



INSTITUTO POLITÉCNICO DE BEJA

Escola Superior Agrária

Mestrado em Agronomia



**AVALIAÇÃO DO COMPORTAMENTO DOS CEREAIS COM
APLICAÇÃO ÚNICA DO ADUBO YARAMILA ACTYVA**

Luís Filipe Palma da Silva

Beja

2014

INSTITUTO POLITÉCNICO DE BEJA

Escola Superior Agrária

Mestrado em Agronomia

**AVALIAÇÃO DO COMPORTAMENTO DOS CEREAIS COM
APLICAÇÃO ÚNICA DO ADUBO YARAMILA ACTYVA**

**Dissertação de mestrado apresentado na Escola Superior Agrária do Instituto
Politécnico de Beja**

Elaborado por:

Luís Filipe Palma da Silva

Orientado por:

Professor/Doutor Manuel Joaquim Marques Patanita

BEJA

2014

Agradecimentos

Para realização deste trabalho contei com o apoio de algumas pessoas, pelo que quero agradecer:

Ao Professor Manuel Patanita pela orientação e acompanhamento que contribuíram de forma importante para a realização do mesmo.

Ao Engenheiro José Dores pela informação cedida relacionada com os ensaios.

Ao Departamento Agronómico da Yara Iberian pelo fornecimento de toda a documentação de suporte à realização do trabalho.

Aos meus PAIS, que me proporcionaram a continuidade nos estudos até à chegada a este mestrado, os meus eternos agradecimentos.

Finalmente à minha mulher, agradeço todo o amor, carinho, admiração e pela presença incansável com que me apoiou ao longo do mestrado.

A todos obrigado por permitirem que este trabalho seja uma realidade.

RESUMO

Na campanha de 2011-2012 foi verificado o comportamento da fertilização única com o adubo YaraMila Actyva em cevada dística e na campanha 2012-2013 foi testado o comportamento da fertilização única com YaraMila Actyva em trigo mole.

De acordo com os resultados obtidos nos dois ensaios, em que a aplicação única com o fertilizante YaraMila Actyva obteve bons níveis de produção e qualidade de grão, constitui-se por isso como uma solução bastante viável na adubação dos cereais de inverno, em alternativa à aplicação tradicional de adubos, com a aplicação de fundo e com a aplicação de cobertura.

Palavras-chave: Fertilização única, YaraMila Actyva, cevada dística, trigo mole.

ABSTRACT

In the 2011-2012 year was checked the behavior of single fertilization with fertilizer YaraMila malting barley and Actyva in the 2012-2013 campaign was tested the behavior of single fertilization YaraMila Actyva in wheat.

According to the results obtained in the two tests where the only application with fertilizer YaraMila Actyva achieved good levels of production and quality of grain is constituted so as a very viable solution in the fertilization of winter cereals as an alternative to traditional application of fertilizers, with the background application and application coverage.

Keywords: Single fertilization, YaraMila Actyva, malting barley, wheat.

ÍNDICE

	Página
Agradecimentos.....	I
Resumo.....	II
Abstract.....	III
Índice de quadros.....	VI
1- Introdução.....	1
2- Cereais em Portugal.....	3
2.1- Superfície ocupada a nível nacional.....	3
2.2- Superfície ocupada a nível da região do Alentejo.....	4
3- Fertilização de cereais de Inverno: trigo e cevada.....	5
3.1- Generalidades.....	5
3.2- Macronutrientes.....	6
3.3.- Fertilização azotada.....	8
3.4- Fertilização fosfopotássica.....	11
4- Características do fertilizante YaraMila Actyva.....	13
4.1- Especificações técnicas.....	13
4.2- Balanço de nutrientes.....	13
4.3- Libertação de nutrientes e Absorção.....	13
4.4- Fonte de azoto eficiente.....	14
4.5- Fonte de fósforo eficiente.....	14
4.6- Fonte de Potássio eficiente.....	15
4.7- Formulações eficientes – macronutrientes secundários.....	15
4.8- Aplicação homogénea em cobertura.....	16
5- Caracterização do Ensaio.....	17

5.1- Localização.....	17
5.2- Clima.....	17
5.2.1 – Campanha 2011-2012.....	17
5.2.2 – Campanha 2012-2013.....	18
6- Métodos e Material.....	19
6.1- Delineamento experimental.....	19
6.2- Agronomia.....	21
7- Resultados.....	23
7.1- Características analisadas - ensaio de cevada dística (2011-2012).....	23
7.2- Características analisadas – ensaio de trigo mole (2012-2013).....	25
7.3- Cálculo de custo de fertilização - ensaio de cevada dística (2011-2012).....	27
7.4- Cálculo de custo de fertilização - ensaio de trigo mole (2012-2013).....	28
7.5- Cálculo de rendabilidade das modalidades em estudo.....	29
8- Conclusão.....	30
9- Bibliografia.....	31

ÍNDICE DE QUADROS

	Página
Quadro 1 - Evolução das áreas (hectare) declaradas por cultura - Nacional (2004 a 2013).....	3
Quadro 2 - Evolução das áreas (hectare) declaradas por cultura - Alentejo (2004 a 2013).....	4
Quadro 3 – Extracção média de nutrientes nos cereais.....	5
Quadro 4 – Precipitação, média das temperaturas máximas e média das temperaturas mínimas no ano agrícola 2011-2012.....	17
Quadro 5 – Precipitação, média das temperaturas máximas e média das temperaturas mínimas no ano agrícola 2012-2013.....	18
Quadro 6 – Modalidades realizadas no ensaio de cevada dística (var. ‘Pewter’) – campanha 2011-2012.....	19
Quadro 7 – Modalidades realizadas no ensaio de trigo mole (var. ‘Torero’) – campanha 2012-2013.....	20
Quadro 8 – Itinerário técnico no ensaio de cevada dística (var. ‘Pewter’) – campanha 2011-2012.....	21
Quadro 9 – Itinerário técnico no ensaio de trigo mole (var. ‘Torero’) – campanha 2012-2013.....	22
Quadro 10 – Produção de grão (kg/ha), massa do hectolitro (kg/hl) e teor de proteína (%) por modalidade de adubação, em cevada dística (var. ‘Pewter’), Beja (2011-2012).....	23
Quadro 11 – Produção de grão (kg/ha), massa do hectolitro (kg/hl) e teor de proteína (%) por modalidade de adubação, em trigo mole (var. ‘Torero’), Beja (2012-2013).....	25
Quadro 12 - Custo de cada fertilizante segundo a dose utilizada nos ensaios.....	27
Quadro 13 - Custo de fertilização por modalidade ensaio cevada dística (2011-2012).....	27
Quadro 14 - Custo de cada fertilizante segundo a dose utilizada nos ensaios.....	28

Quadro 15 - Custo de fertilização por modalidade ensaio trigo mole (2012-2013).....	28
Quadro 16 - Cálculo de rendimento e custo por hectare ensaio cevada dística (2011-2012).....	29
Quadro 17 - Cálculo de rendimento e custo por hectare ensaio trigo mole (2012-2013).....	29

1- Introdução

Os cereais são um grupo de plantas cultivadas pertencentes à família das gramíneas, cujos grãos são o principal objectivo da sua produção, estes são ricos em amido e possuem propriedades farináceas que contêm proteínas (Lopéz-Bellido, 1991).

Os cereais praganosos são das culturas mais antigas da agricultura, remontam há mais de 2000 anos atrás. Ao longo das gerações, as culturas têm sido sujeitas a modificações desde a sua base genética original através de melhoramento genético de plantas, conduzindo à obtenção de variedades modernas com melhorias em termos de estrutura, de tolerância a doenças, de qualidade e, a mais importante, de rendimento. As variedades foram desenvolvidas para oferecer uma escolha para todos os mercados, desde a panificação à alimentação dos animais. Assim, os produtores de cereais são capazes de determinar a exigência do mercado e crescer especificamente para ele, em vez de produzirem grandes quantidades de grão com uma utilização final limitada (Yara UK, 2010).

Os cereais têm uma ampla distribuição geográfica como consequência da sua origem e da amplitude na facilidade de adaptação, devido à selecção feita pelo homem. No caso dos cereais de inverno estes adaptam-se a zonas que tem uma estação de crescimento fresca e húmida seguida por outra mais quente e seca na maturação (Lopéz-Bellido, 1991).

O trigo é cultivado desde os primórdios da agricultura. Não se conhece com precisão onde e quando teve origem, tal como é conhecido hoje. Os estudos já feitos indicam que o trigo é originário da Mesopotâmia, desta forma as espécies do género *Triticum* tiveram o seu centro de diferenciação na Turquia, Afeganistão e Índia. A evolução do trigo a partir de gramíneas silvestres teve lugar, provavelmente, num local localizado próximo do Oriente, possivelmente na área conhecida como o Crescente Fértil (López Bellido, 1990).

