricultor que quer fazer sementeira directa de uma cultura. Isso não existe, a sementeira directa não pode estar dissociada de todos os outros pilares que a sustentam. Muitas vezes a primeira experiência de sementeira directa acontece quando em determinado ano as condições de clima já não permitem a entrada no solo com os equipamentos convencionais. Como na sementeira directa não há destruição dos agregados do solo e alteração da sua estrutura, ao fim de poucos dias o solo suporta o trânsito do tractor com o semeador, no entanto não significa que estejamos a implantar a cultura em condições. São muitas vezes estes os insucessos atribuídos à sementeira directa quando afinal no sistema convencional nem sequer chegariam a semear porque o solo mobilizado não permitiria o trânsito do tractor e semeador (Carvalho, 2010a).

A sementeira directa é um dos pilares fundamentais da agricultura de conservação, é o meio de instalar culturas sem alteração da estrutura do solo. Toda a operação de instalação de cultura fica resumida a uma operação e um equipamento. A regulação e calibração da operação do semeador não permite erros, estamos a concentrar o sucesso da instalação da cultura numa única operação (Carvalho, 2010a).

### **2.2.2. Resíduos**

A manutenção de resíduos na superfície do solo, outro pilar da agricultura de conservação é fundamental para o aumento do teor de matéria orgânica do solo e consequentemente para a melhoria da sua fertilidade e estrutura. Os resíduos exercem também uma função de protecção da superfície do solo por redução do impacto da precipitação favorecendo a infiltração da água e consequentemente reduzindo o escoamento superficial e os riscos de erosão. Outra função fundamental dos resíduos é

reduzirem a evaporação de água no solo aumentando assim a quantidade de água disponível para as plantas.

Num sistema de agricultura de conservação os resíduos têm origem na manutenção das palhas e restolhos na superfície do solo, ou, através da instalação de culturas de cobertura. É fundamental ter a superfície do solo coberta todo o ano com resíduos ou vegetação para melhorarmos a sua conservação e promover a actividade biológica.

Os resíduos na superfície do solo têm vários efeitos benéficos, protegem o solo do impacto directo da precipitação, favorecem a infiltração da água, reduzem o risco de escorrimento diminuído dessa forma o risco de erosão, aumentam o teor de matéria orgânica do solo, reduzem a evaporação de água do solo, reduzem a temperatura máxima e aumentam a temperatura mínima do solo, conseqüentemente reduzem as amplitudes térmicas do solo, e, aumentam a temperatura média do solo, contribuindo desta forma para um maior desenvolvimento das plantas. Estes efeitos em muitos casos são conseqüências uns dos outros e contribuem para o aumento da eficiência da água do solo, são também agentes para a melhoria da sua estrutura e fertilidade.

Num estudo realizado no Ohio, retiraram-se os resíduos de milho da superfície do solo para obtenção de biocombustível. Constatou-se alteração na actividade das minhocas, na retenção e circulação de água no solo, no arejamento do solo. As melhorias na população de minhocas e nas propriedades hidráulicas do solo atribuídas à prática de AC no longo prazo podem rapidamente ser alteradas caso se opte por retirar os resíduos do milho da superfície do solo (Blanco-Conqui et al., 2007).

A temperatura máxima diária no período entre Junho e Setembro nos primeiros 2,5cm de espessura de solo debaixo de uma cultura de milho foi em média 31,2°C em solo sem resíduos e 23,6°C debaixo de uma cama de 20ton/ha de resíduos (palha), enquanto as temperaturas mínimas foram de 17,9°C e 19,7°C respectivamente, com uma amplitude média diária de 13,3°C e 3,9°C. O solo com resíduos não atinge temperaturas tão elevadas de dia nem tão frias de noite e a temperatura média é superior à dos solos descobertos. Este efeito diminui a velocidade da evaporação e de alguma forma pode contribuir para diminuir o ciclo vegetativo da cultura (McCalla et al., 1981, citado por Carvalho, 2010a).

Num ensaio em que se adicionaram resíduos de trigo na superfície de um solo mobilizado, se incorporaram resíduos com a mobilização e se efectuou sementeira directa sem adição de resíduos, observou-se que a dimensão dos agregados nos 10cm superficiais de solo foi superior no tratamento de SD, seguido do tratamento com resíduos à superfície. Uma das razões encontrada para os resultados foi a destruição da colónia de fungos nos solos mobilizados. As taxas de infiltração mais altas e conseqüentemente de menor escorrimento foram no tratamento com SD seguido do tratamento com resíduos à superfície (Wuest, 2007).

Por outro lado, num ensaio de 3 anos foram testados 5 níveis de aplicação de resíduos (palha de trigo) em solos de zonas semi-áridas do sul de Espanha onde o teor de matéria

orgânica é inferior a 1%. O aumento das aplicações de resíduos contribuiu para o aumento da porosidade do solo, da estabilidade dos agregados e do teor de matéria orgânica e decresceu o valor da densidade aparente do solo. O coeficiente de emurchecimento, a capacidade de campo e a saturação do solo com água aumentaram a partir de aplicações superiores a 10ton/ha/ano, não se tendo observado evoluções abaixo desta quantidade. Os escorrimentos superficiais debaixo de precipitação induzida de 65mm/h foram bastante reduzidos a partir de aplicações de 5ton/ha de resíduos, acima desta aplicação de resíduos o escorrimento foi insignificante. As perdas de solo também foram reduzidas após a aplicação de resíduos de 5ton/ha decrescendo essas perdas para valores inferiores a 1g/l após a simulação da precipitação (Jordàn et al., 2010).

### **2.2.3. Rotações**

Em qualquer sistema de agricultura a avaliação dos solos e a definição das culturas adaptadas às suas especificidades deverão ser o primeiro passo na planificação desse sistema. Na agricultura de conservação essa definição é ainda mais importante para o sucesso do sistema, constituindo a rotação de culturas como o terceiro pilar que a sustenta. O início de um sistema de agricultura de conservação deverá ser efectuado com culturas bem adaptadas às limitações do solo. Após a definição das culturas importa avaliar a sua utilização e fazer a sua interligação com a manutenção de resíduos e a sementeira das culturas precedentes. Os aspectos sanitários têm também de ser bem ponderados, nomeadamente as doenças criptogâmicas. Em resumo para que o sistema fique bem instalado temos que interligar os 3 pilares que o sustentam para aumentar a sua estabilidade.

Um sistema de agricultura de conservação é um sistema de médio e longo prazo, logo a estabilidade da rotação instalada é muito importante para podermos traçar objectivos de melhoria ano após ano.

Segundo Carvalho, (2010a), a rotação de culturas deverá assim ter em conta uma série de princípios em que se baseia a AC:

- Explorar o solo em profundidade com espécies que vão desenvolver sistemas radiculares que posteriormente deixam canais ao desenvolvimento de raízes das culturas seguintes, bem como, favorecer a drenagem de água ao longo do perfil do solo;
- Explorar o solo em profundidade com espécies que contribuam para dessecar o solo no final da Primavera, favorecendo o fendilhamento e o controlo de infestantes de reprodução vegetativa, fendilhamento esse que também vai contribuir para o desenvolvimento dos sistemas radiculares das culturas precedentes e drenagem da água ao longo do perfil do solo;
- Garantir a cobertura permanente do solo com resíduos de cultura e vegetação no sentido de reduzir os riscos de erosão e conseqüente redução do teor de matéria orgânica;

- A rotação de culturas deverá também ter em conta a calendarização das operações e a sua execução em função das condições edafo-climáticas, no sentido de evitar compactações pelo trânsito de máquinas nos períodos de sementeira, fertilização e protecção das culturas e colheita;
- A rotação de culturas deverá ter um misto de culturas, sendo fundamental a presença de leguminosas, tanto pela exploração do perfil do solo pelo sistema radicular com conseqüente melhoria da sua estrutura, como pela fixação de azoto, aumentando dessa forma a fertilidade e eficiência do sistema com redução do consumo de fertilizantes e redução do consumo de herbicidas.

No quadro seguinte podemos observar a influência da rotação e do sistema de exploração do solo na estabilidade dos agregados e teor de matéria orgânica do solo. A estabilidade dos agregados é definida numa escala de 0 a 100 e o teor de matéria orgânica em percentagem. A maior estabilidade dos agregados e o maior teor de matéria orgânica foram observados na rotação soja – trigo, seja uma rotação com uma cultura de Primavera – Verão e outra de Outono – Inverno, uma leguminosa e uma gramínea (Hayes, 2010).

**Quadro 2:** Influência da rotação e do sistema de exploração do solo na estabilidade dos agregados e teor de matéria orgânica do solo. A estabilidade dos agregados é definida numa escala de 0 a 100 e o teor de matéria orgânica em percentagem (Fonte: Hayes, 2010)

Rotação	Mobilização	Estabilidade	Matéria
		Agregados	Orgânica
Milho monocultura	Lavoura	15	4,0
	SD	45	4,9
Milho - Soja	Lavoura	23	4,3
	SD	33	4,2
Milho - Soja - Trigo	Lavoura	28	4,1
	SD	49	4,4
Soja - Trigo	Lavoura	19	4,8
	SD	77	5,0
Soja monocultura	Lavoura	10	3,8
	SD	58	4,5

A rotação de culturas influencia directamente a *performance* económica da empresa agrícola pela redução de custos e pelo aumento de receitas. As sinergias entre diferentes espécies cultivadas, como a fixação de azoto pelas leguminosas, o controlo de infestantes por competição, a melhoria da estrutura do solo através da exploração do seu perfil por diferentes tipos de sistemas radiculares, constituem-se como os principais factores na redução de custos e aumento de produtividade. Para além destas vantagens agrónomicas, a rotação de culturas confere uma repartição dos riscos dos mercados agrícolas por mais actividades, a empresa tem uma oferta constante e globalmente evita grandes variações entre oferta e procura de ano para ano.

A rotação de culturas tantas vezes esquecida por muitos que decidem mas não percebem de agronomia e infelizmente também por muitos agrónomos e agricultores, é uma condição básica para uma actividade agrícola sustentável.

## **2.3. Conservação do Solo**

### **2.3.1. Erosão**

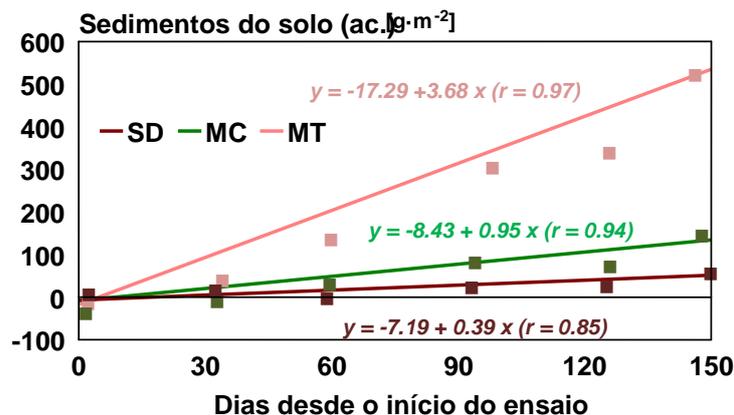
Um dos principais problemas ambientais provocados pela agricultura é a erosão e consequente arrastamento de sedimentos (partículas de solo) para as barragens, rios e estuários. Em consequência desse arrastamento de partículas de solo também se contaminam as águas com resíduos de pesticidas e fertilizantes, contribuindo dessa forma para a degradação da qualidade da água e do solo agrícola e florestal.

Zhou et al. (2009), estimaram que a quantidade de sedimentos arrastados dos solos agrícolas no estado do Iowa numa rotação soja - milho com mobilização do solo ronda as 0,6 a 42,5 ton/ha dependendo do declive. Os custos provenientes desta erosão são um encargo muito elevado para o estado do Iowa, podendo-se alcançar com a prática de AC uma economia até 260 USD /ha nas zonas com maior potencial de erosão.

O potencial de erosão do nosso clima é elevado, devido a elevadas intensidades de precipitação que se podem verificar nos períodos de sementeira uma vez que os solos mobilizados estão desprovidos de vegetação e a estrutura dos agregados de solo foi destruída, o que facilita o transporte do solo. Apesar do clima em Portugal apresentar precipitações médias anuais baixas, a mesma concentra-se num período de 6 meses. A agravar esta situação é frequente nas primeiras chuvas após a estação seca ocorrerem precipitações muito intensas num período reduzido potenciando desta forma os riscos de erosão. Situação idêntica em termos de precipitações acontece frequentemente na altura das sementeiras de Primavera. O nosso clima fornece assim todas as condições para acelerar o processo erosivo dos solos num sistema de agricultura convencional.

O sistema de agricultura mais eficiente no controlo da erosão em termos efectivos e económicos é a agricultura de conservação (Carvalho, 2010a).

A quantidade de sedimentos arrastados da superfície do solo num ensaio com 150 dias foi cerca de 10 vezes superior em solo mobilizado com lavoura do que em sementeira directa (Basch et al., 1990).



**Figura 20:** Efeito do sistema de mobilização na perda de solo por erosão durante uma cultura de trigo em Portugal (SD - sementeira directa; MC – mobilização reduzida; MT – mobilização tradicional) (Fonte: Basch et al., 1990).

### 2.3.2. Matéria orgânica

Uma das principais condicionantes dos solos do nosso País e tipo de clima é o baixo teor de matéria orgânica. O clima quente e seco que temos associado à mobilização do solo aceleram a mineralização da matéria orgânica, baixando o seu teor no solo.

A matéria orgânica do solo é a chave para o aumento da sua produtividade, da redução de custos com fertilização e rega, por melhorar a estrutura do solo e dos seus agregados facilitando um melhor desenvolvimento radicular das plantas, por aumentar a capacidade de troca catiónica aumentando desta forma a disponibilidade de nutrientes às plantas, por aumentar a capacidade de retenção de água por si e através da melhoria da estrutura dos agregados do solo aumentando a quantidade de água disponível para as plantas.

Em ensaios de trigo a passagem do teor de matéria orgânica de 1% para 2% representa uma duplicação da produção (Carvalho et al, 2010).

Estas alterações vantajosas que a matéria orgânica confere ao solo, influenciam directamente outras vantagens provenientes do aumento do seu teor, como redução da temperatura máxima e aumento da temperatura mínima do solo, logo, menor amplitude térmica e temperatura média mais elevada. O aumento do teor de matéria orgânica do solo nos nossos solos e clima ameniza os picos de temperatura reduzindo o stress hídrico da planta.

Estando a produtividade das culturas directamente dependente do teor de mataria orgânica do solo, como conseguimos aumentar o teor de matéria orgânica do solo?

Através da adição permanente de estrumes de animais ou de resíduos urbanos, sendo que os resíduos urbanos constituem um risco demasiado elevado no aumento de metais pesados do solo e conseqüentemente na contaminação dos produtos colhidos. Mesmo assim se continuarmos a mobilizar o solo dificilmente conseguimos aumentar o seu teor uma vez que cada vez que mobilizamos estamos a acelerar a mineralização da matéria orgânica. A libertação de CO<sub>2</sub> num solo com lavoura, nas cinco primeiras horas após a sua realização, é cerca de 20 vezes superior a um solo com sementeira directa (Carvalho, 2010a).

O sistema de agricultura de conservação é o sistema economicamente mais viável no aumento do teor de matéria orgânica do solo, por deixar resíduos na superfície do solo. As aplicações de estrumes de explorações pecuárias também contribuem para esse aumento mas depende do sistema de exploração e da viabilidade da sua aplicação. Para além da aplicação ou manutenção de resíduos na superfície do solo a não mobilização do solo na agricultura de conservação faz com que a taxa de mineralização da matéria orgânica seja mais baixa, originando desta forma o aumento do seu teor. Em análise a um vertisolo ao 6º ano de sementeira directa observaram-se teores de MO substancialmente superiores ao longo do perfil do solo, quando comparado com o mesmo solo em mobilização convencional (Carvalho, 2010a).

Após um ensaio de 14 anos sucessivos de sementeira directa e mobilização do solo realizado em Queensland na Austrália num solo argilo-limoso mal estruturado, o teor de matéria no solo em sementeira directa é de 3,37% e no solo mobilizado de 1,65% (So et al, 2009).

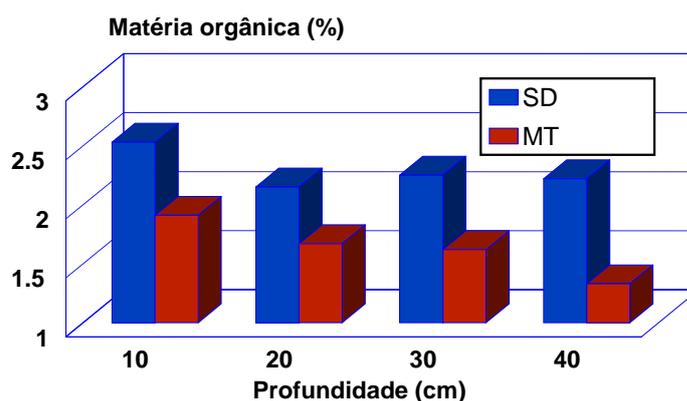


Figura 21: Efeito do sistema de mobilização do solo no teor em matéria orgânica de um Barro Preto na região de Beja (valores ao fim de 6 anos). SD – sementeira directa; MT – mobilização tradicional. (Fonte: Adaptado de Carvalho e Basch, 1995).

Outros efeitos benéficos do aumento do teor de matéria orgânica do solo são a melhoria da biologia do solo, promovendo o desenvolvimento de organismos com efeitos

benéficos. Organismos como as minhocas e outros que promovem a decomposição dos resíduos em húmus, e que simultaneamente melhoram a estrutura do solo através da abertura de galerias ao longo do perfil do solo favorecendo o desenvolvimento de raízes (Carvalho, 2010a).