Na Península Ibérica o cultivo do trigo começou a partir do ano 4000 a.c, destacando-se as produções do Vale do Douro Ocidental e das regiões lusitânicas, parte das quais já eram exportadas no domínio romano (López Bellido, 1990).

O trigo faz parte do desenvolvimento económico e cultural do homem, sendo o cereal mais cultivado em todo o mundo. É considerado um alimento para consumo humano, no entanto grande parte destina-se à alimentação animal, também como a subprodutos da transformação

industrial destinado a rações. A propriedade mais importante do trigo é a capacidade de cozinhar a farinha devido à elasticidade do glúten que contém. Esta característica permite a panificação, constituindo um alimento básico para o homem (INFOAGRO, 2014).

A cevada cultivada entrou pela primeira vez na agricultura no mesmo período que o trigo à mais de 2000 anos atrás na região do Mediterrâneo oriental. Ao longo das gerações, esta cultura, tal como o trigo, foi modificada pelo melhoramento de plantas tendo-se obtido variedades modernas de duas fileiras (díptica), de seis fileiras (hexástica) ou híbridas. Curiosamente, as variedades de seis fileiras predominaram nos primeiros anos em que a cevada foi adoptada na agricultura. As de duas fileiras apenas apareceram na Idade Média. Na história recente dos dois tipos de variedades, as de duas fileiras predominaram devido ao melhoramento de plantas em relação ao aspecto de qualidade do grão. São estas as variedades utilizadas na indústria malteira e, conseqüentemente no processo de fabrico da cerveja. A mais recente introdução de cevadas híbridas reforçou ainda mais o potencial desta cultura (Yara UK, 2010).

O principal objectivo deste trabalho é efectuar a comparação entre a fertilização única com o adubo YaraMila Actyva e a fertilização tradicional composta por duas aplicações: uma em fundo e outra em cobertura. O estudo englobou os dois cereais de inverno mais representativos actualmente da zona do Alentejo: o trigo mole e a cevada díptica. Para o efeito foi realizado o primeiro campo de ensaio em cevada díptica na campanha 2011-2012 e na campanha seguinte 2012-2013 realizou-se o ensaio em trigo mole. Os campos de ensaio foram instalados no Centro Experimental da Escola Superior Agrária de Beja.

2- Cereais em Portugal

2.1- Superfície ocupada a nível nacional

A superfície cultivada de cereais de outono-inverno em Portugal foi no ano de 2013 de 178.672 hectares, valor que mostra uma diminuição para quase metade da área em relação a 2004 (Quadro 1). Nos últimos, dez anos apenas o triticales contraria esta situação registando um aumento de área em cerca de 50%. É de salientar que nos últimos dois anos parece existir uma estabilização na área semeada global.

Quadro 1 - Evolução das áreas (hectare) declaradas por cultura - Nacional (2004 a 2013).

Ano \ Cultura	Aveia	Centeio	Cevada	Cevada dística	Trigo duro	Trigo mole	Triticales	Total
2004	98.217	23.679	14.674	-	152.521	30.441	15.588	335.120
2005	95.706	22.251	34.397	-	2.284	117.275	24.075	295.288
2006	97.887	20.927	45.100	-	3.481	99.031	22.246	288.672
2007	64.387	16.938	39.835	-	1.534	50.587	18.610	191.891
2008	71.036	17.995	27.287	13.851	3.029	84.234	21.579	239.011
2009	66.798	15.397	21.252	17.798	7.259	51.645	21.137	201.286
2010	77.890	15.191	11.109	9.213	9.275	41.751	24.057	188.486
2011	67.686	15.412	7.453	8.760	2.878	36.668	22.717	161.574
2012	62.557	15.712	8.865	8.651	3.600	47.093	30.596	177.074
2013	68.679	17.932	8.036	9.261	1.245	42.588	30.931	178.672
2004-2013	-29.538	-5.747	-6.638	-	-151.276	12.147	15.343	-156.448
%	-43%	-32%	-82%	-	-12150%	28.5%	50%	-88%

Fonte: ANPROMIS, 2014

2.2- Superfície ocupada a nível da região do Alentejo

De acordo com o Quadro 2, a zona do Alentejo representa 58% da área total de cereais de outono-inverno em Portugal com 125.922 hectares de área declarada em 2013, sendo por isso culturas com grande relevo nesta região em termos de superfície ocupada. Devido a este facto a redução que se têm registado a nível nacional é acompanhada com grande ênfase nesta região, pois verifica-se também uma descida para quase metade da área ocupada pelos cereais na última década. Em relação aos últimos três anos, observa-se alguma estabilidade nas áreas semeadas. A grande redução de área ocorreu no trigo duro, sendo neste momento uma cultura com pouca expressão ao contrário do que se verificou há dez anos atrás, em que era o cereal com maior área semeada nesta região agrícola.

Quadro 2 - Evolução das áreas (hectare) declaradas por cultura - Alentejo (2004 a 2013)

Ano \ Cultura	Aveia	Centeio	Cevada	Cevada dística	Trigo duro	Trigo mole	Triticale	Total
2004	55.361	1.032	11.488	-	144.535	20.539	12.328	245.283
2005	61.908	370	29.212	-	1.723	101.392	21.185	215.790
2006	66.482	486	37.686	-	3.103	85.619	20.072	213.448
2007	38.881	200	35.004	-	1.293	40.346	17.342	133.066
2008	47.040	264	22.632	12.883	2.540	65.704	20.148	171.211
2009	46.126	157	16.831	16.318	6.691	38.205	19.850	144.178
2010	55.649	395	9.387	8.965	9.176	32.755	22.648	138.975
2011	47.127	209	5.266	8.312	2.766	27.438	21.499	112.617
2012	42.584	153	6.133	8.224	3.488	35.839	29.120	125.541
2013	48.175	151	5.938	8.611	1.108	32.461	29.478	125.922
2004-2013	-7.186	-881	-5.550	-	-143.427	11.922	17.150	-119.361
%	-15%	-583%	-93%	-	-12944%	37%	58%	-95%

Fonte: ANPROMIS, 2014

3- Fertilização de cereais de Inverno: trigo e cevada

3.1- Generalidades

A absorção dos elementos minerais nos cereais é intensa a partir do afilhamento e durante o encanamento até ao aparecimento da espiga. De forma geral o azoto e potássio são absorvidos com maior intensidade e com maior precocidade que o fósforo. O azoto é o principal elemento mineral e de maior influência no rendimento dos cereais. No entanto, cada um destes três elementos principais (azoto, fósforo e potássio) não produz efeito se estiverem presentes quantidades suficientes dos outros dois. A interacção entre o azoto e o potássio é provavelmente a mais importante. As doses elevadas de azoto na ausência de uma nutrição potássica suficiente faz com que os cereais se tornem mais sensíveis a doenças e acidentes, especialmente a “acama”, limitando por isso o rendimento, diminuindo a qualidade e peso específico. Devido ao potássio a eficácia do azoto pode aumentar em mais de 50%. O fósforo melhora a precocidade dos cereais e favorece o desenvolvimento radicular, tendo um papel essencial na formação da espiga e grão. O potássio tem especial importância nas funções que asseguram o crescimento da planta. A resistência dos cereais à geadas, à acama e às doenças é maior se dispuserem de uma alimentação mineral rica em potássio. Assim mesmo, o peso específico e o peso de 1000 grãos aumenta devido ao potássio (Jiménez *et al.*, 2009).

No Quadro 3 podemos observar a extracção média dos principais nutrientes que influenciam a produção de trigo e de cevada.

Quadro 3 – Extracção média de nutrientes nos cereais

Cereais de inverno	kg de nutriente/1000kg de grão produzido				
	Azoto	Fósforo	Potássio	Enxofre	Magnésio
Trigo	28-40	9-15	20-35	5	3,5-5
Cevada	24-28	10-12	19-35	4	5

Fonte: (Jiménez *et al.*, 2009)

3.2- Macronutrientes

Azoto

O azoto é essencial para o crescimento das plantas, sendo responsável pela produção de proteínas e é o componente central da clorofila, ou seja, é o elemento essencial para a fotossíntese. Também é a chave para alcançar altos rendimentos, e isso contribui para torná-lo um dos nutrientes com maior retorno nos sistemas de produção agrícola. De todos os nutrientes, o azoto é o elemento mais requerido em quantidade. Se a cultura é deficiente em azoto, as plantas aparecem atrofiadas, com as folhas mais velhas tornando-se amarelas e depois pálidas; pois o azoto é muito móvel nas plantas. Podem também ter folhas mais pequenas e em menor quantidade, atingindo a maturidade mais cedo do que as plantas com uma oferta adequada (Yara UK, 2010).