### **2.3.3. Estrutura**

Uma boa estrutura do solo é a outra chave para o aumento da produtividade do mesmo e como vimos é influenciada pelo teor de matéria orgânica do solo. Há no entanto outros factores que influenciam a estrutura do solo. Portugal é caracterizado por ter solos pobres e nomeadamente no sul de Portugal, com excepção dos barros de Beja, dos aluviões dos vales dos diversos rios, é difícil encontrar manchas de solos que não apresentem diversos tipos de riscos na sua capacidade de uso, tais como deficiente drenagem, dificuldade do desenvolvimento radicular, riscos de erosão associado á estrutura do solo e aos elevados declives e relevo ondulado que temos em todo o território inclusive no Sul. Aliás quando se refere a planície alentejana, é algo que não se entende uma vez que não é fácil encontrá-la. A dificuldade de praticar agricultura em Portugal constitui-se assim como uma actividade que apresenta fortes limitações em termos climáticos nomeadamente pela concentração da precipitação nas estações frias e a quase ausência de precipitação nas estações mais quentes. Associado às limitações de clima vêm as limitações edáficas, com solos mal estruturados com horizonte B impermeável e solos demasiado delgados.

O caminho para melhorar a estrutura do solo passa no nosso entender por diminuir as suas limitações, por compreender os fenómenos que podem levar á redução dessas limitações. No particular dos solos para-hidromórficos, caracterizados pela elevada adesividade e plasticidade proveniente da sua textura e da sua deficiente ou quase ausência de estrutura no horizonte B, passa pelo aumento do teor de matéria orgânica em geral e na camada superficial em particular de forma a reduzir a dimensão dos agregados e melhorar a sua condutividade hidráulica saturada. Outro fenómeno é aproveitar os fenómenos naturais do solo e outros induzidos pela instalação de espécies com sistemas radiculares que explorem o solo em profundidade e no tempo de forma a aumentar o fendilhamento do solo. Este fendilhamento vai abrir canais que promovem o desenvolvimento radicular das culturas seguintes em profundidade e são autênticos drenos naturais para conduzir as águas superficiais até ao horizonte C, este já constituído por material grosseiro permite a drenagem de água para os lençóis freáticos. O único sistema de agricultura que permite alcançar um efeito deste tipo, obtido de forma natural é a agricultura de conservação.



**Fotografia 1:** Solo para-hidromófico na Herdade da Parreira que está em agricultura de conservação desde 2003 em Novembro de 2010. O solo encontra-se totalmente saturado, no entanto a estabilidade da sua estrutura, a facilidade com que se fractura os agregados, os canais naturais que ligam o horizonte A ao C, bem como a evolução da estrutura no horizonte B é uma evidência.

Carvalho (2010a), constata que a resistência dos agregados à crivagem húmida é superior em solos em sementeira directa (quando comparados com a mobilização tradicional) para todas as dimensões de agregados e de maior diferença nos de maior dimensão. A porosidade total num solo em sementeira directa é mais ou menos constante ao longo do perfil do solo, enquanto num solo com lavoura a porosidade é muito elevada nos primeiros 10cm e inferior nas camadas mais profundas a 20 e 30cm. No mesmo trabalho constatou que a % de água utilizável é ligeiramente superior no solo com lavoura nos 10cm, mas significativamente inferior face à sementeira directa a 20 e 30cm de profundidade.

A agricultura de conservação ao eliminar a mobilização do solo favorece a biologia do solo, nomeadamente o aumento da fauna do solo que provoca efeitos benéficos, como as minhocas que abrem canais que favorecem a circulação de água e o desenvolvimento radicular. A porosidade biológica de um vertisolo com 6 anos de comparativo entre sementeira directa e lavoura é cerca de duas vezes superior a 5cm de profundidade, 3 vezes superior a 15cm de profundidade e 4 vezes superior a 35cm de profundidade (Carvalho, 2010a).

No quadro 3 observa-se o efeito da ocupação do solo na porosidade, observando-se que a ocupação do solo com culturas anuais ao longo de 100 anos conduz a uma densidade aparente do solo superior, a uma porosidade total e macroporosidade inferior e uma microporosidade inferior.

**Quadro 3:** Efeito a longo prazo do sistema de culturas na porosidade de um solo argiloso na Estação Experimental de Rothamsted (Inglaterra) (Fonte: Russell, 1968)

	Porosidade (%Volume total)			Dap
	Micro	Macro	Total	
<b>Cultura Anual (100anos)</b>	<b>36,8</b>	<b>5</b>	<b>41,8</b>	<b>1,47</b>
<b>Pastagem (100anos)</b>	<b>35,3</b>	<b>20,2</b>	<b>55,5</b>	<b>1,08</b>
<b>Pastagem (100anos) seg. 4 anos cultura anual</b>	<b>47,5</b>	<b>7,8</b>	<b>55,3</b>	<b>1,09</b>

A condutividade hidráulica saturada de um solo ao fim de 14 anos em AC foi de 189mm/h, enquanto no mesmo solo em mobilização convencional foi de 28mm/h. A distribuição das classes de agregados é muito mais constante em AC. Na mobilização convencional 70% dos agregados são inferiores a 0,5mm enquanto no solo em AC somente 25% são inferiores (So et al, 2009).

## **2.4. Conservação da Água**

A disponibilidade de água no nosso clima é um bem escasso em metade do ano e em excesso na outra metade. Importa ter sistemas de exploração do solo que contribuam para aumentar a sua disponibilidade às plantas nas épocas de carência e simultaneamente evitar, nas épocas de excesso, o transporte de sedimentos com partículas de solo, resíduos de pesticidas e fertilizantes e também reduzir os períodos de saturação do solo em que os sistemas radiculares das plantas se encontram em asfixia. A agro-pecuária é reconhecida como sendo uma das actividades que mais contribui para a poluição da água e como potenciadora de catástrofes ambientais, como as cheias, por via do assoreamento de cursos de água e lagos. Importa assim ter um sistema de agricultura que seja eficiente, que aumente o período em que disponibiliza água às plantas e simultaneamente evite a erosão. O sistema de agricultura deverá focar-se na redução do escoamento, na redução da evaporação e na melhoria da drenagem. Só a partir desta interacção conseguiremos atingir o objectivo de conservação da água.

### **2.4.1. Escoamento**

O escoamento de água no solo é condicionado no nosso clima pelas elevadas precipitações instantâneas maioritariamente nos meses com temperatura mais baixa e pelo tipo de solos com baixas condutividades hidráulicas saturadas. Em solo mobilizado ao destruímos os agregados de média e grande dimensão interrompemos a condutividade da água às camadas mais profundas do solo. Ao acumularmos a água na camada mobilizada a saturação do solo atinge-se mais rapidamente contribuindo para o aumento do escoamento provocando a erosão do solo.

Num ensaio efectuado ao longo de 150 dias observou-se escorrimentos superficiais 4 vezes superiores no tratamento com lavoura face ao tratamento em sementeira directa. A condutividade hidráulica saturada num vertisol com 6 anos de ensaios comparativos de sementeira directa e lavoura é duas vezes superior na sementeira directa na camada de solo até aos 25cm e três vezes superior até aos 50cm de profundidade do solo (Carvalho, 2010a).

A capacidade de campo, o coeficiente de emurchecimento e a saturação num solo argilo-limoso é superior em sementeira directa. A água disponível para as plantas é superior face a um solo em mobilização convencional em cerca de 20% (So et al, 2009).

A experiência e as evidências já demonstradas neste documento mostram-nos que um solo para-hidromórfico em agricultura de conservação há 8 anos tem canais e fendas de dimensão considerável que escoam enormes quantidades de água. Este solo permitiu que após intensas precipitações como as que ocorreram no Outono de 2010 e em todo o Inverno e Primavera de 2011, o plano de produção da empresa não tenha sido afectado. As colheitas ocorreram no período programado, as sementeiras ocorreram no período programado, o pastoreio ocorreu com limitações para evitar a compactação, mas ocorreu, e isso faz toda a diferença. Num sistema convencional o ano agrícola tinha sido impossível e caso o solo estivesse mobilizado uma catástrofe em termos de erosão.

Uma boa estrutura do solo constitui-se como um dos factores de maior relevância para a redução do escorrimento, em conjunto com os outros princípios que interagem todos entre si na agricultura de conservação como a cobertura do solo com vegetação e resíduos.

A mobilização do solo não é benéfica para a qualidade do solo e gestão sustentável dos seus recursos. O escorrimento superficial em solos mobilizados é maior do que em solos em SD. Os agregados do solo com mobilização convencional perdem maior quantidade de sedimentos ricos em carbono, contribuindo para a redução do teor de matéria orgânica do solo (Rimal et al., 2009).

#### **2.4.2. Evaporação**

Analisando novamente as condicionantes do nosso clima em que o período com carência de precipitação coincide com o período de elevadas temperaturas conferindo desta forma mais uma limitação ao desenvolvimento das culturas, por termos elevadas taxas de evaporação sem reposição pela precipitação. Também aqui se tivermos o solo mobilizado aumentamos a taxa de evaporação tendo em conta que ao enterrarmos os resíduos, a camada superficial mobilizada fica exposta á radiação solar registando-se um aumento da evaporação.

A agricultura de conservação tem vários efeitos sobre a evaporação de água do solo, a melhoria da sua estrutura diminui a evaporação por termos um maior equilíbrio na

dimensão dos agregados do solo, o aumento do teor de matéria orgânica também confere um aumento da água armazenada no solo, a manutenção de resíduos tem também um efeito importante na redução da evaporação por diminuir a incidência directa da radiação solar na superfície do solo originando que o solo não atinja temperaturas tão elevadas como num solo mobilizado.

### **2.4.3. Drenagem**

Para reduzirmos os riscos que afectam directamente a conservação da água no solo e simultaneamente evitar contaminações ambientais da água através do escoamento, e períodos de asfixia radicular para as plantas temos de ter um bom sistema de drenagem do solo.

A drenagem de solos constitui um investimento muito grande que é completamente inviável para a dimensão da empresa agrícola que temos e para o tipo de culturas e actividades que estamos a tratar. Para além disso a instalação de um sistema de drenagem num solo para-hidromórfico é um sistema com resultados duvidosos em função da textura e estrutura que estes solos apresentam. Como sabemos o principal problema de drenagem natural destes solos tem que ver com o facto de apresentarem um horizonte B impermeável mal estruturado, plástico.

Desta forma a forma mais económica de melhorarmos a drenagem deste tipo de solos é entender os seus mecanismos naturais de funcionamento, adaptar um sistema de exploração do solo que utilize estes mecanismos de forma a reduzir estas limitações.

Os 8 anos de agricultura de conservação da exploração que administro evidenciam uma melhoria espectacular da drenagem dos solos para-hidromórficos, como se pode ver pelas enormes fendas que atravessam o horizonte B constituindo drenos naturais provenientes da gestão do solo em agricultura de conservação (Fotografia 2).

Num ensaio em que se testaram os efeitos de dois sistemas de mobilização, lavoura e SD num solo com drenagem e num solo sem drenagem, na resistência à ruptura dos agregados, disponibilidade de água para as plantas e taxa de infiltração da água. Observou-se que a resistência à ruptura dos agregados do solo foi mais baixa em SD e solo sem drenagem. A retenção de água no solo e água disponível para as plantas também foi maior em SD em solo sem drenagem. As propriedades da estrutura do solo e retenção de água estão fortemente relacionadas com o teor de matéria orgânica, que também foi maior em SD e solo sem drenagem. De acordo com os parâmetros estruturais do solo e o teor de matéria orgânica, a capacidade de absorção de água pelo solo e o equilíbrio da taxa de infiltração também foi maior em SD do que em lavoura. Existe uma forte relação entre o teor de matéria orgânica por um lado, e a resistência à ruptura dos agregados do solo, a retenção de água no solo, a disponibilidade de água para as plantas, a taxa de infiltração e absorção de água no solo por outro lado. Concluiu-se que a conversão de lavoura em SD reduz o risco de escoamento superficial e erosão

do solo enquanto melhora a agregação do solo e as propriedades hidráulicas através do aumento do teor de matéria orgânica na camada superficial, sendo estas as condições para que o solo tenha uma boa drenagem (Abid et al., 2009).



**Fotografia 2:** Pormenor de uma fenda natural que atravessa os horizontes A, B e C do solo. Herdade da Parreira Novembro 2010.

Carvalho (2010a), refere que para melhorarmos a drenagem de um solo para-hidromórfico há que aproveitar o potencial dos minerais de argila expansível presente neste solo, a montmorilonite, promovendo ao longo do ano através da cobertura vegetal do solo movimentos de contracção e expansão, através da dessecação do solo pelas plantas e da precipitação, de forma a promover um maior fendilhamento do perfil do solo.

## 2.5. A Agricultura de Conservação e a redução de custos

A agro-pecuária é uma actividade económica, um negócio com o objectivo de maximizar o lucro. Para se maximizar o lucro podemos e devemos incidir em simultâneo na redução de custos e na maximização das receitas. A agricultura de conservação incide precisamente sobre estes princípios em simultâneo. Outros sistemas de agricultura incidem sobre a intensificação do uso de factores, aumentando os custos para aumentar as receitas, outros como a agricultura biológica obrigam-se também a intensificar o consumo de factores de produção para se tornarem possíveis e ainda contam com a apetência de consumidores dispostos a pagar mais por este tipo de produtos para que o sistema se torne viável. Ao contrário a agricultura de conservação é um sistema virado para a competitividade, para a produção de *commodities* a serem transaccionadas no mercado mundial, o seu maior grau de adopção está precisamente nos principais *players* à escala global. Por outro lado é um sistema que não visa somente os lucros financeiros, os seus princípios contribuem com reduções importantes dos custos ambientais, seja pela redução de emissões de CO<sub>2</sub>, conseguida pelo sequestro de carbono através do aumento do teor de matéria orgânica do solo e da

redução de consumo de combustíveis fósseis, seja pela redução da erosão que provoca assoreamentos de cursos de água e lagos, e contaminação das águas.

O facto da agricultura de conservação estar assente na sementeira directa, na rotação de culturas e na manutenção de resíduos, origina obrigatoriamente redução de custos de tracção, de fertilização e de rega.

Freixial et al. (2010), compara os custos de investimentos em máquinas e equipamentos e os encargos anuais em sistema convencional e AC numa exploração do sul de Portugal. Ao nível dos custos de investimento a AC requer um investimento que representa 35% do valor necessário para um sistema convencional. Ao nível dos encargos anuais encontra economias para o sistema de AC, de 85% em reparação e manutenção de tractores, 77,5% em reparação e manutenção de equipamentos, 60% de combustível, 40% de mão-de-obra, representando no final uma economia de 70%, no que diz respeito a máquinas e tracção para a instalação de culturas de cereais.

### **2.5.1. Tracção**

A agricultura de conservação assenta no princípio de não alterar a estrutura do solo para instalar a cultura. A sementeira directa é a única forma de instalar a cultura respeitando esse princípio. A instalação das culturas em agricultura de conservação passa por eliminar as infestantes com a aplicação de herbicidas em pré-sementeira em alternativa à mobilização do solo. Após a eliminação das infestantes instala-se a cultura com um semeador de sementeira directa. Depois da instalação da cultura todas as operações necessárias são as mesmas que para qualquer outro sistema de exploração do solo, aplicação de fertilizantes, de protecção da cultura, colheita.

A grande diferença na economia de custos da exploração provém da menor potência dos tractores, da eliminação da passagem primária do solo com charrua ou chisel, da eliminação das passagens secundárias com grade de discos, da eliminação das passagens terciárias com vibrocultores e fresas para preparar a cama para a sementeira. Aqui obtemos redução de custos directa em consumo de gasóleo, mão-de-obra, amortização de equipamento e de conservação e manutenção de equipamento.

Indirectamente pela adopção de um sistema de agricultura de conservação aumentamos o número de dias em que o solo oferece trânsito em condições adequadas, sem riscos de compactação e necessidade de recorrer a equipamentos mais dispendiosos, para intervenções de protecção de culturas, fertilização, colheita, permitindo desta forma intervenções atempadas cumprindo a calendarização do plano de exploração.

### 2.5.2. Fertilização

A fertilização constitui cerca de 21% dos custos da cultura de milho (Portalimpex, 2011), constituindo-se individualmente como um dos maiores custos da cultura, importa assim ter especial atenção á sua gestão.

A AC pode afectar a concentração de azoto (N) na solução do solo por afectar o teor de N orgânico no solo e a respectiva taxa de mineralização, bem como influenciar as perdas de nitratos (NO<sub>3</sub>) por lixiviação e nitritos (NO<sub>2</sub>) por desnitrificação. O efeito no curto prazo da AC na extracção de N parece ser negativo, principalmente devido à redução da mineralização da matéria orgânica, e à redução do teor de oxigénio na camada superficial do solo. O efeito a longo prazo depende da evolução do teor de matéria orgânica no solo e da melhoria da condutividade hidráulica saturada em solos mal drenados. No longo prazo se a AC promover o aumento da matéria orgânica do solo, a eficiência do uso do N pode aumentar significativamente, tendo-se obtido resultados com um aumento de eficiência de 19,1Kg para 36Kg de trigo por Kg de azoto aplicado, por via do aumento da matéria orgânica de 1% para 2% em solos debaixo de condições mediterrânicas. Em relação ao comportamento do fósforo (P) e potássio (K), a informação disponível está principalmente relacionada com as técnicas de aplicação e os resultados geralmente indicam que a aplicação superficial de P e K em SD funciona, no mínimo, tão bem como a aplicação localizada. É necessária informação adicional para saber se a eficiência do uso de P e K, é afectada na perspectiva do curto ou do longo prazo em AC. Pode-se no entanto esperar consideráveis aumentos na eficiência dos nutrientes, especialmente em regiões onde o teor de carbono orgânico do solo em sistemas convencionais é muito baixo (Carvalho, 2010b).

A agricultura de conservação pode ter um papel fundamental na redução de custos com fertilização. A rotação de culturas utilizando espécies que fixam azoto e a manutenção de resíduos que contribuem para o aumento do teor de matéria orgânica têm importante papel nesta redução de custos. A melhoria da estrutura do solo e aumento do teor de matéria orgânica vão ter uma função importante no desenvolvimento radicular das plantas e no aumento da capacidade de troca catiónica aumentando a disponibilidade de nutrientes para as plantas. Pode-se assim conseguir uma maior eficiência da fertilização, ou seja, aumentar a razão da quantidade de produção obtida por unidade de fertilizante aplicado, podendo-se num sistema de agricultura de conservação equacionar a redução das quantidades de fertilizantes aplicados a médio e longo prazo.