A disponibilidade do azoto é reduzida em solos leves ou arenosos, especialmente aqueles pobres em matéria orgânica, uma vez que é facilmente lixiviado. A alta pluviosidade também contribui para o aumento da lixiviação, que pode ter um efeito mais pronunciado no Outono, especialmente em solos com baixas reservas de azoto quando o sistema radicular ainda é pequeno. O fraco crescimento radicular, como resultado de más condições de solo, seca ou danos causados por pragas e doenças reduzem a capacidade das plantas para absorver o nutriente azoto (Yara International, 2011).

Fósforo

O fósforo desempenha um papel importante na transferência de energia dentro da planta, como tal é vital durante os períodos de crescimento rápido. Na fase inicial de crescimento promove o desenvolvimento radicular, o que também é importante para a absorção eficiente de outros nutrientes. A maioria dos solos terá fósforo suficiente para satisfazer a procura precoce. Mais tarde, o fósforo é necessário para a floração precoce e desempenha um papel importante no armazenamento de energia e no processo de transferência. É importante nos cereais pois favorece o desenvolvimento radicular e têm um papel essencial na formação do grão e da espiga (Yara UK, 2010).

As plantas que sejam deficientes em fósforo apresentam um crescimento atrofiado das raízes. Como o fósforo é móvel dentro da planta, são as partes mais antigas das plantas que mostram

sinais de deficiência em primeiro lugar, aparecendo nas folhas e caules um profundo avermelhado a cor roxa em volta das margens. Para além de plantas atrofiadas, as deficiências de fósforo podem ser difíceis de diagnosticar visualmente no campo, pelo que pode ser necessário a análise de tecidos das plantas. Os solos argilosos, ácidos e alcalinos possuem propriedades que tornam o fósforo indisponível (Yara International, 2011).

Potássio

O potássio actua no sistema de transporte das plantas e tem uma série de funções importantes para o crescimento da planta incluindo a produção de proteínas e intervêm na eficiência da fotossíntese. Também afecta a pressão de turgescência na planta ajuda a fortalecê-la tornando-se menos susceptível às doenças. No caso dos cereais aumenta a sua resistência às geadas, à acama e às doenças. Este nutriente influencia também o peso específico e a qualidade final, no caso de trigo no valor panificável e na cevada no valor de malte para o fabrico da cerveja (Yara UK, 2010).

Os sintomas de deficiência tornam-se visíveis em folhas mais velhas primeiro com uma clorose marginal e internerval, tornando-se necrótica em casos graves. As plantas também tendem a mostrar sinais de murchidez em dias quentes, mesmo quando nenhum outro sintoma pode ser visto. O potássio é um dos principais catiões do solo, sendo que são carregados nos minerais de argila. Assim, a sua presença no solo é em grande parte determinada pelo teor de argila e textura do solo. Os solos que são de baixo teor de argila, que tenham pouca luz ou solos arenosos são propensos à lixiviação do potássio, especialmente após chuvas fortes. Vários estudos mostram que solos com alto teor de areia e alta pluviosidade, cerca de 45-50% do potássio pode ser perdido após a aplicação. A disponibilidade para as plantas também pode ser reduzida quando o pH do solo é baixo, ou em que o nível de magnésio do solo é alto devido às interacções entre os dois nutrientes (Yara International, 2011).

Enxofre

O enxofre desempenha um papel essencial nos cereais como componente de proteína, portanto, se apresentar deficiência a síntese das proteínas é inibida. Como a proteína está localizada nos cloroplastos, as plantas que são deficientes em enxofre têm folhas mais pálidas. Devido ao papel central do azoto e do enxofre na produção de proteínas, existe uma relação estreita entre a

aportação dos dois nutrientes dentro da planta. A aplicação de altas doses de azoto podem causar deficiências de enxofre se a oferta não é suficiente e, inversamente a eficiência de absorção do azoto é melhorada com uma oferta adequada de enxofre. O Enxofre também desempenha um papel importante na melhoria da qualidade do grão, com melhorias na qualidade de panificação em trigo através de um aumento no volume do pão e os benefícios em termos de qualidade de malte e sabor de cerveja na cevada. Os sintomas de deficiência de enxofre são semelhantes aos do azoto, expressos como uma palidez das folhas, e pode ser visto nas folhas jovens pois é um nutriente pouco móvel no interior da planta. O enxofre é muito móvel no solo, similar ao azoto, tornando-se facilmente lixiviável principalmente com solos arenosos em áreas de alta pluviosidade (Yara UK, 2010).

Magnésio

O magnésio é o elemento central da molécula de clorofila nas plantas, como tal, tem um papel importante na fotossíntese, no entanto, apenas uma pequena proporção de magnésio total da planta é encontrada aqui. Também desempenha um papel importante na síntese de proteínas e no metabolismo do fósforo e azoto (Yara International, 2011) .

As folhas mais velhas são as primeiras a mostrar sinais de deficiência com o amarelecimento internerval, seguido da coloração roxa espalhando-se a partir das margens da folha. As folhas podem começar a enrolar, e a necrose pode ocorrer, seguido de desfolha precoce, resultando em crescimento e produtividade reduzida (Yara UK, 2010).

A disponibilidade é reduzida em solos leves, devido à baixa porção de partículas de argila e em solos com falta de capacidade para fixar o nutriente o que permite ser facilmente lixiviado. A situação é agravada em solos com baixo pH (solos ácidos), altos níveis de potássio no solo, condições de crescimento com frio, períodos de seca e as condições geralmente pobres do solo podem reduzir ainda mais a absorção pela planta (Yara UK, 2010).

Um nível adequado de magnésio no solo é importante para a absorção satisfatória, especialmente em épocas de alta necessidade (Yara International, 2011).

No entanto, devido às interações com outros nutrientes, tais como o potássio, este pode não ser suficiente para assegurar um nível adequado, sendo por isso necessário aplicar magnésio adicional (Yara UK, 2010).

3.3.- Fertilização azotada

Esta fertilização deve corrigir e completar o tempo de libertação do azoto a partir da matéria orgânica. Assim, o estabelecimento das doses de fertilizante e a data de aplicação constituem um problema importante e por sua vez complexo e aleatório, que cada ano se apresenta de forma diferente ao agricultor. Para tomar esta decisão deve-se ter em conta um conjunto de conhecimentos (necessidades da cultura, reservas de solo, clima e resíduos da cultura anterior), de observação (estado do meio e da cultura) e estimativas aproximadas (meteorologia futura e potencial de rendimento da cultura) (López Bellido, 2006).

A diferença de absorção do azoto na colheita e as disponibilidades do solo determinam teoricamente o fertilizante a aplicar. Contudo, será necessário introduzir um índice corrector, referente à eficácia real da fertilização. Este índice de eficácia considera-se que em condições de campo varia de 40-80%, quando exista um deficit hídrico ou a fertilização seja feita na sementeira, a eficácia do azoto pode ser inferior (López Bellido, 2006).

Fertilização azotada em trigo

As necessidades do azoto do trigo são em média 30kg por cada 1000kg de grão produzido. Estas necessidades podem variar, segundo as variedades e condições ambientais, desde 28-40 kg de azoto por cada 1000kg de trigo, sendo que a resposta é mais eficiente nas variedades modernas de porte baixo. Outro dado a considerar é o remanescente de azoto não utilizado pela cultura, que para solos profundos se estima de num nível médio de 30kg/ha. As doses em unidades de fertilizante azotadas normalmente aplicadas em trigo variam entre 120-200kg/ha segundo o rendimento esperado, a pluviometria e as técnicas culturais. Em zonas mais marginais, com deficit hídrico, as doses são inferiores situando-se entre 80-100kg/ha (Jiménez *et al.*, 2009).

O conteúdo de proteínas do grão está directamente relacionado com a aplicação de azoto, isto é, a aplicação de azoto segundo as necessidades da cultura influenciam positivamente na qualidade da farinha e sêmola nos trigos (Lopés-Bellido *et al.*, 2007).

O fraccionamento das doses globais de fertilizante azotado, dependerá das condições climáticas durante o crescimento do trigo e das práticas de cultivo, em especial a época de sementeira, a densidade de plantas e as características da variedade. O fraccionamento deve ter em conta a influência e importância da lixiviação invernal e que as maiores necessidades de azoto durante o

ciclo vegetativo no trigo são entre o período compreendido entre o afilhamento e o encanamento (López Bellido, 2006).