Carvalho (2010a), observa que para um teor de matéria orgânica de 3% a produtividade do trigo não apresenta resposta significativa à adubação azotada, para um teor de MO de 2% a resposta começa a ser insignificante a partir da aplicação de 90 a 100 Kg/ha de azoto, para teores de 1% de MO a resposta aumenta á medida que aumentamos a adubação azotada até aos 200Kg/ha de azoto.

Quanto mais aprofundamos os temas em agricultura de conservação mais sinergias encontramos entre os seus pilares e os seus princípios havendo uma simbiose enorme entre todos eles que levam à potenciação da produtividade e à redução de custos.

### 2.5.3. Rega

A rega na cultura do milho com *center pivot* representa não só o custo da água em si, mas também o custo da energia para colocar a água sob pressão. Estes dois custos representam no ano 2011 cerca de 21% do custo total da cultura (Portalimpex, 2011). Torna-se assim extremamente importante aumentar a eficiência da utilização da água no solo e consequentemente da água da rega.

A agricultura de conservação é um sistema de exploração do solo capaz de aumentar a eficiência da rega. Por um lado através da melhoria contínua da estrutura do solo e aumento do teor de matéria orgânica a capacidade de retenção de água no solo vai aumentar por redução do escoamento superficial favorecida por uma boa drenagem do solo. Por outro lado a manutenção de resíduos na superfície do solo reduz a evaporação de água.



**Fotografia 3:** Observe-se a imagem de um *center pivot* na Herdade da Parreira em que a camada de resíduos cobre a totalidade da superfície do solo. A camada de resíduos na superfície do solo em conjunto com a estrutura do solo, vão ter um papel fundamental na eficiência da água no solo (Fonte: Portalimpex, 2005).

Outra forma em que a agricultura de conservação contribui para a economia de água tem que ver com o facto de ao usarmos a sementeira directa, o solo não é mobilizado evitando-se assim a perda de água de toda a camada mobilizada que posteriormente temos de humedecer na sua totalidade para fazer emergir a cultura.

Também encontramos economia de água no facto da agricultura de conservação manter por um período mais alargado teores de humidade do solo mais elevados, quer com isto dizer, que o facto de termos menos evaporação e maior capacidade de armazenamento de água no solo diminui as necessidades de rega.

Carvalho (2010a) constata que a percentagem de água utilizável é ligeiramente superior no solo com lavoura nos 10cm superficiais, mas significativamente inferior face à sementeira directa a 20 e 30cm de profundidade.

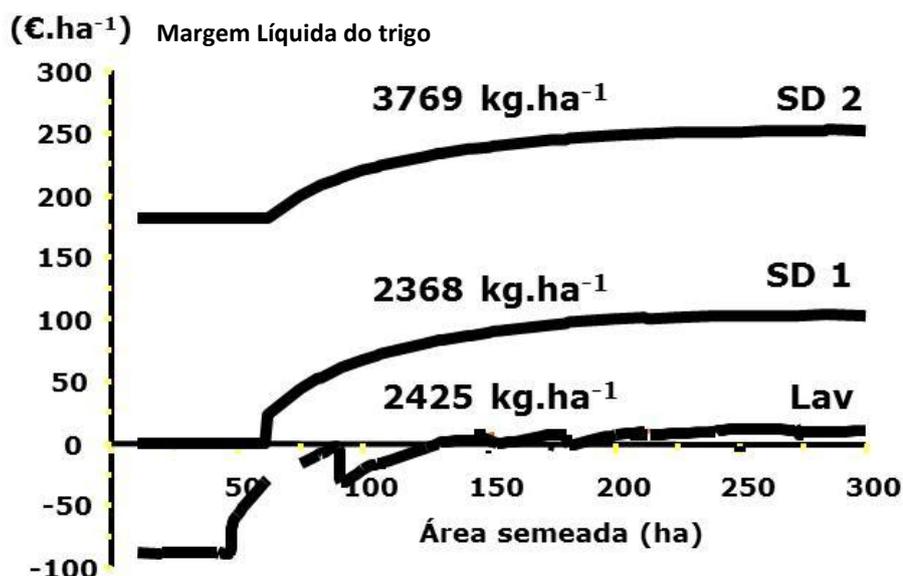
O resultado a longo prazo de um sistema de AC melhora a estabilidade dos agregados e a macroporosidade da superfície do solo conferindo um maior potencial para infiltração e armazenamento de água ao longo do perfil do solo (So et al., 2009).

## **2.6. A Agricultura de Conservação e o rendimento das culturas**

A dificuldade da actividade agrícola em gerar lucros é uma realidade inerente a qualquer actividade económica. A análise no capítulo 1 ilustra bem essa dificuldade. Por outro lado a Europa e como não poderia deixar de ser Portugal tem-se confrontado ao longo das últimas décadas por uma agricultura pouco competitiva, com elevados custos de produção e fortemente intervencionada e subvencionada para fazer face á falta de competitividade de um modelo de agricultura assente numa estrutura fundiária que dificilmente é viável face aos outros grandes produtores mundiais. Por outro lado os grandes produtores mundiais de *commodities* agrícolas têm vindo a assentar o seu desenvolvimento na agricultura de conservação por ser um sistema que visa a redução de custos e o aumento de produtividade. A evolução de um sistema de agricultura de conservação fomenta uma redução de custos e aumento de produtividade ano após ano.

Os primeiros anos após a introdução de um sistema de AC num solo argilo-limoso degradado resultam numa ligeira depressão das produções das culturas, após este período a AC apresenta consistentemente melhores produções que os sistemas com mobilização do solo. A melhoria estrutural do solo a longo prazo conduz a uma melhoria sustentável das produções das culturas (So et al., 2009).

Marques, (2009), analisou o efeito da sementeira directa com e sem manutenção das palhas no terreno assim como da lavoura na margem líquida da cultura de trigo (Figura 22). A sementeira directa sem adição de palhas aumentou a margem líquida por uma redução dos custos com tracção associados à instalação das culturas, enquanto a manutenção das palhas no terreno permitiu aumentar a produção da cultura e, simultaneamente, a redução dos encargos com fertilizantes.



**Figura 22:** Comparação da margem líquida da cultura de trigo em três sistemas, num ensaio de mobilização do solo conduzido na Herdade da Revilheira, num solo Pm. LAV – sistema tradicional com lavoura e gradagens e palha enfardada; SD 1 – sementeira directa com enfardação de palha; SD 2 – Sementeira directa com manutenção da palha na superfície do terreno (Marques, 2009).

Muitas vezes atribui-se à agricultura de conservação quebra na produtividade, reconhecendo-se todavia a redução de custos, importa sempre analisar a actividade pelas margens obtidas. No entanto, a experiência de 8 anos em AC que venho desenvolvendo diz-me que se a técnica e os princípios inerentes à AC forem respeitados e entendidos rigorosamente, tal como em qualquer outro negócio, os resultados são bons. A produtividade média de milho obtida em 2009 na minha exploração foi de 13ton/ha, sendo que numa parcela de 30ha atingiu 12ton/ha e noutra de 20ha quase 15ton/ha, tendo ficado claro para mim que o potencial para a obtenção de elevadas produtividades existe neste sistema de agricultura, depende somente do cumprimento da técnica e dos princípios inerentes a este sistema. Estamos a falar da obtenção de 15ton/ha em solos para-hidromórficos, com relevo e declives acentuados. Permitam-me referir que a evolução do perfil destes solos ao nível da estrutura e conseqüentemente da drenagem, bem como de todos os outros factores como a camada de matéria orgânica superficial encoraja-nos e permite confirmar tudo aquilo que temos vindo a escrever.

Estamos neste momento a chegar a um ponto em que a evolução do nosso sistema parece permitir a redução das quantidades de fertilizante aplicadas. No ano 2011 já reduzimos a quantidade de azoto, fósforo e potássio em 10%, os resultados vão ser conhecidos no final de Setembro de 2011, mas pela observação da cultura esperamos uma produtividade média acima das 12ton/ha, a confirmar.

O nosso trabalho na empresa agrícola só pode interferir nas margens do negócio através da redução de custos e aumento de produtividade, aumento de produtividade que nem sempre está relacionado com aumento de margem pois vai depender do preço de mercado. A nossa capacidade de intervenção sobre o preço de mercado e sobre os custos dos factores de produção é zero. A nossa capacidade sobre a intensidade do uso dos factores de produção, a sua eficiência no sistema na melhoria da produtividade pode ser total e determinante para a viabilidade do nosso negócio.

Acreditamos que a sementeira directa, a rotação de culturas e a manutenção de resíduos, visando a melhoria da estrutura do solo, o aumento do teor de matéria orgânica, são um caminho para a redução de custos, para o aumento da produtividade sem intensificação de uso de factores de produção. Ao nível ambiental é um caminho com menores custos para a conservação do solo e da água, contribui com sequestro de carbono através do aumento do teor de matéria orgânica, e tem menores emissões de CO<sub>2</sub> que qualquer outro sistema de agricultura. O balanço entre energia consumida e obtida é bastante mais favorável na agricultura de conservação do que em qualquer outro sistema de produção.

### 3. Actividade Experimental

#### 3.1. Material e Métodos

O ensaio de sistemas de mobilização do solo realizou-se na Herdade da Parreira, situada na freguesia do Cíborro no concelho de Montemor-o-Novo. O ensaio foi inserido numa parcela de 30ha de milho para silagem, irrigada por um sistema de rega *center pivot*.

O solo da referida parcela está cartografado como Pdg – solos mediterrânicos pardos para-hidromórficos de *arkoses* ou depósitos afins (Cardoso, 1965). A profundidade dos horizontes A+B variou entre os 70 e os 120cm dentro dos talhões de ensaio.

##### 3.1.1. Tratamentos e delineamento experimental

Os tratamentos de mobilização do solo em estudo foram quatro, representando cada um deles diferentes intensidades de mobilização do solo e tempos de trabalho, consequentemente diferentes consumos de combustível e mão-de-obra.

Tradicional – sistema de mobilização utilizado na exploração, composto por uma lavoura com charrua com 2 ferros de 16'' realizada na Primavera, seguida de duas passagens com grade de discos e uma fresa de eixos verticais.

Alternativa 1 – consistiu na substituição da lavoura por chisel, na mesma época, mantendo-se todas as restantes operações secundárias (C + G + F).

Alternativa 2 – manteve-se a passagem de chisel na mesma época, não se tendo realizado as operações secundárias de mobilização do solo. O controlo de infestantes foi efectuado pela aplicação de glifosato a baixo volume (360g glifosato/ha num volume de aplicação de 100l/ha), seguindo-se a sementeira do milho utilizando para o efeito um semeador de sementeira directa. O semeador utilizado foi o Gaspardo No-Till, que dispunha de fresas na zona da linha mobilizando uma linha de sementeira com 5cm de largura e um sistema pneumático de distribuição de semente. O mesmo semeador foi utilizado na sementeira dos restantes tratamentos (C + SD)

Alternativa 3 – sementeira directa da cultura do milho sem prévia mobilização do solo. O controlo das infestantes foi efectuado pelo mesmo método expressado na Alternativa 2 (SD).

O delineamento do ensaio foi em blocos casualizados com quatro repetições. Em virtude da intensidade de aplicação da água aumentar à medida que se caminha para a periferia do *pivot*, as repetições foram dispostas no terreno de forma a que as repetições I e III fossem regadas pela penúltima torre, e as repetições II e IV pela ultima torre. Na área disponível para o ensaio isto implicou que as repetições tivessem de ser colocadas sensivelmente segundo a linha de maior declive, havendo assim diferença de cota entre

os talhões da mesma repetição. As repetições I e III ficaram colocadas numa posição mais elevada.

A dimensão dos talhões foi de 180m<sup>2</sup> (6x30m), tendo sido a área útil efectivamente colhida de 135m<sup>2</sup> (4,5x30m).

A análise de variância foi realizada de acordo com o delineamento apresentado. Para os parâmetros em que a profundidade foi incluída na análise, esta foi considerada como factor secundário, ou seja, a análise foi conduzida como um ensaio factorial com talhões subdivididos, ocupando a mobilização do solo os talhões principais e a profundidade os secundários. Sempre que a análise de variância indicou diferenças significativas as médias foram separadas utilizando o teste LSD.

### **3.1.2. Parâmetros medidos**

As determinações realizadas foram:

- Produção total de matéria seca (MS)
- Produção de grão
- Perfis de humidade do solo
- Densidade aparente dos horizontes A e B

A produção de grão foi medida pela colheita de 6 linhas centrais de cada talhão. A produção total de MS foi determinada pela soma da produção de palha e grão. A produção de palha foi determinada pela pesagem da palha correspondente às 6 linhas centrais.

Para a determinação dos perfis de humidade do solo utilizou-se um medidor neutrónico de humidade I.H.II. Foi instalado um tubo de acesso por cada talhão que permitiu fazer determinações de humidade até 50cm de profundidade. As determinações foram realizadas antes da rega, imediatamente após esta, e antes da rega do ciclo seguinte. A variação do armazenamento de água foi calculada para cada tubo de acesso do medidor neutrónico e a cada profundidade pela diferença dos teores de humidade correspondentes. Assim sendo, a média da variação do armazenamento não pode ser lida directamente dos teores médios apresentados nos quadros 4 e 5.

A densidade aparente do solo mediu-se recorrendo a sondas que permitem colher as amostras do solo sem alteração significativa da estrutura, tendo sido determinada dividindo o peso do solo seco a 105°C pelo peso do volume da amostra.

### **3.1.3. Técnica cultural**

A cultura foi semeada na campanha agrícola de 1988/89 a 10 de Junho, tendo sido utilizada a variedade LG66 (FAO 600). A densidade de sementeira foi de 85.000 grãos/ha, com uma entrelinha de 75cm e uma distância entre grãos na linha de 16,1cm.

A adubação de fundo praticada foi de 700Kg/ha de NPK 10.20.20; a adubação de cobertura foi de 500Kg/ha de Solução 32N, aplicado em fertirrigação, seja, 160Kg/ha de azoto (N) aplicado do seguinte modo:

- 20Kg N/ha às 3-4 folhas
- 50Kg N/ha às 6-8 folhas
- 60Kg N/ha às 10-12 folhas
- 50Kg N/ha antes da floração (aparecimento da bandeira)
- 20Kg N/ha ao escurecimento das barbas

Neste ensaio não houve aplicação de herbicida por ter sido o 2º ano de regadio desta folha, não existindo riscos de infestação de plantas com ciclo de Primavera - Verão, deste modo unicamente se aplicou herbicida (glifosato) nos talhões de sementeira directa, com a finalidade de eliminar as infestantes que vegetavam.

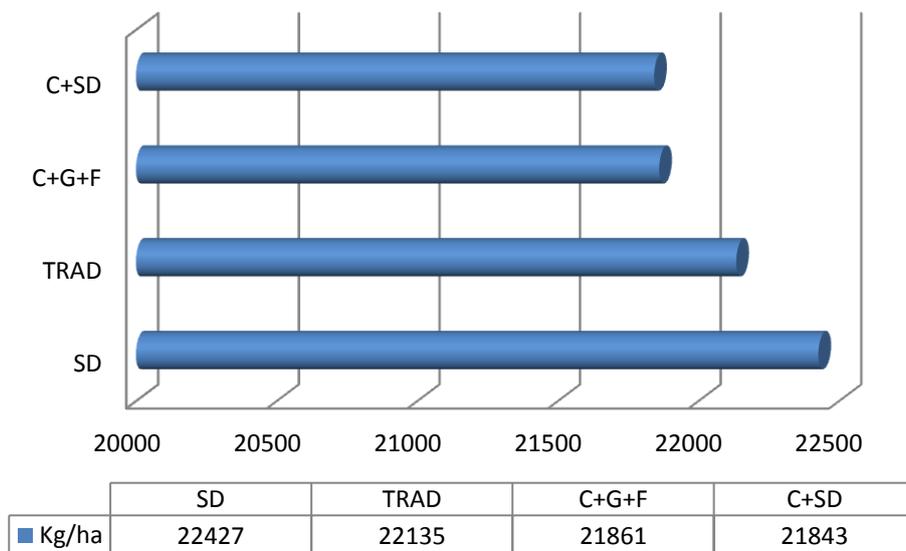
Efectuou-se uma aplicação de insecticida no momento da sementeira, localizado na linha de sementeira, na dose de 9Kg/ha de produto comercial clorpirifos 5%.

O espaçamento previsto entre regas era de 2 dias, com dotações iniciais de 8mm, aumentando a dotação até 16mm/rega na floração do milho.

## **3.2. Apresentação e discussão dos resultados**

### **3.2.1. Produção da cultura**

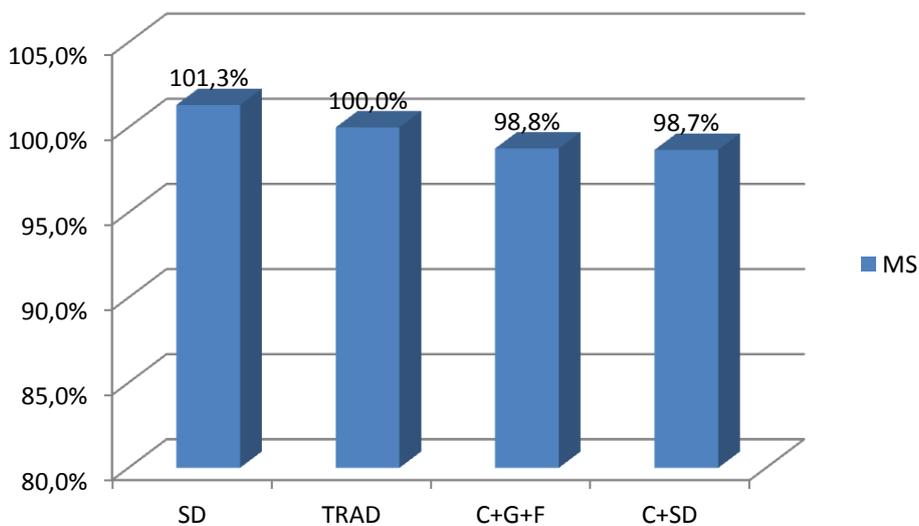
A produção da cultura, quer em produção total de matéria seca, quer em termos de produção de grão, não foi afectada, de forma significativa, pelo sistema de mobilização do solo. A posição dos talhões no terreno não afectou as produções de forma visível, podendo-se considerar os coeficientes de variação muito bons para ensaios de campo, 7,196% para a produção total de matéria seca e 8,247% para a produção de grão.