Fertilização azotada da cevada

A cultura da cevada extrai do solo em média 25kg de azoto por cada 1000kg de grão produzido. Com frequência o aumento da acama por aplicação de doses altas de azoto, limita a resposta do nutriente nalgumas variedades de cevada. A interacção ente o azoto e a água influenciam muito o rendimento e o conteúdo em proteínas da cevada. Da mesma forma, esta interacção é o principal factor determinante do conteúdo de proteínas no grão. Em condições de regadio, o conteúdo de proteínas não varia muito até que a dose supere os 100kg/ha, incrementando-se rapidamente a partir desta dose. Em sequeiro, o nível de proteínas do grão aumenta com a aplicação de quantidades relativamente pequenas de azoto (Jiménez *et al.*, 2009).

Os mesmos autores referem que em zonas mais húmidas ou regadio, com rendimentos entre 3.000-5.000kg/ha, a dose de aplicação varia entre 80-140kg/ha, sem que o fraccionamento da dose na sementeira e afilhamento influencie o rendimento. Patanita & López-Bellido (2007) referem doses entre 125 e 150 kgN/ha e fraccionamentos com aplicação de azoto à sementeira e ao encanamento como as condições mais indicadas para atingir produtividades elevadas em regadio. Em sequeiro ou zonas mais secas, com rendimentos médios de cevada em torno de 2.000kg/ha, não costuma existir resposta por parte da cultura acima dos 50kg/ha (Jiménez *et al.*, 2009).

3.4- Fertilização fosfopotássica

No caso do fósforo e potássio, elementos que são retidos pelo solo, o conhecimento do seu nível deve ter em conta as extracções realizadas pelas colheitas e as restituições que devem permitir estimar as quantidades necessárias a fornecer. Estes cálculos de balanço devem ser comprovados mediante outro método essencial de informação sobre a nutrição mineral das culturas, que é experimentação prática nas condições locais. Desta forma podem ser fixadas doses de adubo recomendadas por determinado meio. A quantidade de fertilizante de fósforo e potássio deve fixar-se em função das extracções reais do cereal e do nível de fertilidade do solo, que determina o grau de resposta do adubo. Pode obter-se uma boa resposta dos cereais de inverno à fertilização com fósforo e potássio em solos com baixo-médio conteúdo destes dois nutrientes. No entanto, o problema é mais complexo e generalização dos níveis críticos pode conduzir a erro, pois dependem também do clima, tipo de solo e sistema de cultivo. Um dos aspectos mais problemáticos em relação ao fósforo diz respeito à sua fixação no solo, que pode resultar numa eficácia de apenas 20%. Para além disto, é necessário ter em conta a escassa mobilidade e absorção pela planta em condições de frio ou de seca, frequente no crescimento dos cereais de inverno. Factores como a capacidade de fixação do solo, o nível de carbonato cálcico, pH, tipo de argila, percentagem de matéria orgânica condicionam a eficácia da aplicação de fósforo. Por todas estas razões, é aconselhável aplicar quantidades mais elevadas de adubo que as indicadas nas extracções da cultura e nível de solo, com a finalidade de conservar ou aumentar a solubilidade do fertilizante. Em relação ao potássio, as doses dependerão da eficácia do fertilizante e dos níveis de transformação da forma assimilável do fertilizante. Grande parte do potássio absorvido pelos cereais é restituído ao solo como resíduos da cultura. Pode ocorrer uma lixiviação limitada do potássio com altas precipitações ou em solos arenosos. É aconselhável realizar aplicações anuais de fósforo e potássio, devido aos baixos conteúdos destes dois elementos na maioria dos solos (Jiménez *et al.*, 2009).

Fertilização fosfopotássica em trigo

O trigo tem necessidades em fósforo (P₂O₅) em torno de 12 kg e em potássio (K₂O) de 25 kg por cada 1.000kg de grão produzido, incluindo os órgãos vegetativos correspondentes. Nos solos que tenham reservas suficientes de fósforo e potássio só é necessário restabelecer as quantidades extraídas pela colheita anterior, realizando uma adubação de manutenção. Quando o solo seja mais pobre nestes nutrientes será necessário realizar uma fertilização de correcção para subir as reservas até ao nível óptimo. Para ajudar a estabelecer as quantidades a aplicar poderá recorrer-se a análises periódicas de fósforo e potássio assimiláveis. O rendimento do trigo em solos com conteúdos baixos e médios de potássio num perfil de 0-15 cm aumenta com a aplicação de fertilização potássica (Jiménez *et al.*, 2009).

Fertilização fosfopotássica em cevada

A fertilização é igual à mencionada para o trigo. O fósforo aumenta a resistência da cevada ao frio invernal, tendo uma interacção com a temperatura, especialmente em solos com escasso conteúdo do nutriente. Quando o nível do fósforo no solo é baixo, as aplicações de azoto reduzem a resistência ao frio da cevada (Jiménez *et al.*, 2009).

4- Características do fertilizante YaraMila Actyva

4.1- Especificações técnicas

Fórmula Química: 20-7-10 + 10S + 2MgO (MOP)

Especificações:

Azoto (N) Total: 20% (Azoto (N) Nítrico: 7,8%; Azoto (N) Amoniacal: 12,3%)

Pentóxido de Fósforo (P₂O₅): solúvel em citrato de amónio neutro e água: 7%

Óxido de Potássio (K₂O): solúvel em água 10%

Óxido de Magnésio (MgO): solúvel em água: 2%

Trióxido de Enxofre (SO₃): solúvel em água: 10%

4.2- Balanço de nutrientes

Quando aumentamos a produtividade como resultado da aplicação de um único nutriente como o azoto, a necessidade para os demais nutrientes também aumenta. Se a cultura em desenvolvimento não tem acesso a uma alimentação equilibrada ao longo do ciclo vegetativo, o rendimento e a qualidade vão ser afectados negativamente. É por isso que produtos YaraMila são formuladas num balanço específico de acordo com as necessidades dos cereais (Yara International, 2008).

4.3- Libertação de nutrientes e Absorção

Os fertilizantes YaraMila absorvem rapidamente a água quando em contacto com o solo. O adubo YaraMila dissolve-se rapidamente e uniformemente quando em contacto com o solo em condições húmidas ou depois de uma noite de orvalho. Isto significa que o YaraMila deve ser aplicado quando a cultura mais necessita, por exemplo, nas fases críticas, quando as raízes são formadas ou durante períodos de frutificação. Em climas secos, a maior solubilidade dos produtos YaraMila ajuda os nutrientes a atingirem as raízes onde a humidade do solo é limitada. Em climas tropicais, os nutrientes movem-se rapidamente no solo, evitando a possibilidade de solo escoamento superficial devido à chuva forte. O que quer que as condições climáticas estão presentes, o YaraMila é formulado para dar acesso rápido às culturas os nutrientes necessários

para o seu desenvolvimento e deve ser aplicado no momento certo e na quantidade correcta para essa cultura (Yara International, 2008).

4.4- Fonte de azoto eficiente

De acordo com o processo de fabrico e fórmula, o azoto nos produtos YaraMila Actyva está presente em 40-45% na forma nítrica e de 55-60% na forma amoniacal. A alta concentração de nitrato serve para fornecer uma rápida fonte azoto à cultura e garantir um bom desenvolvimento das raízes, enquanto a fracção amoniacal é importante para manter um fornecimento constante de azoto. Para além disto, o azoto nítrico contribui também para a absorção de nutrientes carregados positivamente (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+). Este efeito sinérgico de nitrato com outros nutrientes importantes, aumenta o rendimento e qualidade das culturas. Comparado com amónio puro ou fertilizantes com base em ureia, os produtos YaraMila são significativamente mais eficazes em condições de igualdade de azoto, portanto, dando melhores rendimentos e qualidade (Yara International, 2008).

A aplicação na período correcto de YaraMila também minimiza as perdas de azoto em comparação com outros fertilizantes ternários e simples. Pois significa menos perda de nutrientes, mas também significa um menor impacto ambiental desta fonte mais eficiente de azoto. Comparado com ureia ou adubos com base em ureia, as perdas por volatilização do YaraMila são insignificantes (Yara International, 2008).

4.5- Fonte de fósforo eficiente

O fósforo no adubo YaraMila Actyva está totalmente disponível para as plantas, pois apresenta-se na forma de ortofosfatos e polifosfatos (65-95%) solúveis em água e em citrato de amónio solúvel (5-35%). A combinação de diferentes formas permite dar uma maior duração e mais eficaz disponibilidade do fósforo para a cultura numa ampla gama de tipos de solo. Os grânulos de YaraMila contêm 20-25% do fósforo total como polifosfatos, que são cadeias de 2-4 moléculas individuais de fosfato formadas numa reacção de condensação por meio de um tratamento térmico adicional no fabrico do fertilizante (Yara International, 2008).