$F_{[3,9]}=0.12$  (n.s.) c.v.=7.2%

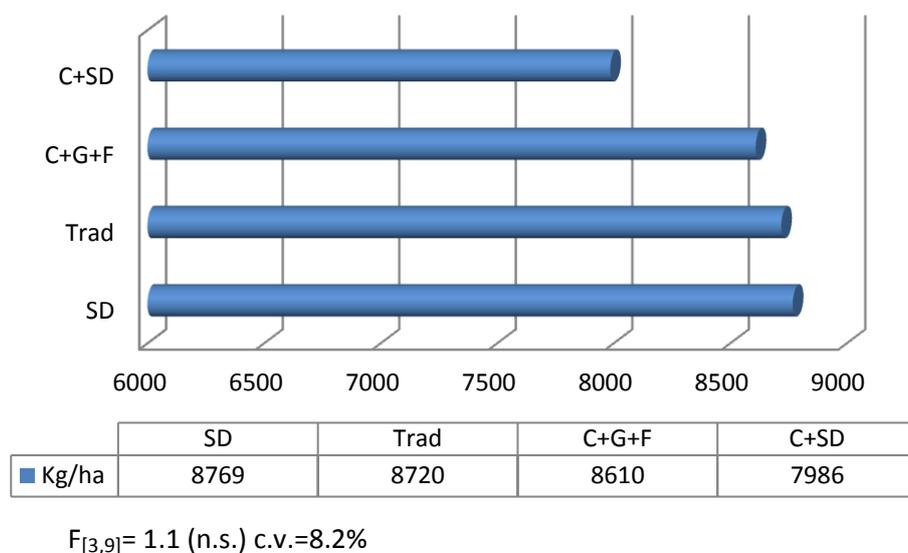
**Figura 23:** Produção total de matéria seca nos ensaios (Kg/ha)

A produção total de matéria seca nos talhões de sementeira directa foi 1,3% superior face ao sistema tradicional.

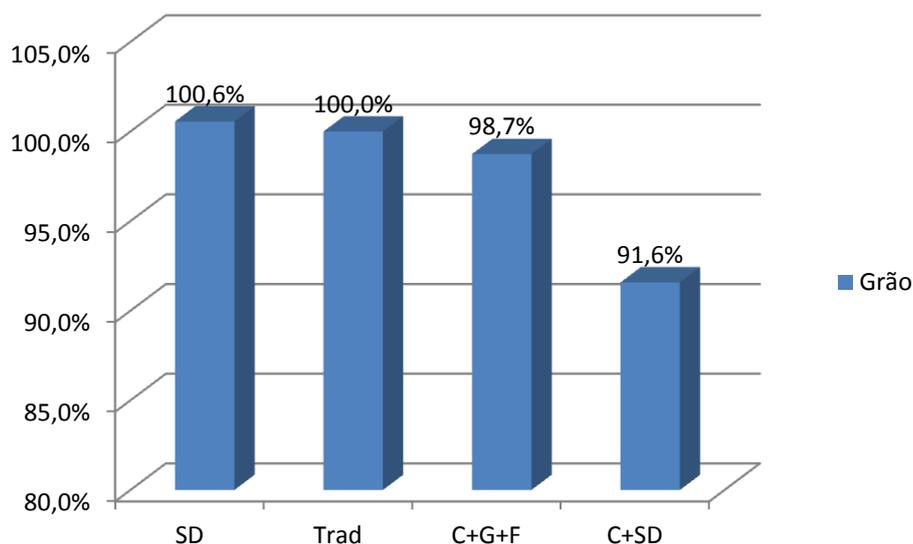


**Figura 24:** Comparativo da produção total de MS face ao sistema tradicional (%)

A produção de grão na sementeira directa foi igual face ao sistema tradicional.



**Figura 25:** Produção de grão nos ensaios (14% humidade)



**Figura 26:** Comparativo da produção de grão face ao sistema tradicional

O melhor crescimento das plantas nos talhões de sementeira directa cedo se começou a revelar no ciclo da cultura através de uma emergência mais precoce e uniforme face aos outros tratamentos. Em 16/06/1989 os talhões de sementeira directa apresentavam uma percentagem de plantas superior aos restantes tratamentos. Ao fim de 4 semanas era bem visível a diferença de alturas entre as plantas do tratamento de sementeira directa e os restantes.

Estes resultados contrariam a ideia frequente de que a sementeira directa deprime a produção nos anos iniciais, particularmente em solos mal estruturados (So et al., 2009), como é o caso do solo da área experimental. Haverá certamente muitos casos em que a redução de produção verificada no início da sementeira directa se deve a falta de

experiência de quem conduz o ensaio, ou seja, a erros humanos e não de tecnologia em si.

### 3.2.2. Perfis de humidade do solo

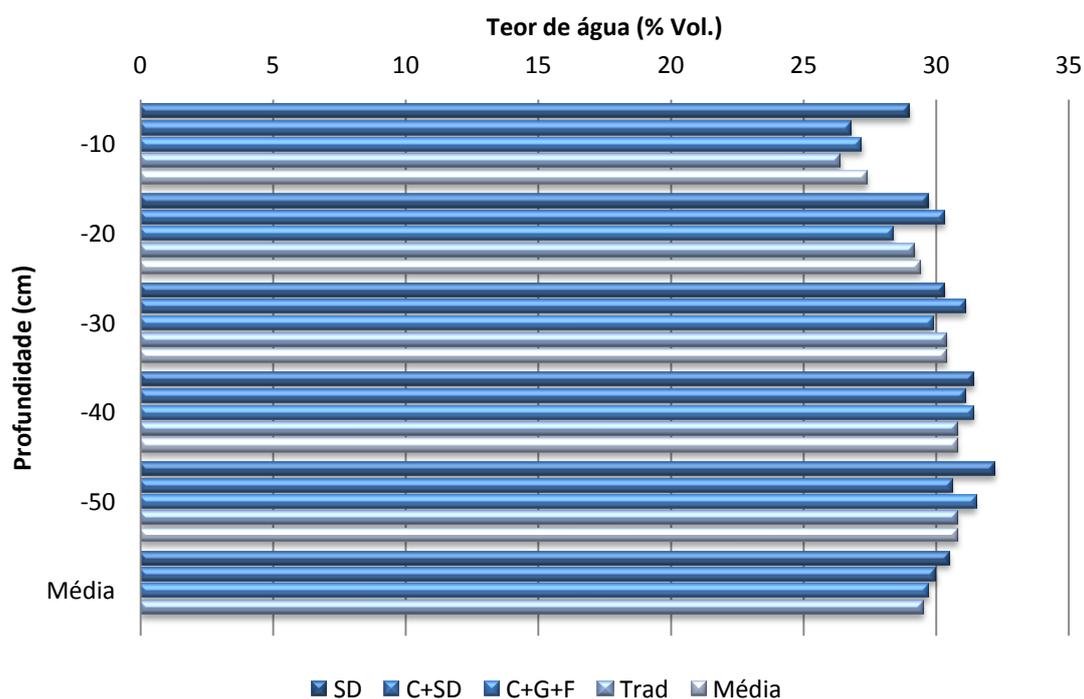
**Quadro 4:** Teor de humidade do solo (% Volume) do solo 12h antes da rega em sementeira directa (SD), chisel + sementeira directa (C+SD), chisel + grade + fresa (C+G+F), lavoura + grade + fresa (Trad). As letras separam médias para  $p=0,05$ .

Tratamento	10cm	20cm	30cm	40cm	50cm	Média
SD	29,0 IJ	29,7 GJ	30,3 EI	31,4 AF	32,2 A	30,5 A
C+SD	26,8 LM	30,3 DI	31,1 AG	31,1 AG	30,6 BH	30,0 ABC
C+G+F	27,2 KM	28,4 JK	29,9 FJ	31,4 AJ	31,5 AE	29,7 BC
Trad	26,4 M	29,2 HJ	30,4 CI	30,8 AG	30,8 AG	29,5 C
Média	27,4	29,4	30,4	31,2	31,3	

Mob  $F_{[3,57]} = 3.23$  ( $p \leq 0.05$ )

Prof.  $F_{[4,57]} = 37.87$  ( $p \leq 0.01$ )

Int.  $F_{[123,57]} = 1.66$  ( $p \leq 0.10$ )



**Figura 27:** Teor de humidade (% Volume) do solo 12 horas antes da rega

Verifica-se que na tarde anterior à rega, seja, no final do período de dissecação do solo, quanto mais intenso foi o sistema de mobilização, menor foi o armazenamento de água no solo. O armazenamento aumentou com a profundidade como seria de esperar, havendo uma interacção entre a profundidade e o sistema de mobilização do solo. As

diferenças entre os sistemas de mobilização parecem ser mais acentuadas nas camadas superficiais (10cm) e mais profundas (50cm). Para a camada mais superficial, a diferença entre a sementeira directa e o sistema tradicional foi significativa, o mesmo se tendo verificado para o teor médio no perfil.

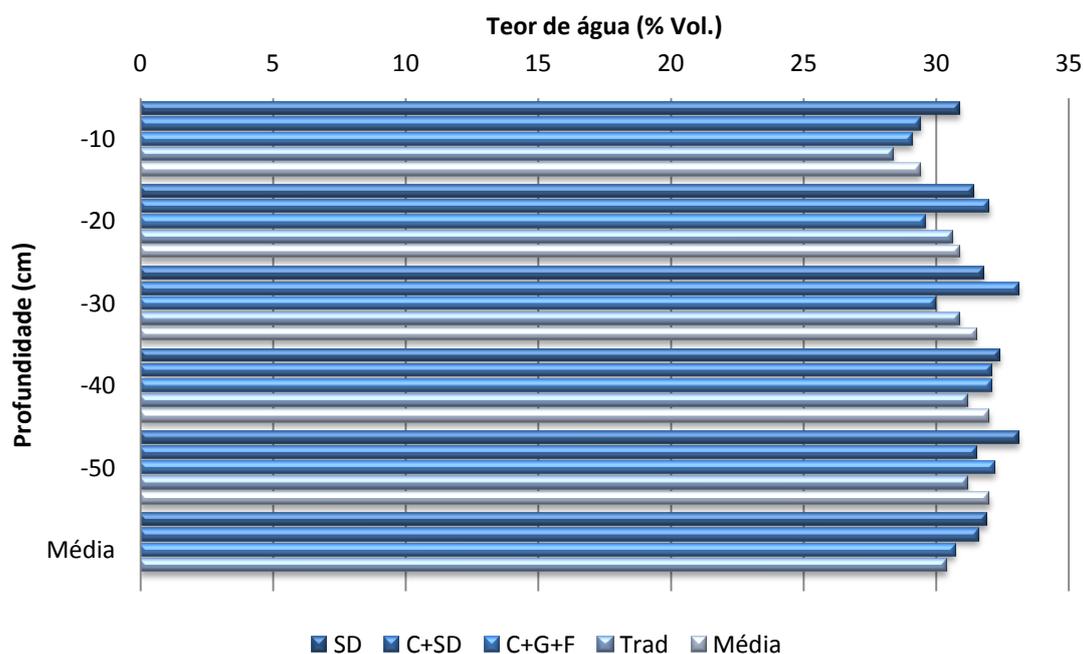
**Quadro 5:** Teor de humidade do solo (% Volume) do solo 3h após a rega em sementeira directa (SD), chisel + sementeira directa (C+SD), chisel + grade + fresa (C+G+F), lavoura + grade + fresa (Trad). As letras separam médias para  $p=0,05$ .

Tratamento	10cm	20cm	30cm	40cm	50cm	Média
<b>SD</b>	30,9 FJ	31,4 CI	31,8 AH	32,4 AE	33,1 A	31,9 A
<b>C+SD</b>	29,4 KM	32,0 AH	33,1 A	32,1 AG	31,5 BI	31,6 A
<b>C+G+F</b>	29,1 LM	29,6 JM	30,0 IL	32,1 AG	32,2 BC	30,7 BC
<b>Trad</b>	28,4 M	30,6 HK	30,9 GJ	31,2 DI	31,2 EI	30,4 C
<b>Média</b>	29,4	30,9	31,5	32,0	32,0	

Mob  $F_{[3,57]} = 9,6$  ( $p \leq 0,1\%$ )

Prof.  $F_{[4,57]} = 16,1$  ( $p \leq 0,1\%$ )

Int.  $F_{[12,57]} = 2,0$  ( $p \leq 5\%$ )



**Figura 28:** Teor de humidade (% volume) do solo 3 horas após a rega

No período subsequente à rega, três horas após, verifica-se uma situação idêntica à que antecedeu a rega, seja, o armazenamento de água no solo diminui com o aumento de intensidade do sistema de mobilização, sendo a diferença entre sistemas de mobilização mais acentuada na camada mais superficial (10cm) e mais profunda (50cm). Nessa situação a sementeira directa apresentou aumentos significativos em relação ao sistema

tradicional no teor de água a 10, 20 e 50 cm, assim como para o valor médio do perfil de humidade avaliado.

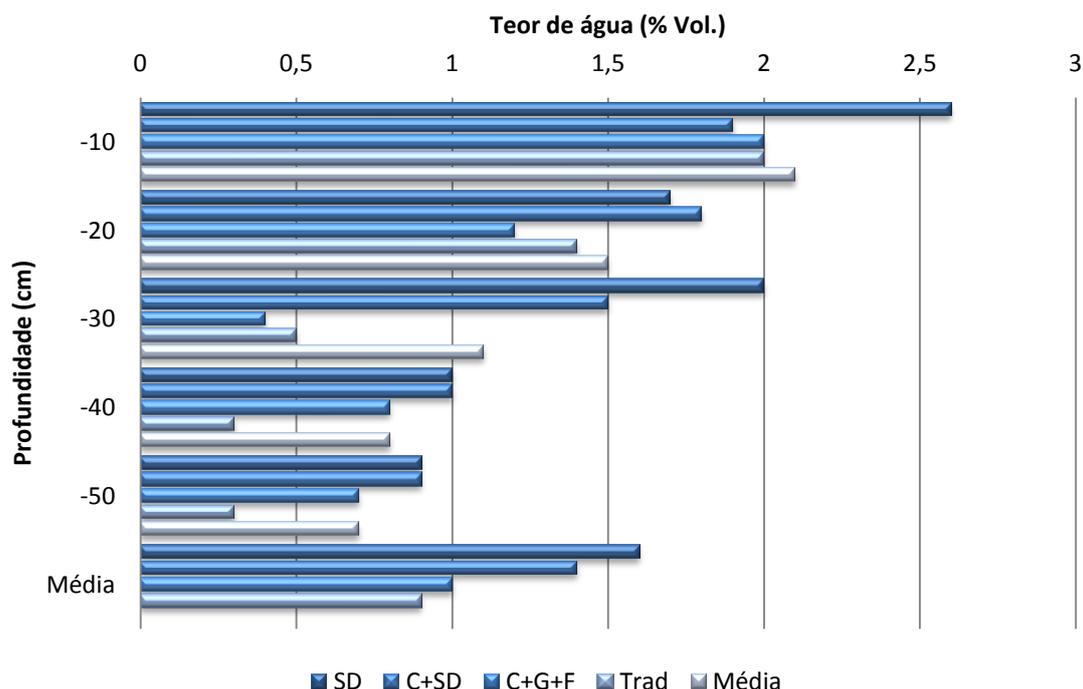
**Quadro 6:** Variação do armazenamento de água no solo (% Vol) com a rega nos diferentes tratamentos. A variação do armazenamento foi calculada pela diferença do teor de humidade no solo logo após a rega (3 horas) e antes da mesma rega (12 horas). Em sementeira directa (SD), chisel + sementeira directa (C+SD), chisel + grade + fresa (C+G+F), lavoura + grade + fresa (Trad). As letras separam médias para  $p=0,05$ .

Tratamento	10cm	20cm	30cm	40cm	50cm	Média
SD	2,6 A	1,7 CI	2,0 AF	1,0 HP	0,9 IP	1,6 A
C+SD	1,9 AF	1,8 BH	1,5 DL	1,0 GP	0,8 JP	1,4 A
C+G+F	2,0 AF	1,2 FN	0,4 NP	0,8 KP	0,7 LP	1,0 BC
Trad	2,0 AF	1,4 EL	0,5 MP	0,3 OP	0,3 P	0,9 C
Média	2,1	1,5	1,1	0,8	0,7	

Mob.  $F_{[3,57]} = 7,0$  ( $p \leq 0,1\%$ )

Prof.  $F_{[4,57]} = 16,1$  ( $p \leq 0,1\%$ )

Int.  $F_{[12,57]} = 1,1$  (n.s.)



**Figura 29:** Variação do armazenamento de água no solo (% Vol) com a rega nos diferentes tratamentos. A variação do armazenamento foi calculada pela diferença do teor de humidade no solo logo após a rega (3 horas) e antes da mesma rega (12 horas).

A variação do armazenamento de água no solo com a rega foi maior nos sistemas de mobilização menos intensos, sendo possível que este facto seja devido a menor

quantidade de água perdida por escoamento superficial. Apesar de as diferenças entre a sementeira directa e o sistema tradicional só terem sido significativas para a camada de 30 cm, por a sementeira directa apresentar valores superiores em cada uma das camadas, o valor médio para todo o perfil foi significativamente superior na sementeira directa. A redução do escoamento em agricultura de conservação é referida por muitos autores (Carvalho, 2010a; So et al., 2009; Rimal, et al., 2009; Abid et al., 2009). No caso presente, sendo o primeiro ano de ensaio, o aumento da infiltração não se poderá atribuir ao aumento do teor do solo em matéria orgânica. A melhoria da estabilidade estrutural que se verifica em sementeira directa (Carvalho, 2010a; So et al., 2009) e a protecção dessa estrutura conferida pela camada de resíduos na superfície do solo (Wuest, 2007; Jordàn et al., 2010) são as explicações mais prováveis.