Particularmente em solos neutros ou alcalinos os polifosfatos podem melhorar a absorção e produção de fósforo. O componente polifosfato também pode ajudar na disponibilidade de

micronutrientes para o cultivo numa grande variedade de condições do solo. Os polifosfatos presentes nos grânulos podem mobilizar Cobre (Cu), Zinco (Zn) e Manganês (Mn), a partir de fontes não prontamente disponíveis no solo por sequestro, ou seja, os polifosfatos produzem um efeito de atracção aos micronutrientes presentes no solo (Yara International, 2008).

Esta alta disponibilidade de fósforo significa que todos os produtos YaraMila são ideais para aplicação no momento em que o cereal apresenta taxas elevadas de necessidade em fósforo ou quando as altas concentrações de fósforo na solução de solo são necessárias para impulsionar o crescimento da raiz na fase inicial de crescimento. Devido à libertação rápida de fósforo e à alta do eficácia do Actyva, este adubo foi desenvolvido para um fornecimento de nutrientes direccionado, como parte de um programa de nutrição completa dos cereais. Mesmo com diferentes tipos de solos e condições climáticas distintas o Actyva pode substituir a aplicação mais tradicional de fósforo e potássio dos adubos simples. A sinergia de nutrientes aplicada simultaneamente em formas mais eficientes permitem uma maior absorção de nutrientes e, portanto melhores rendimentos (Yara International, 2008).

4.6- Fonte de Potássio eficiente

O potássio do Actyva encontra-se sob a forma de cloreto (MOP) totalmente solúvel em água, pois trata-se de uma cultura perfeitamente tolerante à aplicação desta forma de potássio e também devido ao agravamento de custo da fertilização com a utilização da forma de Sulfato (SOP) pois é uma matéria prima com maior valor económico (Yara International, 2008).

4.7- Formulações eficientes – macronutrientes secundários

O adubo YaraMila Actyva possui também na sua formulação macronutrientes secundários como o magnésio (Mg) e enxofre (S), dois nutrientes muito importantes nos cereais como já foi descrito anteriormente (Yara International, 2008).

4.8- Aplicação homogênea em cobertura

O granulado é sob a forma de pérola, ou seja, possui um aspecto de superfície arredondada e de forma mais regular. Como o granulado apresenta partículas de diferentes dimensões (2-4mm), isto é, umas maiores e mais densas que atingem uma distância maior e outras partículas mais leves e menores que se vão distribuir a menor distância. Por outro lado tratando-se de uma adubo complexo, ou seja, cada grânulo contém todos os nutrientes presentes na sua fórmula; permite a ausência de segregação no saco, no distribuidor centrífugo e no terreno onde é aplicado, que neste caso poderá provocar um crescimento desigual da cultura devido às diferentes concentrações de nutrientes que as plantas vão dispor (Yara International, 2008).

5- Caracterização do Ensaio

5.1- Localização

Os campos de ensaios foram instalados no Centro Experimental da Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Beja, em solos cartografados nas famílias Bp e Bpc, integrados na ordem dos Barros e Subordem Barros Pretos, sob influência do clima mediterrânico do sul de Portugal.

5.2- Clima

5.2.1 – Campanha 2011-2012

No Quadro 4 indicam-se os valores mensais da precipitação, da média das temperaturas máximas e da média das temperaturas mínimas no ano agrícola 2011-2012. De destacar a precipitação de 385 mm para o ano agrícola referido, sendo que no mês de Novembro se registou um volume de precipitação de 110 mm, ou seja, neste mês registou-se quase metade do volume total, facto que contribuiu para o atraso na sementeira. Por outro lado, no mês de Fevereiro choveu apenas 1 mm, o que mostra a extrema irregularidade da distribuição da precipitação, com consequências negativas para o crescimento e desenvolvimento das culturas. A média da temperatura máxima mais elevada durante o período cultural foi de 29,9°C (Junho) e a média da temperatura mínima mais baixa foi de 1,2°C (Fevereiro).

Quadro 4 – Precipitação, média das temperaturas máximas e média das temperaturas mínimas no ano agrícola 2011-2012

	Meses											
	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago
Precipitação (mm)	57,7	66,5	110,5	10,4	14,4	1,0	39,6	41,3	40,2	2,4	0	1,1
Média temp. máxima (°C)	30,5	28,0	18,1	15,3	16,2	15,9	21,1	17,8	26,8	29,9	32,9	32,8
Média temp. mínima (°C)	14,4	12,8	9,2	4,9	4,1	1,2	6,2	7,2	11,6	13,7	13,9	15,4

Fonte: COTR, 2014

5.2.2 – Campanha 2012-2013

No ano agrícola de 2012-2013 verificou-se uma precipitação anual de 668 mm, voltando a ser o mês de Novembro aquele onde se registou o maior volume de precipitação (190 mm), logo seguido do mês de Março com 173 mm. Nestes dois meses registou-se mais de metade do volume total da precipitação do ano agrícola. Se a precipitação de Março foi decisiva para o potencial produtivo das culturas, a de Novembro revelou-se negativa, pois dificultou a preparação do terreno e a instalação do ensaio. A média da temperatura máxima mais elevada durante o período cultural foi de 30,0°C (Junho) e a média da temperatura mínima mais baixa foi de 4,0°C (Fevereiro) (COTR, 2014).

Quadro 5 – Precipitação, média das temperaturas máximas e média das temperaturas mínimas no ano agrícola 2012-2013

	Meses											
	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago
Precipitação (mm)	28,7	74,3	189,5	51,3	70,6	42,0	172,7	17,2	10,0	5,2	0,2	6,7
Média temp. máxima (°C)	29,9	24,0	16,9	15,3	15,4	14,6	16,3	20,7	24,3	30,0	33,8	35,0
Média temp. mínima (°C)	15,6	12,0	8,3	6,5	6,5	4,0	7,8	7,8	9,0	13,1	15,9	15,9

Fonte: COTR, 2014

6- Métodos e Material

6.1- Delineamento experimental

Para efectuar os ensaios foram utilizadas parcelas de 100m² (5 m x 20 m), sujeitas a um delineamento experimental de blocos casualizados, com 2 repetições. Os resultados obtidos resultaram da análise de duas amostragens realizadas ao acaso em cada repetição, ou seja, da análise de quatro repetições.

O factor de estudo foi a fertilização, tendo-se estudado em qualquer dos ensaios quatro modalidades.

No ano 2011-2012, em cevada dística (variedade ‘Pewter’), as modalidades em estudo são as que se indicam no Quadro 6.

Quadro 6 – Modalidades realizadas no ensaio de cevada dística (var. ‘Pewter’) – campanha 2011-2012

Modalidades	Tipo de adubação	Produto	Dose (kg/ha)	UNF aplicadas					Estado fenológico	Data
				N	P	K	Mg	S		
1	Fundo	20.20.0	200	40	40	0	0	0	Sementeira	28.12.2013
	Cobertura	27.0.0	200	54	0	0	0	0	Início afilhamento	08.02.2013
	Total		400	94	40	0	0	0		
2	Cobertura	YaraMila Actyva 20.7.10	470	94	33	47	9	47	Início afilhamento	08.02.2013
3	Cobertura	YaraMila Actyva 20.7.10	575	115	40	58	11	58	Início afilhamento	08.02.2013
4	Testemunha sem adubação									

No ano 2012-2013, em trigo mole (variedade ‘Torero’), as modalidades em estudo são as que se indicam no Quadro 7.

Quadro 7 – Modalidades realizadas no ensaio de trigo mole (var. ‘Torero’) – campanha 2012-2013

Modalidades	Tipo de adubação	Produto	Dose (kg/ha)	UNF aplicadas					Estado fenológico	Data
				N	P	K	Mg	S		
1	Fundo	20.20.0	200	40	40	0	0	0	Sementeira	28.12.2013
	Cobertura	27.0.0	200	54	0	0	0	0	Início afilhamento	08.02.2013
		Total	400	94	40	0	0	0		
2	Cobertura	YaraMila Actyva 20.7.10	470	94	33	47	9	47	Início afilhamento	08.02.2013
3	Cobertura	YaraMila Actyva 20.7.10	370	74	26	37	7	37	Início afilhamento	08.02.2013
		YaraLiva Nitrabor 15,5.0.0	150	23	-	-	-	-	Emborrachamento	08.03.2013
		Total	520	97	26	37	7	37		
4	Testemunha sem adubação									

Realizou-se a análise de variância dos dados registados e o teste LSD ($p < 0,05$) para comparação de médias, utilizando o programa Statistix 8.0.