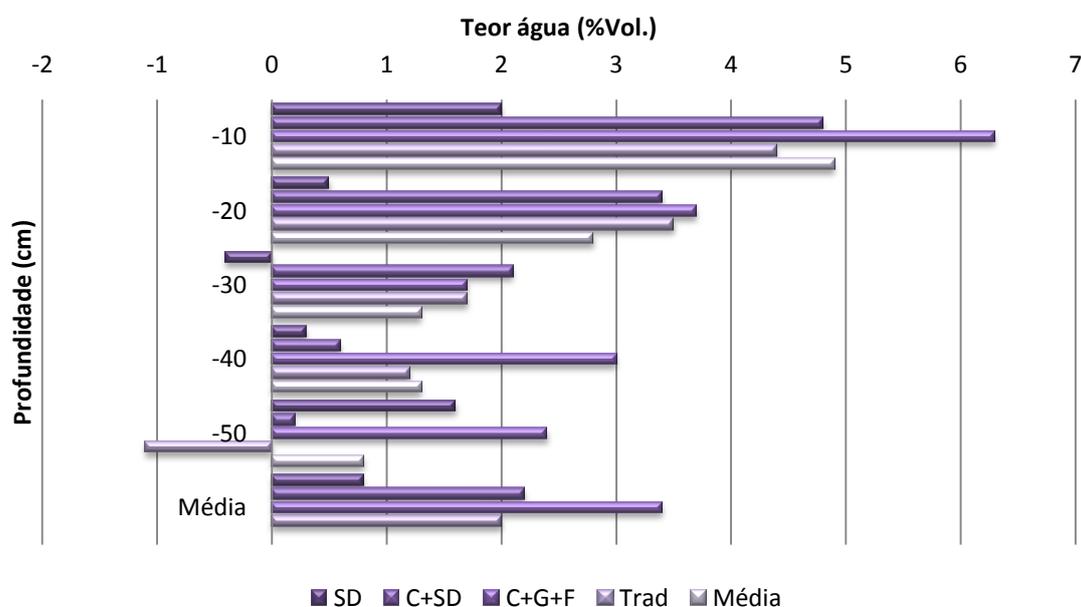
**Quadro 7:** Variação do armazenamento de água no solo após a rega, calculado pela diferença do teor de humidade 3 e 39 horas após a rega. Em sementeira directa (SD), chisel + sementeira directa (C+SD), chisel + grade + fresa (C+G+F), lavoura + grade + fresa (Trad). As letras separam médias para  $p=0,05$ .

Tratamento	10cm	20cm	30cm	40cm	50cm	Média
SD	2,0 FO	0,5 LP	-0,4 P	0,3 MP	1,6 IP	0,8 C
C+SD	4,8 AE	3,4 BK	2,1 EO	0,6 KP	0,2 NP	2,2 AB
C+G+F	6,3 A	3,7 AJ	1,7 HP	3,0 CN	2,4 DN	3,4 A
Trad	4,4 AI	3,5 AJ	1,7 GO	1,2 JP	-1,1 P	2,0 BC
Média	4,9	2,8	1,3	1,3	0,8	

Mob.  $F_{[3,57]} = 5,9$  ( $p \leq 1\%$ )

Prof.  $F_{[4,57]} = 8,9$  ( $p \leq 0,1\%$ )

Int.  $F_{[12,57]} = 1,2$  (n.s.)



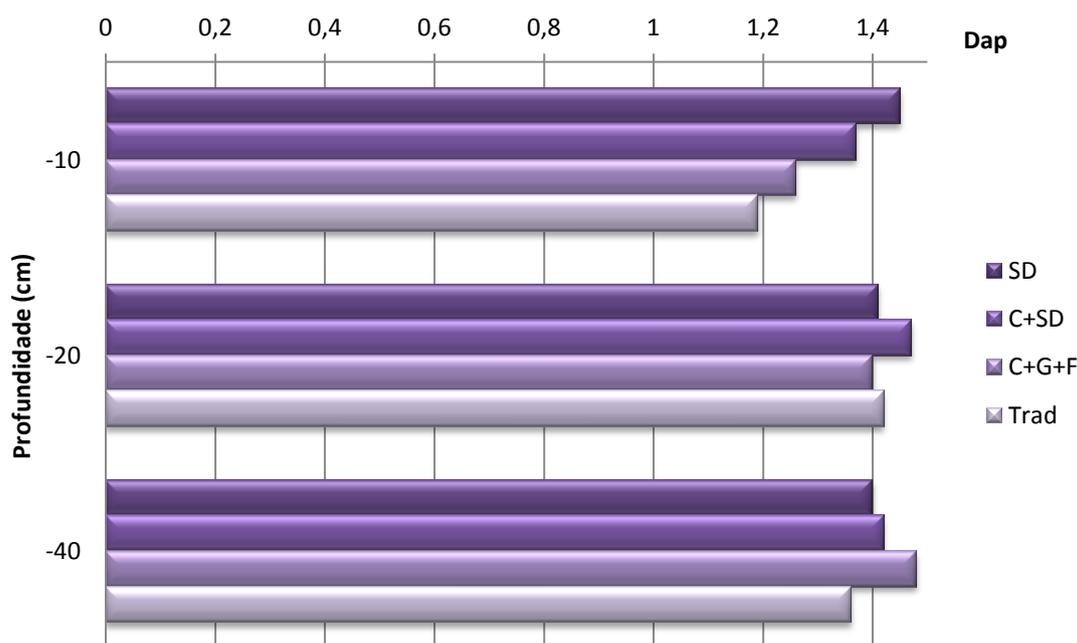
**Figura30:** Variação do armazenamento de água no solo após a rega, calculado pela diferença do teor de humidade 3 e 39 horas após a rega.

A perda de humidade do solo no período de 36 horas após a rega, foi superior nos talhões mobilizados. A sementeira directa apresentou valores significativamente inferiores a todos os outros tratamentos nas camadas de 10 e 20 centímetros. Não tendo a produção total de matéria seca seguido a mesma ordem, podemos admitir que o maior consumo de água verificado nos talhões mobilizados não terá resultado de um maior consumo de água pela cultura, mas sim por maiores perdas de água por evaporação directa.

Num estudo de 4 anos de uma rotação trigo – girassol – leguminosa com lavoura e SD, observou-se que na parcela em SD, a disponibilidade de água para a cultura foi maior por ter ocorrido um maior armazenamento de água, mas também por a ter mantido disponível para a cultura mais tempo. As diferenças entre os tratamentos foram patentes tanto na zona mais superficial, como na zona mais profunda onde puderam observar-se os efeitos de um possível *calo* de lavoura a 50cm de profundidade, demonstrando-se que, em SD a água podia circular mediante movimentos ascendentes com maior facilidade do que no tratamento com lavoura, passando a estar disponível para a cultura (Garcia-Tejero et al., 2010)

Uma das razões para a menor evaporação pode ser a temperatura do solo em sementeira directa em comparação com os solos mobilizados (Godsey et al, 2011). A existência de uma camada de resíduos na superfície do solo em sementeira directa reduz, para além do efeito da temperatura, uma redução da evaporação por diminuir quer a radiação que chega à superfície do solo quer a velocidade do vento na interface solo-atmosfera.

### 3.2.3. Densidade aparente



**Figura 31:** Densidade aparente dos horizontes A (10 e 20cm) e B (40cm)

A densidade aparente foi analisada para um só perfil em cada um dos tratamentos de mobilização do solo, pelo que não se realizou a análise de variância. As diferenças dos valores da densidade aparente (Dap) nos diferentes tratamentos, apenas têm algum significado no horizonte A (10cm), diminuindo com a intensidade do sistema de mobilização. Esta observação está de acordo com o verificado por outros autores (Russel, 1968; So et al., 2009; Carvalho, 2010a), que encontraram igualmente que o efeito da mobilização primária na densidade aparente do solo se perde em profundidade, provavelmente devido à recompactação do solo provocada pelas mobilizações secundárias, necessárias para a preparação da cama da semente.

Apesar da redução da densidade aparente nos tratamentos com mobilização, na primeira camada do solo (figura 31), e disto significar um aumento da porosidade total do solo, isto não se traduziu no aumento do armazenamento de água no solo após a rega (figura 28). Esta aparente contradição tanto pode resultar do maior escoamento que os sistemas com mobilização do solo apresentam, como pode resultar de o aumento de porosidade ter sido gerada por macroporosidade (que não retém água). No entanto, não se tendo verificado maior teor de humidade em camadas mais profundas nos tratamentos com mobilização (figura 27 e 28), a hipótese das maiores perdas por escoamento é a mais provável.

So et al., (2009) constata que no primeiro ano de sementeira directa num solo mal estruturado argilo-limoso a densidade aparente é ligeiramente superior na camada superficial do solo (15cm) face à mobilização convencional. No entanto ao fim de 14 anos sucessivos de sementeira directa a Dap no solo com sementeira directa é de 1,1 a 10cm de profundidade e 1,3 na mobilização convencional, continuando a Dap na sementeira directa a ser sempre inferior ao longo do perfil do solo.

Godsey et al, (2011), refere que solos com mais de três anos em AC têm melhor estrutura e Dap mais baixa que promovem o desenvolvimento radicular.

#### **3.2.4. Perfis de humidade do solo, consumo de água e produção da cultura**

O teor de humidade do solo antes e depois da rega, e a variação do armazenamento de água no solo após a rega, foram significativamente afectados pela mobilização do solo, aumentando os três parâmetros com a diminuição de intensidade do sistema de mobilização do solo praticado, particularmente na camada mais superficial do solo e para a média do perfil. A maior variação do armazenamento de água do solo com a rega nos sistemas de mobilização menos intensos poderá ser consequência de um menor escoamento. Por outro lado, o consumo de água do solo durante um período de dissecação entre duas regas foi maior nos talhões em que a mobilização primária foi o chisel, e menor nos talhões submetidos a sementeira directa. A perda de água do solo não esteve directamente relacionada com a produção (uma vez que a mobilização não

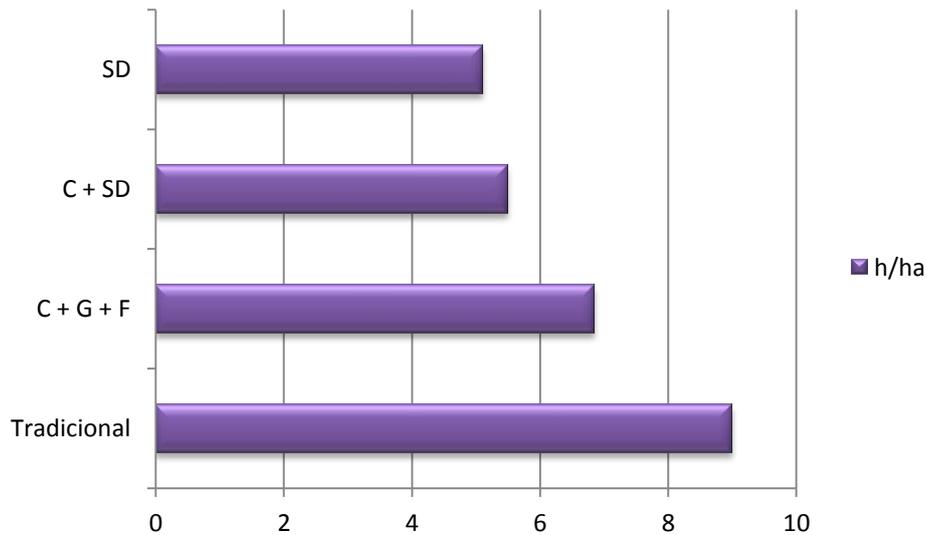
aumentou a produção), pelo que será lícito atribuí-la a maiores perdas por evaporação. Se admitirmos que as perdas de água serão função da quantidade de energia recebida pela superfície do solo e do seu arejamento, podemos explicar as menores perdas nos talhões de sementeira directa, quer pela maior cobertura do solo com resíduos quer pela maior densidade aparente do solo na camada superficial.

Da análise efectuada podemos também equacionar que existe a possibilidade de se poder reduzir a rega na sementeira directa sem afectar a produção tirando partido das menores perdas por evaporação e por escorrimento. A menor evaporação por si só permite admitir essa possibilidade. Mas a maior infiltração na sementeira directa indica a possibilidade de se regar com uma maior dotação por rega (diminuindo o seu número) o que também permite reduzir as perdas por evaporação, pois a água armazenada a maior profundidade é menos sujeita a perdas por evaporação directa. Este maior espaçamento entre regas pode criar o risco da dissecação da camada superficial do solo entre regas, que sendo a camada com maior concentração de nutrientes na sementeira directa (particularmente os menos móveis como o fósforo), pode conduzir a uma diminuição da absorção de nutrientes. No entanto, sendo menor as perdas por evaporação neste sistema, este risco não será o mesmo que na mobilização tradicional. Será certamente uma área de estudo futuro interessante, avaliar a possibilidade de reduzir a água utilizada na rega em sementeira directa, tirando partido da interacção destes dois aspectos: redução da evaporação e do escorrimento superficial. Representando a rega cerca de 21% (12% em 1989) dos custos totais da cultura do milho, qualquer economia na rega poderá ter um efeito muito significativo na conta de cultura.

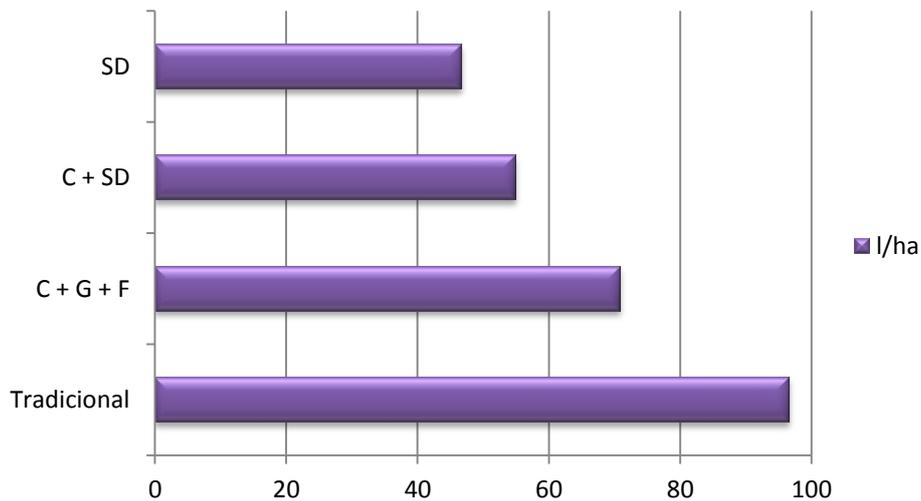
Em ensaios de milho realizados na África do Sul, comparando um sistema de AC e outro de mobilização convencional, constatou-se que a eficiência de uso da água da precipitação (Kg/mm) foi duas vezes superior no sistema de AC, igualmente a produção de grão foi duas vezes superior e o escorrimento superficial em AC foi 40% inferior ao sistema convencional. As produções superiores em AC têm origem na maior quantidade de água disponível para transpiração, maior quantidade de água armazenada, maiores taxas de infiltração e menores Dap (Kosgei et al., 2007).

### **3.3. Análise económica dos sistemas de mobilização em estudo**

Os cálculos efectuados para esta análise foram feitos em função do parque de máquinas existente na empresa. Apenas considerámos os custos variáveis dos diferentes sistemas de mobilização, no entanto os custos fixos provenientes de cada um dos sistemas em estudo serão tanto mais elevados quanto mais intenso for o sistema de mobilização, mais máquinas e equipamentos, seja mais amortizações, mais custos de conservação e reparação, mais custos com capital. Este aspecto é particularmente evidenciado na figura 22 (Marques, 2009).



**Figura 32:** Mão-de-obra necessária para a instalação do milho no ensaio realizado

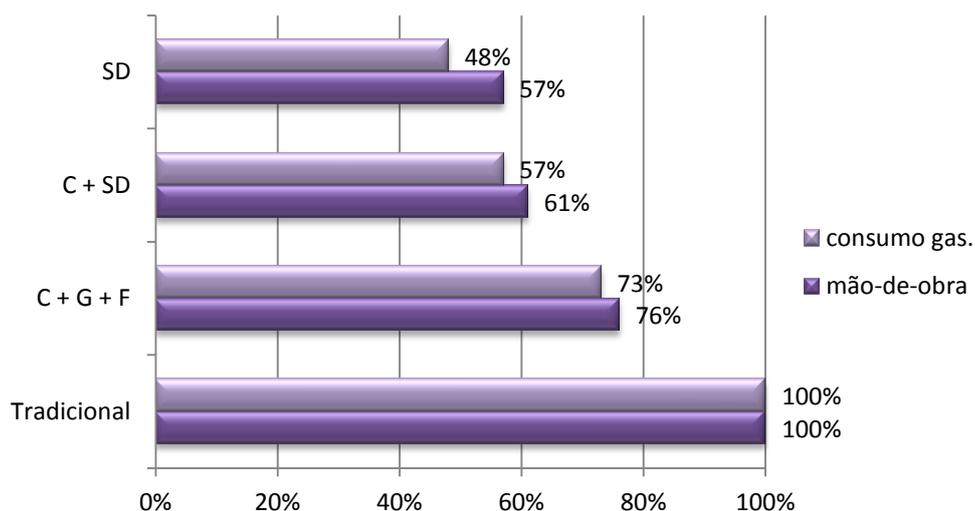


**Figura 33:** Consumo de gásóleo para a instalação do milho no ensaio realizado

A simples substituição da operação primária, da charrua pelo chisel, resulta num decréscimo considerável de mão-de-obra e de combustível.