6.2- Agronomia

O itinerário técnico de cada um dos ensaios está descrito nos Quadro 8 e 9, respectivamente para o ano agrícola 2011-2012 e 2012-2013, cevada dística e trigo mole.

Quadro 8 – Itinerário técnico no ensaio de cevada dística (var. ‘Pewter’) – campanha 2011-2012

Operação	Data	Máquina utilizada	Produto	Dose
Preparação de solo		Charrua		
Preparação de solo		Grade de discos		
Preparação de solo		Vibrocultor		
Sementeira	22.12.2011	Semeador de linhas	Cevada dística	191 kg/ha
Adubação de fundo (Modalidade 1)	22.12.2011	Semeador de linhas	20.20.0	200 kg/ha
Cobertura (Modalidade 1)	23.02.2012	Distribuidor centrífugo	27.0.0	200 kg/ha
Cobertura (Modalidade 2)	23.02.2012	Distribuidor centrífugo	YaraMila Actyva 20.7.10	470 kg/ha
Cobertura (Modalidade 3)	23.02.2012	Distribuidor centrífugo	YaraMila Actyva 20.7.10	575 kg/ha
Controlo de infestantes	12.03.2012	Pulverizador de barra		
Controlo de doenças	12.04.2012	Pulverizador de barra		
Colheita	27.06.2012	Ceifeira debulhadora		

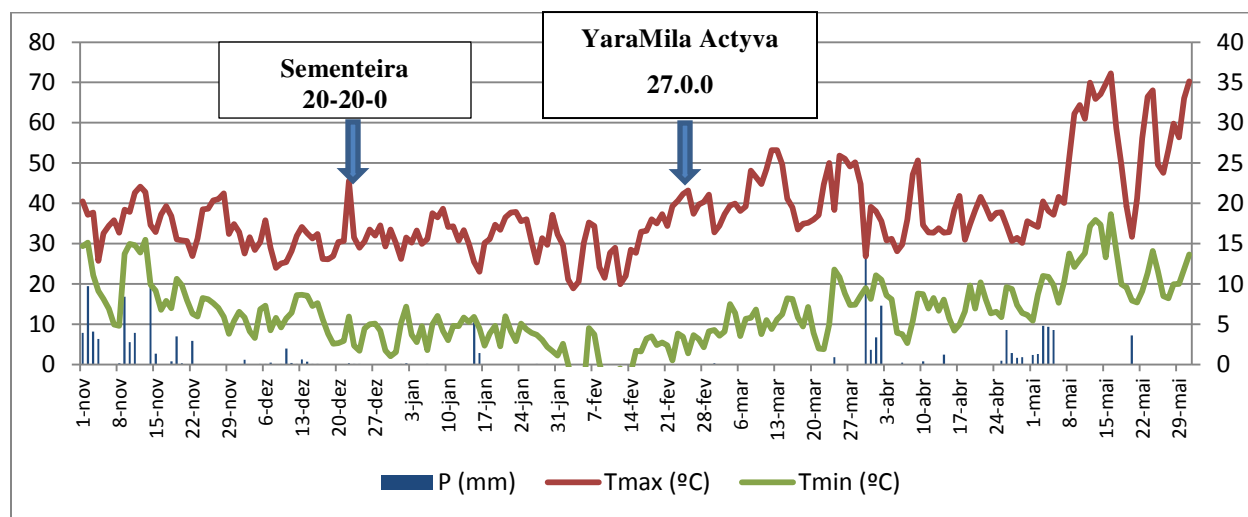


Fig. 1 - Precipitação, média das temperaturas máximas e média das temperaturas mínimas de 01-11-2011 a 31-05-2012 e adubações efectuadas no ensaio (Beja, 2011-2012).

Quadro 9 – Itinerário técnico no ensaio de trigo mole (var. ‘Torero’) – campanha 2012-2013

Operação	Data	Máquina utilizada	Produto	Dose
Preparação de solo		Charrua		
Preparação de solo		Grade de discos		
Preparação de solo		Vibrocultor		
Sementeira	28.12.2012	Semeador de linhas	Cevada dística	163 kg/ha
Adubação de fundo (Modalidade 1)	28.12.2012	Semeador de linhas	20.20.0	200 kg/ha
Cobertura (Modalidade 1)	08.02.2013	Distribuidor centrífugo	27.0.0	200 kg/ha
Cobertura (Modalidade 2)	08.02.2013	Distribuidor centrífugo	YaraMila Actyva 20.7.10	470 kg/ha
Cobertura (Modalidade 3)	08.02.2013	Distribuidor centrífugo	YaraMila Actyva 20.7.10	370 kg/ha
Cobertura (Modalidade 3)	08.03.2013	Distribuidor centrífugo	YaraLiva Nitabor 15,5.0.0	150 kg/ha
Controlo de doenças	08.04.2013	Pulverizador de barra		
Controlo de infestantes	16.04.2013	Pulverizador de barra		
Controlo de doenças	24.04.2013	Pulverizador de barra		
Colheita	27.06.2013	Ceifeira debulhadora		

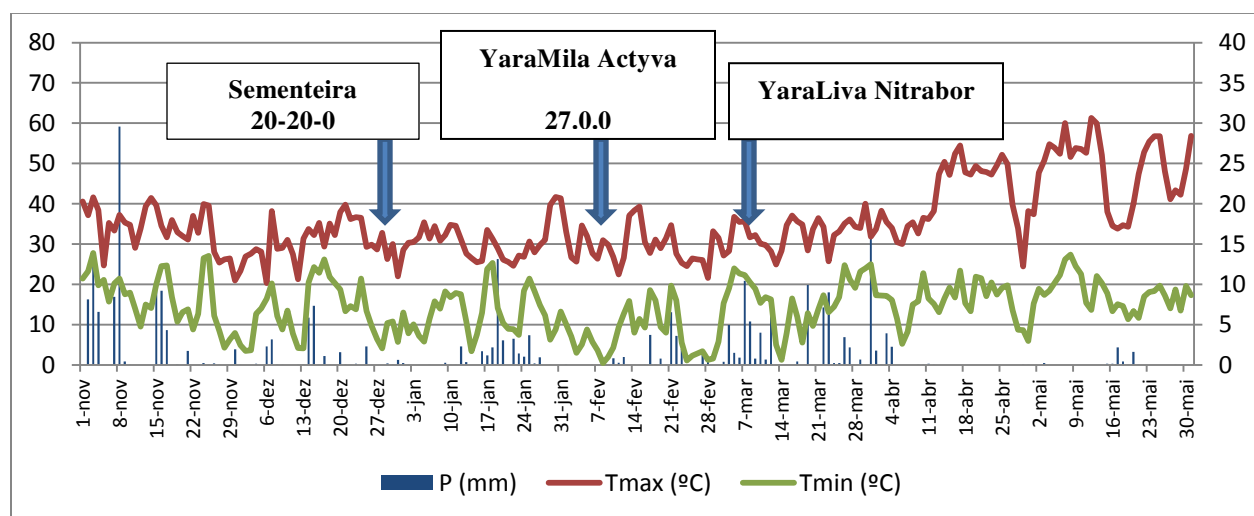


Fig. 2 - Precipitação, média das temperaturas máximas e média das temperaturas mínimas de 01-11-2012 a 31-05-2013 e adubações efectuadas no ensaio (Beja, 2012-2013).

7- Resultados

7.1- Características analisadas - ensaio de cevada dística (2011-2012)

No Quadro 10 são apresentados os resultados da produção de grão (kg/ha), massa do hectolitro (kg/hl) e teor de proteína (%) por modalidade de adubação.

Quadro 10 – Produção de grão (kg/ha), massa do hectolitro (kg/hl) e teor de proteína (%) por modalidade de adubação, em cevada dística (var. ‘Pewter’), Beja (2011-2012).

Modalidade	Adubação de fundo		Adubação de cobertura		Características analisadas		
	Produto	Dose (kg/ha)	Produto	Dose (kg/ha)	Produção (kg/ha)	Massa do hectolitro (kg/hl)	% Proteína
1	20.20.0	200	27.0.0	200	4355 ab	69,9 a	12,2 c
2	-	-	YaraMila Actyva 20.7.10	470	4458 a	68,5 b	13,3 b
3	-	-	YaraMila Actyva 20.7.10	575	4136 b	67,2 c	14,4 a
4	Testemunha sem adubação				2742 c	70,5 a	9,9 d
Média					3923	69,0	12,5
Coef.Var(%)					3,83	1,08	3,90

Letras minúsculas diferentes indicam diferenças com $P < 0,05$, de acordo com o teste LSD.

A produção de grão mais elevada foi obtida na modalidade 2, com 4458 kg/ha, estatisticamente semelhante ao valor da modalidade 1 (4355 kg/ha) e diferente das restantes. A modalidade 4 sem qualquer tipo de adubação, obteve a produção mais baixa (2742 kg/ha).

No que diz respeito à massa do hectolitro, a modalidade 4 alcançou o maior valor, mas estatisticamente idêntico ao obtido na modalidade 1. Seguiram-se os valores obtidos nas modalidades 2 e 3, diferentes entre elas e das restantes.

O teor de proteína foi estatisticamente diferente em todas as modalidades, tendo sido o mais elevado obtido na modalidade 3 (575 kg/ha YaraMila Actyva) e o mais baixo na modalidade 4 (sem adubação).

Parece-nos que os resultados obtidos foram particularmente influenciados pelas condições climáticas, em especial pela precipitação. Este elemento climático é, nas condições mediterrânicas, aquele que mais condiciona o desenvolvimento, a produtividade e a qualidade dos cereais de sequeiro. No ano agrícola de 2011-2012 a precipitação registada foi baixa e heterogénea ao longo da campanha, faltando por isso em meses cruciais como foi o mês de Fevereiro, em que a cevada se encontrava no estado vegetativo – afilamento, estágio este de extrema importância para o desenvolvimento do cereal pois é nesta fase que começam as maiores necessidades de água e nutrientes para as plantas. Apesar desta situação, é possível comprovar a eficácia a única aplicação com adubo Actyva em cobertura em termos de produção e qualidade do cereal obtido.

Tendo em conta que a percentagem de proteína do grão de cevada para malte se deve situar entre 9-12% do peso seco para satisfazer os parâmetros que estabelece a Indústria Malteira, sendo que o intervalo óptimo se deverá situar entre 10-11% (Moreno *et al*, 2002), a modalidade única com Actyva na dose de 470kg/ha conduziu a um valor acima (13%) do recomendado. Tal resultado pode ter sido devido à reduzida precipitação que não proporcionou a esperada diluição do azoto aplicado em cobertura (94 kg/ha). Provavelmente, uma redução na dose poderia ter conduzido a um menor teor de proteína do grão mantendo o nível de produção de grão atingido.

7.2- Características analisadas – ensaio de trigo mole (2012-2013)

No Quadro 11 são apresentados os resultados da produção de grão (kg/ha), massa do hectolitro (kg/hl) e teor de proteína (%) por modalidade de adubação.

Quadro 11 – Produção de grão (kg/ha), massa do hectolitro (kg/hl) e teor de proteína (%) por modalidade de adubação, em trigo mole (var. ‘Torero’), Beja (2012-2013).

Modalidade	Adubação de fundo		Adubação de cobertura		Características analisadas		
	Produto	Dose (kg/ha)	Produto	Dose (kg/ha)	Produção (kg/ha)	Massa do hectolitro (kg/hl)	% Proteína
1	20.20.0	200	27.0.0	200	3480 a	80,6 b	10,58 a
2	-	-	YaraMila Actyva 20.7.10	470	3839 a	81,4 b	10,47 a
3	-		YaraMila Actyva 20.7.10	370	3066 a	81,2 b	10,31 a
			YaraLiva Nitabor 15,5.0.0	150			
4	Testemunha sem adubação				1762 b	83,5 a	8,78 b
Média					3037	81,7	10,04
Coef.Var(%)							

Letras minúsculas diferentes indicam diferenças com $P < 0,05$, de acordo com o teste LSD.

Em relação à produção de grão, a modalidade 2 obteve o valor mais elevado (3839 kg/há) seguida pela modalidade 1 (3480 kg), enquanto a modalidade 3 (1762 kg/há) registou o valor mais baixo das modalidades com fertilização, embora sem diferenças significativas entre elas. Na modalidade sem adubação obteve-se uma reduzida produção de grão, estatisticamente diferente das restantes modalidades.

No que diz respeito à massa do hectolitro, a modalidade 4 alcançou o maior valor, enquanto que as modalidades com fertilização registaram valores estatisticamente semelhantes, com ligeira vantagem para a modalidade.

Em termos de teor de proteína, a situação é inversa do que se registou para a massa do hectolitro, com o valor mais baixo a ser registado pela modalidade 4 (testemunha), enquanto que as restantes apresentaram valores estatisticamente idênticos.

À semelhança do que se verificou para a cevada em 2011-2012, também para o trigo em 2012-2013, os resultados obtidos com a solução de uma única aplicação de YaraMila Actyva na dose de 470kg/ha apresenta-se como a modalidade que obteve melhor resultados em termos produtivos e qualitativos. Apesar da diferença no que respeita ao volume e distribuição da precipitação, esta modalidade revela-se como a mais interessante nos dois anos agrícolas.

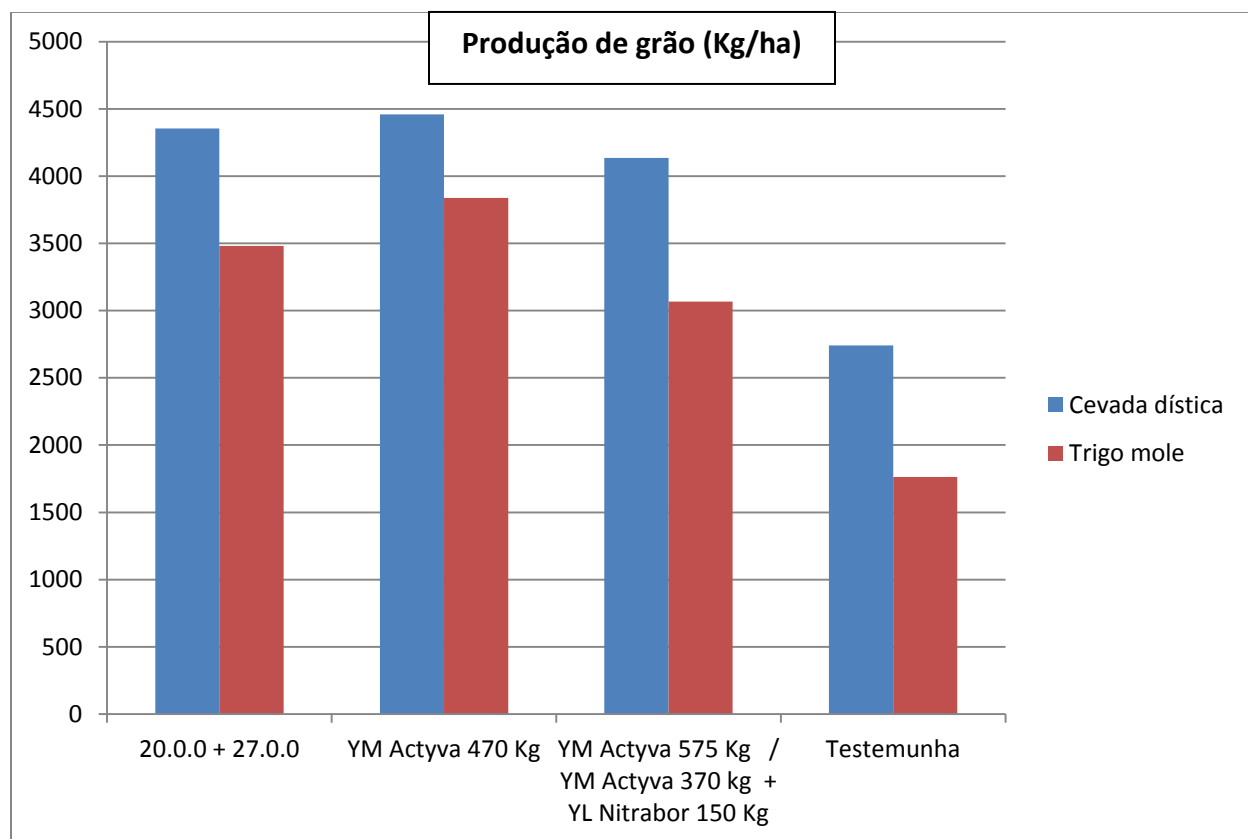


Fig. 3 – Produção de grão (kg/ha) por modalidade no ano agrícola 2011-2012 e 2012-2013, cevada dística e trigo mole.