Este decréscimo de custos aumenta com a diminuição da intensidade da mobilização. No caso da sementeira directa face ao sistema tradicional os custos com consumo de combustível e mão-de-obra representam respectivamente 48% e 57%.

Os sistemas de SD melhoram a eficiência do uso de energia em comparação aos sistemas com lavoura entre 8 a 14%. O consumo de energia em referência contabiliza toda a energia consumida através de combustíveis, fertilizantes, pesticidas, sementes, maquinaria. A produtividade energética do sistema em SD é superior face ao sistema com lavoura entre 8 a 20% num ensaio realizado ao longo de 26 anos, entre 1983 e 2009 (Hernanz et al, 2010).



**Figura 34:** Comparativo dos consumos de mão-de-obra e de gás no ensaio realizado face ao sistema tradicional.

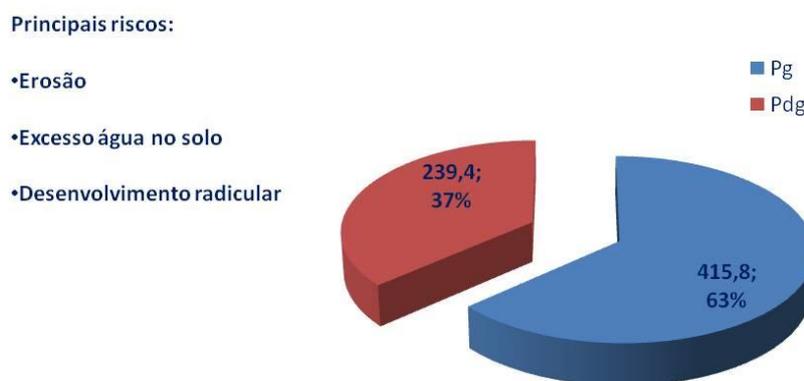
Poderemos extrapolar desta análise outras vantagens económicas, agronómicas e ambientais do sistema com sementeira directa. Em termos económicos o sistema apresenta uma redução nos custos com consumo de combustível e mão-de-obra, simultaneamente requer menos equipamentos logo menores custos com amortizações e conservação e manutenção de equipamentos. Nas vantagens agronómicas elegemos a redução do tempo de instalação de culturas que nos vão permitir operar quando o solo estiver em condições de humidade mais adequadas e desta forma reduzir os riscos de compactação. Em termos ambientais poderemos dizer que o sistema reduz as emissões de dióxido de carbono para a atmosfera. Carvalho (2010a) refere que pela combustão de 100lt de gásóleo libertam-se 303Kg de CO<sub>2</sub> para a atmosfera. Extrapolando os resultados da figura 33 conclui-se que existe uma redução de 151Kg de CO<sub>2</sub> no sistema com SD face ao sistema tradicional.

## 4. Modelo de gestão da exploração

A actividade agro-pecuária da Portalimpex é desenvolvida em duas herdades com um total de 700ha com a seguinte ocupação:

1. 130ha de regadio (170ha a partir do Ano3)
2. 380ha de montado
3. 140ha de sequeiro (100ha a partir do Ano3)
4. 40ha de água (área inundada por barragens)
5. 10ha de área social e caminhos

A exploração encontra-se parqueada num total de 18 parques, tendo em conta as características do solo, a presença de árvores, disponibilidade de água, e, o relevo.



**Figura 35:** Tipos de solo da exploração e principais riscos na sua utilização. 63% da área ocupada com solos litólicos (Pg) e 37% com solos para-hidromórficos (Pdg)

### 4.1. Os últimos 22 anos

O ensaio apresentado marcou o início de uma mudança na gestão da exploração ao longo dos anos. Face aos resultados obtidos nos ensaios, tentámos com o apoio e ligação que mantivemos e mantemos ao Professor Mário de Carvalho iniciar a conversão da exploração para Agricultura de Conservação. Nos anos seguintes realizaram-se mais ensaios na exploração e simultaneamente cultivaram-se áreas de maior dimensão. Os resultados continuaram animadores e o conceito da agricultura de conservação fazia todo o sentido ser desenvolvido na empresa. Infelizmente quando

passámos para as grandes áreas enfrentámos um problema que atrasou a conversão da exploração que foi a falta de fiabilidade dos semeadores existentes. O rápido desgaste dos consumíveis dos semeadores, a dificuldade dos semeadores em trabalhar neste tipo de solo com resíduos à superfície levou na altura a suspender o desenvolvimento da sementeira directa na exploração, mesmo constatando que os resultados de produtividade das áreas cultivadas em extensão eram no mínimo iguais ao sistema até então utilizado.

A exploração sempre teve uma componente pecuária e uma componente agrícola. A produção de forragens e pastagens para o efectivo pecuário sempre foi a principal actividade da exploração complementada pela produção de cereais para grão.

Face aos resultados obtidos, à vocação versus potencialidade da exploração, e, às dificuldades encontradas optámos por seguir um caminho em que reduzimos a intensidade das mobilizações de solo, tendo-se passado para um sistema de dupla passagem com grade de discos no final da Primavera utilizando depois um semeador de linhas no início do Outono nas áreas de sequeiro. Nas áreas de regadio passámos para um sistema chisel, grade, vibrocultor nas áreas de milho e para um sistema de dupla gradagem nas culturas de Outono/Inverno em regadio. Iniciou-se a manutenção na superfície do solo dos restolhos e palhas nas áreas de cereais sendo posteriormente incorporados pelo sistema de mobilização adoptado.

Com esta mudança obtivemos um aforro significativo em consumo de energia, redução do tempo de instalação entre culturas, aumento da produtividade das culturas e aumento do número de dias de pastoreio.

No ano 2000 efectuámos a limpeza de matos de toda a área de montado, instalámos prados de sequeiro, fizemos o estacionamento da área para pastoreio rotativo com bovinos, e, desde esse ano nunca mais mobilizámos essas áreas. A manutenção consiste na fertilização anual e na sementeira directa para introdução de leguminosas ou gramíneas sempre que constatamos que faltam espécies de maior valor nutritivo na composição das pastagens. O encabeçamento dessas áreas tem vindo a aumentar bem como o número de dias de pastoreio, obviamente como consequência do aumento da produtividade das pastagens.

Em 2003, o Professor Mário de Carvalho chama a atenção para o facto de estarem disponíveis no mercado semeadores que seguramente desempenhariam um trabalho adequado na exploração e tipo de solo existente. Assim foi, nesse ano instalámos uma cultura de cevada após uma cultura de milho para grão e consequentemente com uma elevada quantidade de resíduos na superfície do solo obtendo-se produtividades entre as 4ton/ha e as 5,8ton/ha.

O ano de 2003 marcou assim o início da conversão a 100% da exploração para um sistema de agricultura de conservação. Inicialmente instalámos em parte da área uma rotação cevada milho e noutra mantivemos a monocultura de milho. Os resultados na área de monocultura começaram a ser maus, fruto de uma maior pressão das infestantes

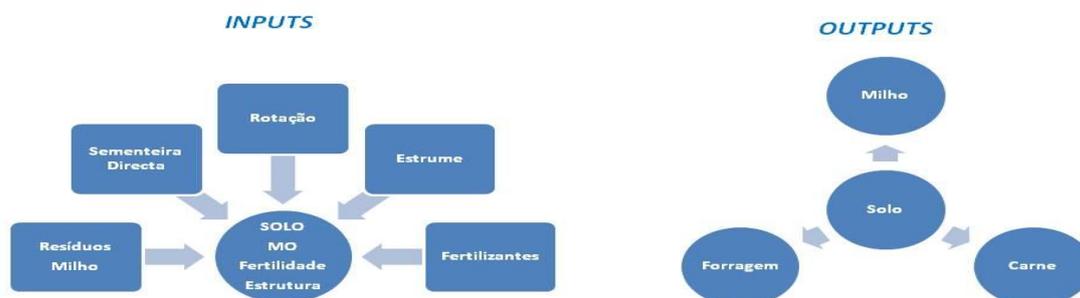
e da dificuldade no controlo das mesmas havendo um ano em que a produtividade do milho nestas áreas desceu às 9ton/ha quando em média se obtinha 11ton/ha. Na área de rotação cevada milho os resultados foram bons com produtividades na cevada de 4 a 5,8ton/ha e no milho numa média de 11ton/ha. Optámos por instalar de 2005 a 2009 uma rotação de cevada milho com a instalação de uma cultura de cobertura de azevém no Outono/Inverno anterior à sementeira do milho em que os resultados foram sendo mais ou menos constantes, todavia em 2009 e 2010 a cultura da cevada foi um desastre tendo em conta as elevadas precipitações imediatamente após a sementeira que provocaram que a emergência da cultura tenha sido reduzida perdendo-se essas sementeiras.

Aqui reside um dos pontos fundamentais da sementeira directa, se a exploração estivesse num sistema convencional de mobilização nunca nos anos 2009 e 2010 se teria conseguido semear uma vez que o solo não permitiria o trânsito das máquinas. Em contrapartida a sementeira directa e com a melhoria da estrutura e consequentemente da drenagem natural do solo, permite muitas vezes que se force as sementeiras quando não se devia, levando nestes casos a um insucesso da cultura, insucesso esse que no sistema convencional nestes anos não acontece, porque não se consegue sequer semear (Carvalho, 2010a).

Em 2009 a empresa decide montar um plano de actividade para os próximos 10 anos em que passa por intensificar a actividade de bovinos para carne, e aumentar a área de milho.

#### 4.2. Os próximos 10 anos

Em função do potencial dos solos e suas limitações organizou-se um plano a 10 anos tendo como alicerces os seguintes *inputs* e *outputs* do solo:



**Figura 36:** Principais Inputs e outputs do solo na gestão da exploração em AC.

O plano consiste no melhoramento das pastagens existentes através de sementeira directa de espécies de gramíneas e leguminosas nas áreas de sequeiro, incluindo as de montado. A sementeira de um prado permanente de regadio com 14ha, e de um prado permanente regado mas com interrupção de rega em Julho e Agosto com 30ha. A ocupação cultural da restante área de regadio consiste numa rotação de milho e forragem. A forragem composta por gramíneas e leguminosas, á base de azevém e trevo, tem um papel fundamental na rotação. Esta forragem é semeada imediatamente após o milho com o objectivo de fornecer pastoreio ao efectivo bovino sempre que as condições do solo e de desenvolvimento das plantas o permitam. Em Abril realiza-se um corte para silagem, inicia-se a rega desta forragem imediatamente a seguir ao corte, promovendo o seu recrescimento, floração e formação de semente. No mês de Junho (com a forragem ainda verde) interrompe-se a rega com o objectivo de promover o fendilhamento natural do solo, pela utilização da água do solo por parte da forragem. Este fendilhamento é fundamental para uma boa drenagem e desenvolvimento radicular, particularmente tendo em atenção o tipo de solo em causa. É importante realçar que no regadio, se a rotação incluir apenas culturas de Primavera/Verão, o solo mantém-se húmido até à sua colheita, quando já se iniciou a época das chuvas. Nesta situação, não se consegue utilizar um mecanismo natural de formação de estrutura dos solos argilosos, que é o seu fendilhamento durante o processo de dissecação. Após a secagem natural da forragem, a partir de Julho, a mesma é pastoreada promovendo a ressementeira natural das espécies da forragem. No final de Agosto inicia-se a rega forçando a emergência da forragem para que no início de Outubro, período de carência de disponibilidade de pastagem, o efectivo pecuário tenha disponível alimento de elevada qualidade. Esta forragem é pastoreada sempre que as condições do solo o permitam até Janeiro. A partir de Janeiro até Abril promove-se o crescimento da forragem para o corte. Após o corte promove-se durante uma a duas semanas o recrescimento das plantas, para posteriormente se aplicar glifosato e proceder á sementeira directa do milho.



**Fotografia 4:** Pormenor do fendilhamento do solo no final do ciclo da forragem, provocado pela dissecação do solo por suspensão da rega antes do final do ciclo da forragem.

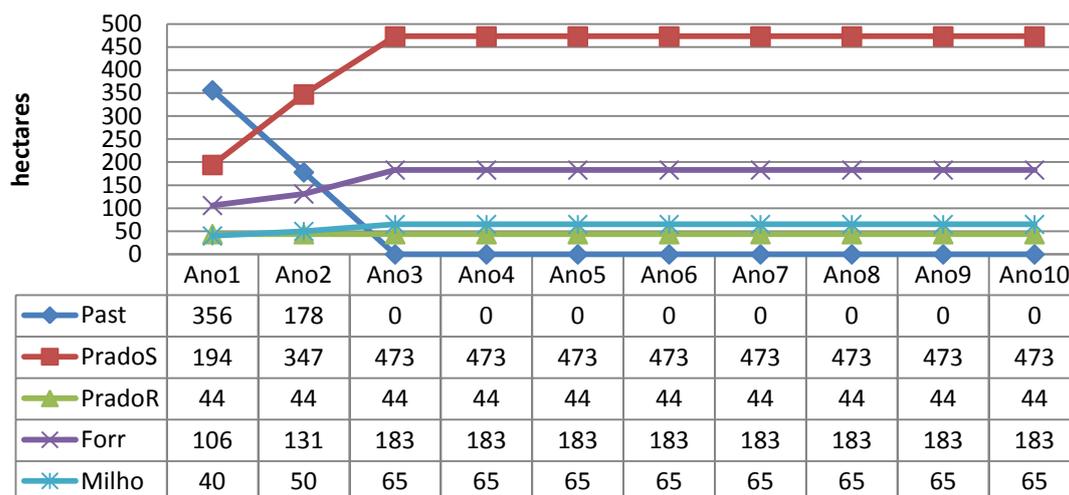
O plano de ocupação cultural tem como outputs o milho grão e a produção de carne. Com este plano pretendemos explorar um efectivo reprodutor de 500 vacas de carne a

partir do Ano 3 (actualmente de 300), e engorda das crias provenientes do efectivo. O efectivo reprodutor é alimentado em pastoreio, sendo suplementado com silagem sempre que os períodos de carência de pastagem o determinem. A alimentação para engorda das crias terá uma base de 75% de alimentos forrageiros produzidos na exploração. Os restantes 25% adquiridos fora têm como objectivo o enriquecimento da mistura, para uma melhor *performance* dos animais, baseando-se em bagaço de soja e subprodutos da transformação do milho e arroz (sêneas).

**Quadro 8:** Ocupação cultural dos 18 parques da Herdade da Parreira prevista para os anos agrícolas de 2010/11 a 2020/21

Parque	Área ha	Solo	R/S	Ano1	Ano2	Ano3	Ano4	Ano5	Ano6	Ano7	Ano8	Ano9	Ano10
1	48	Pg	S	Prado1	Prado2	Prado3	Prado4	Prado5	Prado6	Prado7	Prado8	Prado9	Prado10
2	30	Pg	R	Prado1	Prado2	Prado3	Prado3	Prado5	Prado6	Prado7	Prado8	Prado9	Prado10
3	100	Pg	S	Past.	Prado1	Prado2	Prado3	Prado4	Prado5	Prado6	Prado7	Prado8	Prado9
4	101	Pg	S	Past.	Past.	Prado1	Prado2	Prado3	Prado4	Prado5	Prado6	Prado7	Prado8
5	38	Pg	S	Prado1	Prado2	Prado3	Prado4	Prado5	Prado6	Prado7	Prado8	Prado9	Prado10
6	53	Pg	S	Past.	Prado1	Prado2	Prado3	Prado4	Prado5	Prado6	Prado7	Prado8	Prado9
7	43	Pg	S	Past.	Past.	Prado1	Prado2	Prado3	Prado4	Prado5	Prado6	Prado7	Prado8
8	14	Pag	R	Prado1	Prado2	Prado3	Prado4	Prado5	Prado6	Prado7	Prado8	Prado9	Prado10
9	17	Pg	S	Prado1	Prado2	Prado3	Prado4	Prado5	Prado6	Prado7	Prado8	Prado9	Prado10
10	7	Pg	S	Past.	Past.	Prado1	Prado2	Prado3	Prado4	Prado5	Prado6	Prado7	Prado8
11	52	Pdg	S/R	Prado1	Prado2	Forr Milho							
12	27	Pdg	S	Past.	Past.	Prado1	Prado2	Prado3	Prado4	Prado5	Prado6	Prado7	Prado8
13	25	Pdg	S/R	Past.	Forr	Forr	Forr Milho						
14	21	Pdg	S	Prado1	Prado2	Prado3	Prado4	Prado5	Prado6	Prado7	Prado8	Prado9	Prado10
15	34	Pdg	R	Forr	Forr Milho								
16	22	Pdg	R	Forr	Forr Milho								
17	18	Pdg	S	Prado1	Prado2	Prado3	Prado4	Prado5	Prado6	Prado7	Prado8	Prado9	Prado10
18	50	Pdg	R	Forr Milho	Forr								

Podemos observar na evolução da ocupação cultural que no Ano 3 estabiliza a área de prados melhorados em 473ha, a área de forragem em 183ha, a de milho em 65ha anuais, e prados de regadio em 44ha desde o Ano 1. Todas as áreas são semeadas com semeador de sementeira directa de duplo disco desfasado por ser, no nosso entender, o que melhor se adapta a todos os condicionalismos da nossa actividade, a sementeira com elevada quantidade de resíduos a seguir ao milho e os tipos de solo, sejam os litólicos, sejam os para-hidromórficos. O sistema implementado permite e favorece a melhoria e eficiência do nosso motor, ou seja, o solo, permite um numero de dias de pastoreio muito mais elevado que em qualquer outro sistema de exploração do solo. Aliás, com um sistema de mobilização do solo o numero de dias de pastoreio no ano da sementeira é reduzido e muitas vezes nulo uma vez que a destruição dos agregados do solo provoca compactação após o pisoteio dos animais. No modelo que implementamos é necessário ter atenção especialmente nos solos para-hidromórficos, mas a experiência mostra-nos que cada ano que passa os dias possíveis de pastoreio aumentam e o risco de compactação por pisoteio diminui. Todavia sempre que chove há que retirar os animais dos parques mais sensíveis, nomeadamente os de solos para-hidromórficos.



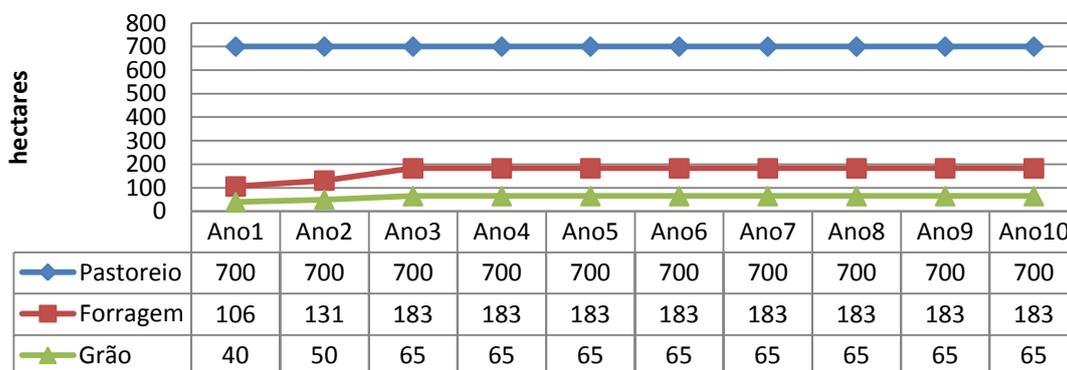
**Figura 37:** Evolução da ocupação cultural em área na Herdade da Parreira

A utilização cultural dos diferentes parques destina-se essencialmente ao pastoreio do efectivo reprodutor. Aliás o plano de produção que estamos a instalar permite que os animais pastorem em toda a superfície da exploração anualmente. Somente na área destinada a milho o efectivo pecuário não a pastoreia durante o ciclo da cultura. Todos os parques com solos litólicos destinam-se 100% a pastoreio, bem como os solos para-hidromórficos de sequeiro. Na área de regadio e áreas circundantes de sequeiro em cada parque que tem regadio o destino da forragem tem utilizações mistas de pastoreio e corte para silagem e feno.

**Quadro 9:** Utilização cultural dos 18 parques da Herdade da Parreira prevista para os anos agrícolas 2010/11 a 2020/21

Parque	Área ha	Solo	R/S	Ano1	Ano2	Ano3	Ano4	Ano5	Ano6	Ano7	Ano8	Ano9	Ano10
1	48	Pg	S	Past									
2	30	Pg	R	Past									
3	100	Pg	S	Past									
4	101	Pg	S	Past									
5	38	Pg	S	Past									
6	53	Pg	S	Past									
7	43	Pg	S	Past									
8	14	Pag	R	Past									
9	17	Pg	S	Past									
10	7	Pg	S	Past									
11	52	Pdg	S/R	Past									
						Forr							
						Grão							
12	27	Pdg	S	Past									
13	25	Pdg	S/R	Past									
						Forr							
						Grão							
14	21	Pdg	S	Past									
15	34	Pdg	R	Past									
				Forr									
						Grão							
16	22	Pdg	R	Past									
				Forr									
						Grão							
17	18	Pdg	S	Past									
18	50	Pdg	R	Past									
				Forr									
				Grão									

Na Figura 38 constata-se que anualmente podemos pastorear os 700ha da exploração, fazemos corte para silagem e feno em 183ha e milho em 65ha a partir do Ano 3.



**Figura 38:** Evolução da utilização cultural em área na Herdade da Parreira

Outro pilar fundamental da agricultura de conservação é a manutenção de resíduos (Quadro10), com o objectivo de aumentar o teor de matéria orgânica, diminuir o risco de erosão e diminuir as perdas de água do solo por evaporação. No plano implementado deixamos os resíduos do milho na área de regadio, nas restantes áreas ficam somente os resíduos após o pastoreio e, naturalmente, o estrume dos animais. Para além disso o plano prevê que o solo esteja revestido com vegetação todo o ano á excepção de Julho e Agosto em que a mesma está seca. Nos períodos de maior risco de erosão a cobertura do solo com vegetação é uma realidade. Também a presença de leguminosas em toda a área da exploração, excepção durante o ciclo do milho tem um papel fundamental. As leguminosas presentes são essencialmente trevos que são plantas com crescimento indeterminado, o que permite que o crescimento radicular e a consequente exploração de água no solo se processe durante mais tempo (mesmo após a sua floração), promovendo o fendilhamento, reduzindo os problemas com infestantes vivazes, fixando azoto, melhorando desta forma as características físico-químicas dos solos da exploração. O que pretendemos afinal é reduzir os riscos de erosão, melhorar a eficiência da utilização da água, melhorar a fertilidade para globalmente reduzirmos custos e aumentar receitas.

A gestão das sementeiras (Quadro11) é outro aspecto fundamental a ter em conta no nosso plano. A experiência dos anos mostra que a sementeira directa tal como em qualquer outro sistema tem um período óptimo para se efectuar, em função do tipo de solo e das espécies a semear. No caso do nosso plano, as sementeiras de Outono são sempre efectuadas num período em que não existem problemas na área de regadio (são feitas muito cedo) uma vez que podemos regar para otimizar as condições do solo caso seja necessário e não há perigo de excesso de humidade. No caso do sequeiro há que esperar pelas primeiras chuvas e iniciar as sementeiras efectuando-as no mais curto período de tempo possível, no sentido de termos a emergência das espécies semeadas antes das espontâneas. No caso do milho devemos iniciar a sementeira somente quando o solo esteja nas devidas condições, no caso dos solos para-hidromórficos é no nosso

entender preferível semear com o solo mais seco de forma a não moldar os sulcos onde se deposita a semente e não levantar agregados que dificultem a germinação da semente.

**Quadro 10:** Manutenção de resíduos e sua utilização na superfície do solo

Parque	Área ha	Solo	R/S	Ano1	Ano2	Ano3	Ano4	Ano5	Ano6	Ano7	Ano8	Ano9	Ano10
1	48	Pg	S	Past									
2	30	Pg	R	Past									
3	100	Pg	S	Past									
4	101	Pg	S	Past									
5	38	Pg	S	Past									
6	53	Pg	S	Past									
7	43	Pg	S	Past									
8	14	Pag	R	Past									
9	17	Pg	S	Past									
10	7	Pg	S	Past									
11	52	Pdg	S/R	Past	Past	Sim	Past	Sim	Past	Sim	Past	Sim	Past
12	27	Pdg	S	Past									
13	25	Pdg	S/R	Past	Past	Past	Sim	Past	Sim	Past	Sim	Past	Sim
14	21	Pdg	S	Past									
15	34	Pdg	R	Past	Sim								
16	22	Pdg	R	Past	Sim								
17	18	Pdg	S	Past									
18	50	Pdg	R	Sim	Past								

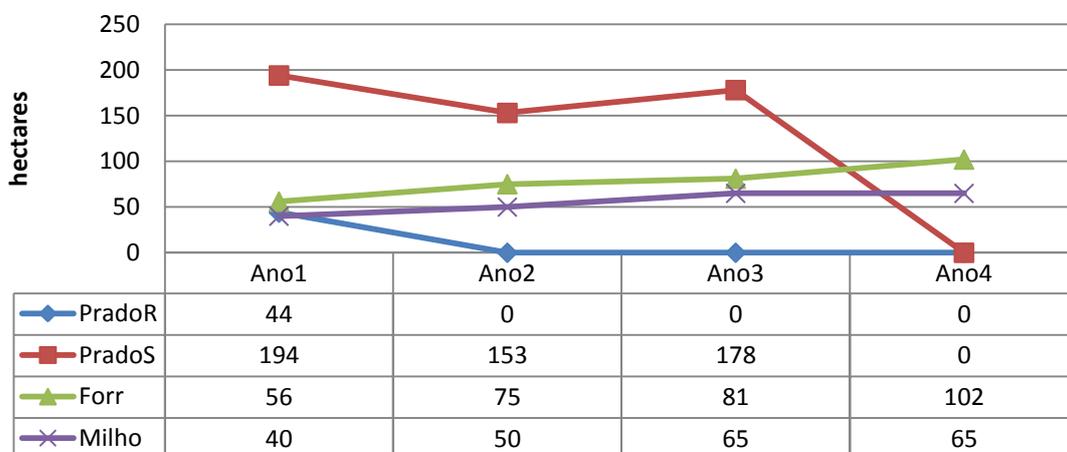
Da análise do calendário de sementeiras verificamos que as mesmas se realizam em datas pouco problemáticas.

**Quadro 11:** Calendário de sementeiras na Herdade da Parreira até ao ano 4, após o ano 4 as sementeiras repetem-se ano após ano.

Parque	Área ha	Solo	R/S	Ano1	Ano2	Ano3	Ano4
1	48	Pg	S	Set2			
2	30	Pg	R	Ago4			
3	100	Pg	S		Set2		
4	101	Pg	S			Set2	
5	38	Pg	S	Set4			
6	53	Pg	S		Set4		
7	43	Pg	S			Set4	
8	14	Pag	R	Ago4			
9	17	Pg	S	Set3			
10	7	Pg	S			Set4	
11	52	Pdg	S/R	Set3		Abr4	Out1
12	27	Pdg	S			Set3	
13	25	Pdg	S/R		Set2		Abr4
14	21	Pdg	S	Set4			
15	34	Pdg	R	Out1	Abr4	Out1	Abr4
16	22	Pdg	R	Out1	Abr4	Out1	Abr4
17	18	Pdg	S	Set4			
18	50	Pdg	R	Mai1	Out1	Abr4	Out1

A análise da evolução das áreas de sementeira e das análises anteriormente efectuadas permite-nos verificar que do Ano 1 ao Ano 3 semeamos cerca 300ha/ano. No ano em que o plano estará implementado passamos a semear cerca de 170ha/ano, com uma disponibilidade de prados de 517ha/ano, de área forrageira mista de pastoreio e corte de 183ha/ano e de 65ha de milho. Pensamos ser esta uma das mais-valias do plano e nomeadamente a da sementeira da forragem na rotação com milho, uma vez que a sementeira desta forragem destina-se a um período de 18 meses, para pastoreio e 2 cortes.

É provável que esporadicamente sejamos obrigados a introduzir uma ou outra espécie nos prados para melhoria da pastagem, todavia essa necessidade depende essencialmente do manejo das pastagens.



**Figura 39:** Evolução das áreas de sementeira na Herdade da Parreira até ao ano 4, após o ano 4 as áreas repetem-se ano após ano

A colheita é um período em que poderemos afectar negativamente a estrutura do solo, em primeiro lugar porque ocorre em períodos em que podem ocorrer elevadas precipitações, por outro lado as máquinas de colheita são pesadas e caso o solo esteja saturado pode provocar rodados e compactação do solo. A experiência dos últimos anos e nomeadamente do ano 2011 que foi de precipitação muito elevada em Abril e Maio mostra-nos que se esperarmos 4 a 7 dias sem chuva podemos operar a colheita da forragem em condições óptimas, e isto só é possível num sistema de agricultura de conservação. Foi interessante ouvir os prestadores de serviço de colheita em 2011 que não acreditavam quando lhes dizíamos que poderiam iniciar a colheita. Nos últimos 8 anos desde que adoptamos a agricultura de conservação não temos um único rodado nas parcelas.



**Fotografia 5:** Pormenor de colheita de silagem na Herdade da Parreira na rotação milhoxforragem, antes da sementeira do milho de 2011. A colheita de silagem decorreu em 10 de Abril após uma precipitação acumulada de Set10 a Abr11 30% acima da média, e em Março mais 20% que a média.

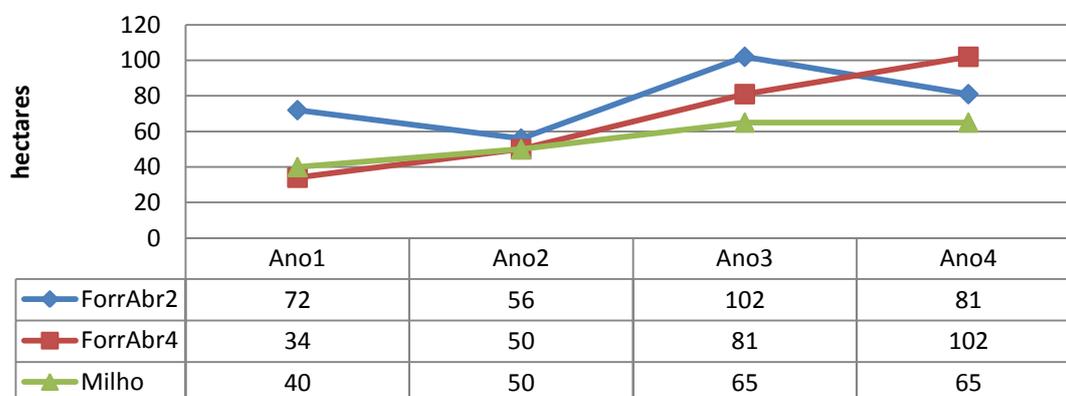
**Quadro 12:** Plano de colheitas previsto na Herdade da Parreira até ao ano 4.

Parque	Área ha	Solo	R/S	Ano1	Ano2	Ano3	Ano4
11	52	Pdg	S/R			Abr2 Set4	Abr4
13	25	Pdg	S/R			Abr4	Abr2 Set4
15	34	Pdg	R	Abr4	Abr2 Set4	Abr4	Abr2 Set4
16	22	Pdg	R	Abr2	Abr2 Set4	Abr4	Abr2 Set4
18	50	Pdg	R	Abr2 Set4	Abr4	Abr2 Set4	Abr4

Analisando as áreas de colheita verificamos que o período mais crítico será a forragem de segundo ano a colher na segunda semana de Abril (ForrAbr2), por ser imediatamente antes da sementeira do milho. A colheita de forragem de primeiro ano a colher na quarta semana de Abril é menos crítica pelo facto de ainda ter crescimento até Junho, e os 6 meses de crescimento de Setembro a Abril do ano seguinte. A colheita do milho em determinados anos também se pode apresentar com algum risco. No entanto, se adoptarmos os cuidados já descritos efectua-se em boas condições. Para além disso a melhoria da drenagem natural destes solos é uma realidade.



**Fotografia 6:** Pormenor da camada superficial do solo a 18 Nov 2011, observando-se a friabilidade dos agregados e uma intensa actividade radicular após 2 cortes de pastoreio ocorridos em início de Outubro e início de Novembro.



**Figura 40:** Evolução das áreas de colheita na Herdade da Parreira

É esta drenagem natural, esta melhoria da estrutura do solo, que promove o desenvolvimento radicular, a estabilidade dos agregados do solo, em conjunto com os cuidados de gestão do trânsito no solo que permitem as operações atempadas e uma utilização do solo mais intensiva, caso contrário andaríamos a compactar, a fazer pegadas com os animais, rodados com as máquinas.

Os solos que mais agradecem a agricultura de conservação a médio e longo prazo são os para-hidromórficos, são aqueles em que a evolução da estrutura e fertilidade sofre maiores alterações positivas, todavia também são os mais difíceis para iniciar um sistema de agricultura de conservação (Carvalho, 2010a).



**Fotografia 7:** Pormenor do perfil de solo da parcela em 18 de Novembro de 2010 com uma precipitação acumulada de Setembro até à data de cerca de 300mm (Outubro teve uma precipitação 50% acima do ano médio) em que o solo está saturado e mesmo assim observa-se que os agregados são friáveis. São também visíveis as fendas que ligam a superfície do solo ao horizonte C.

Para a gestão do pastoreio (Quadro 13) consideramos uma classificação de risco de pisoteio baseada no risco de compactação (1-baixo a 10-muito alto) e desenvolvimento da pastagem (A-bom a E-fraco). O risco de compactação nos solos para-hidromórficos é maior, e nos períodos prolongados de muita precipitação optamos por sacrificar uma parcela de solo litólico distribuindo alimento aos animais quando necessário. O pastoreio tem sido possível efectuar ao longo dos 12 meses, tendo os cuidados necessários para não provocar compactação por pisoteio. Obviamente de Inverno temos permanências por parcela mais curtas, pelo estado de desenvolvimento da pastagem e para reduzir o risco de compactação. Os períodos marcados a vermelho são períodos em que os animais não pastoreiam as parcelas, nuns casos após as sementeiras, no entanto nas parcelas com prados o período de Março e Abril nos solos litólicos e Abril e Maio nos para-hidromórficos corresponde à floração e formação da semente nas pastagens de sequeiro sendo aconselhável evitar ou reduzir ao máximo a carga animal. Nas áreas de regadio com forragem o período de Abril após o corte até final de Junho o pastoreio está

totalmente vedado para garantir uma boa produção de sementes para a produção de forragem de regadio do ano seguinte.

**Quadro 13:** Riscos e potenciais de pastoreio nos diferentes parque da Herdade da Parreira. Potencial de pastoreio expresso de A(bom) a E(fraco). Risco de pisoteio e compactação do solo expresso de 1(baixo) a 5 (alto).

Parque	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago
1	E1	E2	D5	D6	D7	C5			B1	C1	D1	E1
2		C2	C6	D7	D8	C6	B5	A4			B1	E1
3	E1	E3	D5	D6	D7	C5			B1	C1	D1	E1
4	E1	E3	D5	D6	D7	C5			B1	C1	D1	E1
5	E1	E3	D5	D6	D7	C5			B1	C1	D1	E1
6	E1	E3	D5	D6	D7	C5			B1	C1	D1	E1
7	E1	E3	D5	D6	D7	C5			B1	C1	D1	E1
8	C2	C3	D5	D8	D9	C7	B6	B5	A2	B2	C2	C2
9	E1	E3	D5	D6	D7	C5			B1	C1	D1	E1
10	E1	E3	D5	D6	D7	C5			B1	C1	D1	E1
11			E6	D7	D8	C6	B5				B1	E1
12	E1	E2	D5	D7	D8	C6	B5			B1	E1	E1
13		C2	C6	D8	D9							
14	E1	E2	D5	D7	D8	C6	B5			B1	E1	E1
15		C2	C6	D8	D9							
16		C2	C6	D8	D9							
17	E1	E2	D5	D7	D8	C6	B5			B1	E1	E1
18			E6	D7	D8	C6	B5				B1	E1

O pastoreio de Outono – Inverno ocorre num período em que a precipitação é superior à evapotranspiração, aumentando o risco de compactação do solo, aumento da Dap e redução da infiltração de água e do desenvolvimento radicular das plantas (Siri-Prieto et al., 2007)

Segundo Silva et al. (2009) os solos mobilizados apresentam maior compactação sub-superficial enquanto os solos em SD poderão apresentar compactação superficial se os processos naturais que agem no sentido contrário não forem activados. O tráfego intenso de animais em dias húmidos e em solos argilosos causam compactação, com redução severa da porosidade, aumento da Dap e redução da infiltração de água. Importa assim ter especial atenção ao pastoreio com solo húmido. Em ensaios realizados no Rio Grande do Sul no Brasil, numa rotação de 3 anos de pastagem precedida de milho, analisou-se os efeitos do pastoreio na produtividade testando parcelas com 1000Kg/ha de peso vivo e parcelas sem bovinos a pastorear. As produtividades verificadas nos solos mobilizados foram sempre inferiores às de SD, e as produtividades nos solos com pastoreio e sem pastoreio foram idênticas, concluindo-se que com um encabeçamento e gestão do pastoreio adequado não há alterações na produção, no desenvolvimento radicular do milho e na porosidade do solo.

A gestão do controlo de infestantes (Quadro 14) pretende ser conseguida em primeiro lugar pelo sistema em si, pela presença de espécies que competem melhor com as infestantes vivazes, caso dos trevos que têm crescimento indeterminado e vão competir pela água disponível no final da Primavera nos períodos em que as gramíneas já terminaram o seu ciclo vegetativo. Por outro lado as espécies introduzidas são espécies adaptadas ao pastoreio, pelo que um correcto maneio do pastoreio permite também

favorecer as espécies desejadas e reduzir as infestantes indesejadas. Em complemento ao sistema teremos aplicação de herbicida hormonal nos prados no mês de Janeiro sempre que se revele necessário combater a presença de cardos. A aplicação de 0,5lt/ha de solução aquosa de 2,4D(350g/l)+MCPA(300g/l) é eficaz para o combate aos cardos não prejudicando os trevos e gramíneas (Carvalho, 2010a). No mês de Abril sempre que houver presença de infestantes arbustivas que se justifique são combatidas recorrendo ao uso de um corta-mato. No caso do milho recorreremos à aplicação de glifosato para eliminar a forragem de azevém e trevos e à aplicação de herbicidas específicos de pré-emergência e pós-emergência da cultura do milho. O plano de fertilizações (Quadro 15) tem como base as análises de solo das diferentes parcelas, o potencial produtivo dos nossos solos, a precipitação que ocorre no nosso clima, e a melhoria continua da fertilidade do solo que o nosso sistema está a facultar através do aumento do teor de matéria orgânica e estrutura do solo. Optámos por aplicar anualmente um só adubo por uma questão de escala na negociação do adubo. A aplicação de Outono é efectuada no mês de Outubro imediatamente a seguir ao final das sementeiras e emergência. No caso do milho aplicamos o adubo antes da sementeira e após o corte para silagem da forragem que precede o milho. Após a emergência iniciamos a aplicação de azoto em fertirrigação. Os micronutrientes são aplicados de forma diferente, o cobre e zinco em fertirrigação, e uma aplicação de manganês e zinco em pulverização no momento da aplicação do herbicida de pós-emergência.

Esperamos com a evolução do sistema, com a melhoria continua da fertilidade e estrutura do solo, com a fixação de azoto pelas leguminosas, começar a reduzir as quantidades de fertilizantes aplicadas no milho.

O facto de termos animais a engordar esperando no Ano 4 ter cerca de 500 animais em parques, disponibiliza-nos anualmente uma quantidade de estrume.

A quantidade de estrume produzido por animal na engorda ronda a 3ton/cabeça/ano (Lawrence, 2010), pelo que teremos uma disponibilidade anual de cerca de 1500ton. Esse estrume será distribuído nas áreas de regadio após o pastoreio em seco da forragem durante Julho e Agosto numa quantidade de aproximadamente 20ton/ha (Quadro 16).

Rimal et al. (2009), referem que o escoamento superficial do solo de sedimentos ricos em carbono é maior num sistema de AC sem aplicação de estrume do que num sistema de AC com aplicação de estrume. No sistema com aplicação de estrume as perdas de solo são menores, o escoamento superficial é menor a percolação é maior e o tempo para se iniciar as perdas de sedimentos com carbono é maior.

**Quadro 14:** Plano de época de controlo de infestantes anuais e vivazes, herbáceas e arbustivas na Herdade da Parreira

Parque	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago
1					Cardos Hormonal			Corta-mato				
2					Cardos Hormonal			Corta-mato				
3					Cardos Hormonal			Corta-mato				
4					Cardos Hormonal			Corta-mato				
5					Cardos Hormonal			Corta-mato				
6					Cardos Hormonal			Corta-mato				
7					Cardos Hormonal			Corta-mato				
8					Cardos Hormonal			Corta-mato				
9					Cardos Hormonal			Corta-mato				
10					Cardos Hormonal			Corta-mato				
11												
12					Cardos Hormonal			Corta-mato				
13								Glifosato Pré-emergência	Pós-emergência			
14					Cardos Hormonal			Corta-mato				
15								Glifosato Pré-emergência	Pós-emergência			
16								Glifosato Pré-emergência	Pós-emergência			
17					Cardos Hormonal							
18												

**Quadro 15:** Plano de época de fertilizações na Herdade da Parreira

Parque	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago
1		7.21.21										
2		7.21.21										
3		7.21.21										
4		7.21.21										
5		7.21.21										
6		7.21.21										
7		7.21.21										
8		7.21.21										
9		7.21.21										
10		7.21.21										
11		7.21.21										
12		7.21.21										
13		7.21.21						7.21.21	Sol32N Cu+Zn+Mn	Sol32N	Sol32N	Sol32N
14		7.21.21										
15		7.21.21						7.21.21	Sol32N Cu+Zn+Mn	Sol32N	Sol32N	Sol32N
16		7.21.21						7.21.21	Sol32N Cu+Zn+Mn	Sol32N	Sol32N	Sol32N
17		7.21.21										
18		7.21.21										

**Quadro 16:** Plano de estrumações na Herdade da Parreira

Estrumações	Parques	Aplicação
Ano4	11;18	Após pastoreio Jul-Ago
Ano5	13;16;15	Após pastoreio Jul-Ago

São nossos objectivos alcançar no ano 4:

- A redução de consumos de herbicidas e insecticidas em 10% por uma menor pressão de infestantes e insectos promovido pela evolução do plano que iniciámos este ano
- A redução do consumo de energia, combustíveis e água por hectare em cerca de 10% por via da melhoria da estrutura do solo e do aumento de matéria orgânica, por uma maior eficiência da utilização da água no solo
- A redução da quantidade de adubo por hectare actualmente aplicado em cerca de 10% sem diminuir as produtividades e as reservas de nutrientes do solo, por via do aumento da fertilidade do solo
- Uma produtividade média ano após ano de 15ton/ha de milho, seja, um crescimento da produtividade face à média dos últimos 2 anos de 25%.
- A venda de 310Kg de peso vivo de bovinos por cada hectare da exploração.

Os objectivos são ambiciosos, difíceis de alcançar, talvez sim talvez não, mas a grande diferença entre ter ou não ter objectivos é tê-los.

## Conclusões

Para se alcançar a sustentabilidade económica e ambiental num sistema agrícola são necessários sistemas de exploração do solo que apostem na sua conservação e melhoria das suas propriedades físico-químicas. A AC constitui-se à partida como o sistema que toma em linha de conta estes princípios.

No ensaio realizado a produção total de matéria seca e grão foi sensivelmente igual no sistema com SD e no sistema tradicional. Ao nível do armazenamento de água no solo a SD apresentou teores de água no solo superiores á mobilização tradicional ao longo do perfil do solo. O facto de não ter havido variação significativa nas produtividades indica que a disponibilidade de água não foi factor limitativo da produtividade, podendo-se concluir que no caso da SD se poderia ter usado dotações de rega inferiores. A diferença da água armazenada poderá ter tido origem num maior escoamento superficial e também numa maior evaporação da superfície do solo por via da alteração da porosidade do solo no solo mobilizado. Outra hipótese que poderá ter originado a diferença do teor de água no solo entre sistemas é a temperatura máxima num solo descoberto ser superior à de um solo em SD com cobertura de resíduos. A Dap do solo foi superior a 10cm de profundidade na SD e similar a 20 e 40cm de profundidade, não tendo o maior valor de Dap na SD originado um factor limitativo na produção e no armazenamento de água no solo. O consumo de combustível e mão-de-obra em SD foi 48% e 57% respectivamente face ao consumo do sistema tradicional.

A conversão da exploração onde se realizou o ensaio confirma hoje os dados obtidos e as referências utilizadas ao longo desta dissertação, são um bom indicador para validar o caminho que estamos a seguir e as evoluções que estamos a verificar. O patamar de produtividades já alcançadas, o encabeçamento do efectivo associado à autonomia alimentar da exploração para o efectivo pecuário, não seria possível num sistema de mobilização convencional ao nível de dias de pastoreio e da quantidade de factores de produção utilizado. Resumindo a energia total utilizada no sistema que a exploração actualmente tem seria impossível efectuar a mesma exploração num sistema convencional.

## Referências bibliográficas

Abid, M., Lal, R., 2009. Tillage and drainage impact on soil quality: II. Tensile strength of aggregates, moisture retention and water infiltration. *Soil and Tillage Research* 103, 364-372.

Banco Mundial, 2011. [www.worldbank.org](http://www.worldbank.org).

Basch, G. G., Carvalho, M., Azevedo, A., 1990. *Effect of Soil Tillage on Surface Runoff and Erosion on Mediterranean Soils*. Proceedings of the Seminar on Interaction between Agricultural Systems and Soil Conservation in the Mediterranean Belt, European Society for Soil Conservation, Lisboa.

Blanco-Conqui, H., Lal, R., Post, W.M., Shipitolo, M.J., 2007. Soil hydraulic properties influenced by corn stover removal from no-till corn in Ohio. *Soil and Tillage Research* 92, 144-155.

Costa, J.B., 1985. *Caracterização e Constituição do Solo*. 3ª edição. Fundação Calouste Gulbenkian.

Carvalho, M., 2010a. *Apontamentos de Agricultura de Conservação*. Mestrado Engenharia Agrónoma. Universidade de Évora.

Carvalho, M., 2010b. *Fertilization in conservation agriculture. Possible and necessary changes*. European Congress on Conservation Agriculture 6, 99-108.

Carvalho, M., Basch, G., Barros, J., Calado, J., Freixial, R., Santos, F., Brandão, M., 2010. *Strategies to improve soil organic matter under mediterranean conditions and its consequence on the wheat response to nitrogen fertilization*. European Congress on Conservation Agriculture 31, 303-307.

Carvalho, M., Basch, G., 1995. *Effects of traditional and no-tillage on physical and chemical properties of a Vertisol*. Proceedings of the EC-Workshop - II - on no-tillage crop production in the West-European Countries, 2, Silsoe, Ed. F. Tebrügge, A. Böhrnsen, Wissenschaftlicher Fachverlag.

Derpsch, R., Friedrich, T., Kassam, A., Hongwen, L., 2010. Current status of adoption of no-till farming in the world and some of its main benefits. *Int. J. Agric. & Biol. Ing.*, 3 (1): 1-25.

Dickey, E.C., Rider A.R., Harlan, P.W., 1981. *Tillage Systems*. Cooperativa Extension Service. Institute of Agriculture and Natural Resources. University of Nebraska.

Duffy, M., 2011. *Estimated costs of crop production in Iowa*. Ag Decision Maker, File A1-20. [www.extension.iastate.edu/agdm](http://www.extension.iastate.edu/agdm). Iowa State University

Eurostat, 2010. [www.ec.europa.eu](http://www.ec.europa.eu).

Friedrich, T., Derpsch, R., 2010. *Global overview of conservation agriculture*. [www.fao.org](http://www.fao.org). FAO

Garcia-Tejero, I., Jimenez-Bocanegra, J.A., Duran-Zuazo, V.H., Garcia, J., Fernandez, M.A., Perea, F., Muriel, J.L., 2010. *Impacto de diferentes sistemas de manejo de suelos en la dinámica del agua bajo distintas condiciones climáticas*. European Congress on Conservation Agriculture 44, 399-405.

FMI, 2011. [www.imf.org](http://www.imf.org).

Freixial, R., Carvalho, M., 2010. *Aspectos prácticos fundamentales en la implantación de la agricultura de conservación / siembra directa en el sur de Portugal*. European Congress on Conservation Agriculture 39, 361-369.

GMO Compass, 2011. *Global cultivation area*. [www.gmo-compass.org](http://www.gmo-compass.org).

GPPA, 2006. *Anuário Vegetal 2006*. Gabinete de Planeamento e Políticas. Ministério da Agricultura e Pescas de Portugal.

GPPA, 2007. *Diagnóstico Sectorial Culturas Arvenses, 2007*. Gabinete de Planeamento e Políticas. Ministério da Agricultura de Portugal.

Godsey, C., Taylor, R., Boyles, M., 2011. *No-Till winter canola considerations*. Division of Agriculture Sciences and Natural Resources. Oklahoma State University.

Gómez-Paccard, C., Velasquez, R., Gabriel, J.L., Quemada, M., Hontoria, C., 2010. *Cover crops effects on soil properties related to soil quality and structural stability*. European Congress on Conservation Agriculture 47, 421-426.

Hayes, A., 2010. *Crop rotation and no-till improve yields and soil health*. Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs, Ontario, Canada.

Hernanz, J.L., Sanchez-Giron, V., Navarrete, L., 2010. *Análisis del consumo de energía de tres sistemas de laboreo, convencional, mínimo y siembra directa, en una rotación de cereal leguminosa y en un monocultivo de cereal en experimentos de larga duración (1983-2009)*. European Congress on Conservation Agriculture 52, 455-460.

INE, 2009. *Anuário Estatístico de Portugal*, Ed.2010

INE, 2011. *Dados Estatísticos*. [www.ine.pt](http://www.ine.pt)

Jordán, A., Zanola, L.M., Gil, J., 2010. Effects of mulching on soil physical properties and runoff under semi-arid conditions in southern Spain. *Catena* 81, 77-85.

Kassam, A., Friedrich, T., Derpsch, R., 2010. *Conservation Agriculture in the 21<sup>st</sup> Century: A paradigm of sustainable Agriculture*. European Congress of Conservation Agriculture, Madrid, Spain, 2, 19-68.

- Kosgei, J.R., Jewitt, G.P.W., Kongo, V.M., Lorentz, S.A., 2007. The influence of tillage on field scale water fluxes and maize yields in semi-arid environments. A case study of Potshini catchment, South Africa. *Physics and Chemistry of the Earth* 32, 1117-1126.
- Lal, R., 2010. *A dual response of conservation agriculture to climate change: Reducing CO2 emissions and the carbon sink*. European Congress on Conservation Agriculture 1, 3-18.
- Lawrence, J., 2010. *Beef Feedlot Systems Manual*. Iowa State University. File: Animal Science 4-2
- Marques, F., 2009. *Apontamentos de Agricultura de Conservação*. Mestrado Engenharia Agronómica. Universidade de Évora.
- ONIC, 2011. *Cotations des cereales françaises*. [www.onigc.fr](http://www.onigc.fr).
- Portalimpex, 1998-2009. *Relatórios Anuais Controlo Produção de Milho*. Direcção Industrial e Qualidade.
- Portalimpex, 2003-2009. *Relatórios Anuais Controlo Produção de Transformados de Milho*. Direcção Industrial e Qualidade.
- Portalimpex, 2007. *Relatório Mercado Milho. A visão da Direcção Industrial e Qualidade para o futuro*.
- Portalimpex, 2011. *Registos Anuais de Contabilidade Analítica*.
- Rae, J., 2009. *Effects of Industrial Agriculture of Crops on water and soil*. Knol versão 45, Abril 2009. [www.knol.google.com/K/effects-of-industrial-of-crops-on-water-and-soil](http://www.knol.google.com/K/effects-of-industrial-of-crops-on-water-and-soil).
- Reuters, 2011. [www.reuters.com](http://www.reuters.com).
- Rimal, B.K., Lal, R., 2009. Soil and carbon losses from five different land management areas under simulated rainfall. *Soil and Tillage Research* 106, 62-70.
- Russel, E.J., Russel, E.W., 1968. *Condiciones del Suelo y Crecimiento de las Plantas*. Colécion Ciencia y Técnica. Aguilar.
- Silva, V.R., Reinert, D.J., Reichert, J.M., Borges, D.F., Fontinelli, F., (2009). *Estado de compactação e sistema radicular do milho induzidos por pastejo e preparo do solo*. UFSM, Departamento de solos, Santa Maria (RS), Brasil.
- Siri-Prieto, G., Reeves, D.W., Raper, R.L., 2007. Tillage systems for a cotton-peanut rotation with winter annual grazing: Impacts on soil carbon, nitrogen and physical properties. *Soil and Tillage Research* 96, 260-268.

So, H.B., Grabski, A., Desborough, P., 2009. The impact of 14 years of conventional and no-till cultivation on the physical properties and crop yields of a loam soil at Grafton NSW, Australia. *Soil and Tillage Research* 104, 180-184.

Wuest, S.B., 2007. Surface versus incorporated residue effects on water stable aggregates. *Soil and Tillage Research* 96, 124-130.

USDA, 2011, *World Agriculture Supply and Demand Estimates*. World Agricultural Outlook Board.

USDA, 2010. *Economic Research Service*. [www.ers.usda.gov](http://www.ers.usda.gov).

Zhou, X., Al-Kaisi, M., Helmers, M.J., 2009. Cost effectiveness of conservation practices in controlling water erosion in Iowa. *Soil and Tillage Research* 106, 71-78.