7.3- Cálculo de custo de fertilização - ensaio de cevada dística (2011-2012)

No Quadro 12 são apresentados os valores de custo de cada fertilizante por hectare segundo a dose (kg/ha) utilizada nos ensaios. O valor de cada fertilizante teve por base o valor médio de venda ao público na campanha 2011-2012.

Quadro 12 - Custo de cada fertilizante segundo a dose utilizada nos ensaios

Fertilizantes	Preço (€/kg)	Dose (kg/ha)	Custo (€/ha)
20.20.0	0,42	200	84
27.0.0	0,33	200	66
YaraMila Actyva 20.7.10	0,41	575	235
YaraMila Actyva 20.7.10	0,41	470	192

No Quadro 13 são apresentados os custos de cada modalidade por hectare consoante os fertilizantes utilizados no ensaio de cevada dística.

Quadro 13 - Custo de fertilização por modalidade ensaio cevada dística (2011-2012)

Modalidade	Adubação fundo			Adubação cobertura			Custo TOTAL (€/ha)
	Produto	Dose (kg/ha)	Custo (€/ha)	Produto	Dose (kg/ha)	Custo (€/ha)	
1	20.20.0	200	84	27.0.0	200	66	150
2	-	-	-	YaraMila Actyva 20.7.10	470	192	192
3	-	-	-	YaraMila Actyva 20.7.10	575	235	235
4	-	-	-	-	-	-	0

As modalidades 3 e 4 onde foram utilizadas a fertilização única com o Actyva numa dose de 575 kg/ha e 470 kg/ha apresentam o maior custo por hectare respectivamente. A modalidade convencional apresenta a valor mais baixo em termos de custo.

7.4- Cálculo de custo de fertilização - ensaio de trigo mole (2012-2013)

No Quadro 14 são apresentados os valores de custo de cada fertilizante por hectare segundo a dose (kg/ha) utilizada nos ensaios, o valor de cada fertilizante teve por base o valor médio de venda ao público na campanha 2012-2013.

Quadro 14 - Custo de cada fertilizante segundo a dose utilizada nos ensaios

Fertilizantes	Preço (€/kg)	Dose (kg/ha)	Custo (€/ha)
20.20.0	0,39	200	78
27.0.0	0,295	200	59
YaraMila Actyva 20.7.10	0,40	470	188
YaraMila Actyva 20.7.10	0,40	370	148
YaraLiva Nitrabor 15,5.0.0	0,37	150	56

No Quadro 15 são apresentados os custos de cada modalidade por hectare consoante os fertilizantes utilizados no ensaio de trigo mole.

Quadro 15 - Custo de fertilização por modalidade ensaio trigo mole (2012-2013)

Modalidade	Adubação fundo			Adubação cobertura			Custo TOTAL (€/ha)
	Produto	Dose (kg/ha)	Custo (€/ha)	Produto	Dose (kg/ha)	Custo (€/ha)	
1	20.20.0	200	78	27.0.0	200	59	137
2	-			YaraMila Actyva 20.7.10	470	188	188
3	-			YaraMila Actyva 20.7.10	370	148	204
				YaraLiva Nitrabor 15.0.0	150	56	
4	-						0

As modalidades 3 e 4 onde foram utilizadas a fertilização única com o Actyva numa dose de 575 kg/ha e 470 kg/ha apresentam o maior custo por hectare respectivamente. A modalidade convencional com aplicação de adubo em fundo e em cobertura apresenta o valor mais baixo em termos de custo.

7.5- Cálculo de rentabilidade das modalidades em estudo

Para o cálculo de rentabilidade de cada modalidade, tendo em conta o custo de cada tipo de adubação utilizado, foi definido um valor médio de 200€/tonelada para cada cereal em estudo (Quadros 16 e 17).

Quadro 16 - Cálculo de rendimento e custo por hectare ensaio cevada dística (2011-2012)

Modalidade	Produção (kg/ha)	Valor grão (€/kg)	Rendimento (€/ha)	Custo Fertilização (€/ha)	Lucro (€/ha)
1	4355	0,20	871	150	721
2	4458	0,20	892	192	700
3	4136	0,20	827	235	592
4	2742	0,20	548	0	548

Na cevada dística, a modalidade 1 (adubação convencional) foi, nas condições em que se realizou o ensaio, a que apresentou maior margem de lucro, seguida pela modalidade 2 (470 kg/ha YaraMila Actyva 20.7.10). Perante este resultado, apesar de uma desvantagem de 20€/ha, parece-nos muito interessante a modalidade 2, dado que a aplicação de adubo se realiza às duas-três folhas, minimiza-se o risco da perda de nutrientes (em especial do azoto) comparativamente quando a aplicação se realiza em fundo, uma vez que os habituais elevados volumes de precipitação após a sementeira conduzem, com frequência a fenómenos de lixiviação.

Quadro 17 - Cálculo de rendimento e custo por hectare ensaio trigo mole (2012-2013)

Modalidade	Produção (kg/ha)	Valor grão (€/kg)	Rendimento (€/ha)	Custo Fertilização (€/ha)	Lucro (€/ha)
1	3480	0,20	696	137	559
2	3839	0,20	768	188	580
3	3066	0,20	613	204	409
4	1762	0,20	352	0	352

No trigo mole, foi a modalidade 2 (470 kg/ha YaraMila Actyva 20.7.10) que registou a maior rentabilidade, seguida pela modalidade 1. Este resultado vem reforçar o que foi referido no parágrafo anterior, realçando a importância da aplicação única após a emergência da cultura, quer do ponto de vista ambiental, quer do ponto de vista económico.

8- Conclusão

Depois de analisados os resultados de ambos os ensaios torna-se evidente que, a aplicação de fertilizantes contribui para o aumento de produtividade, a qualidade na produção e o incremento do rendimento em relação a qualquer um dos cereais em estudo, o que vem confirmar a necessidade de aplicação de adubos com o objectivo de alcançar o máximo potencial produtivo das culturas. Como tal, é fundamental também que essa aplicação seja feita com adubos com a máxima eficiência para obter o máximo rendimento e assim reduzir os custos de fertilização.

Embora com situações climáticas distintas nos dois anos agrícolas, especialmente no que se refere ao volume e distribuição da precipitação, os resultados obtidos nos dois ensaios com diferentes espécies, a aplicação única com o fertilizante YaraMila Actyva parece constituir-se como uma solução bastante viável na adubação dos cereais de inverno, em alternativa à aplicação tradicional de adubos, com a aplicação de fundo e com aplicação de cobertura. Apesar do fertilizante YaraMila Actyva não ter sido produzido especificamente para as condições ecológicas em que se realizaram os ensaios, podemos constatar a boa resposta produtiva e qualitativa da cevada dística e do trigo mole em sequeiro nos anos agrícolas de 2011-2012 e 2012-2013.

9- Bibliografía

Livros consultados

- Hector, D.; Fukai, S. & Goyne, P., 1996. Adapting barkley growth model to predict grain protein concentration for different water and nitrogen availabilities. In Proceedings of the 8th Australian Agronomy Conference, Toowoomba.
- Jiménez, P.; Marotta, S.; Criado, S.; García, M.; Bellido, L.; Aso, J. & Monreal, A., 2009. Guía – Práctica de la fertilización racional de los cultivos en España. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino . Secretaria General Técnica. Madrid, España. 123-132.
- López-Bellido, L. 1990. Cultivos Herbáceos. Vol. I. Cereales. Editorial Mundi Prensa
- López-Bellido, L., 1991. Cereales. Mundi-Prensa. Madrid.
- López-Bellido, L., 2006. Uso eficiente del nitrógeno en las rotaciones cerealistas de las campiñas andaluzas. XVIII Jornadas Técnicas sobre calidad de los trigos de España. Jerez de la Frontera. Asociación Española de Técnicos Cerealistas.
- López-Bellido, L.; López-Bellido, R.J.; Redondo, R. & Benítez, J., 2007. Eficiencia del nitrógenofertilizante en los cultivos de trigo harinero y duro. Vida Rural nº 254. 28-30.
- López-Bellido, R.J.; Garrido-Lestache, E.; Fontán, J.M. & López-Bellido, L., 2007. Influencia del nitrógeno en el rendimiento de grano y calidad en cereales de invierno. Vida Rural nº254. 44-46.
- Moreno, A. & Moreno, M., 2002. El abonado nitrogenado de la cebada en Castilla-La Mancha: Fertilización nitrogenada de la cebada en regadío. Revista Agropecuaria 71: 448-452.
- Patanita, M. & López-Bellido, L., 2007. Efeito da fertilização azotada na produção e na qualidade do grão de cevada para malte em condições Mediterrâneas de regadio. Revista de Ciências Agrárias, XXX-1, 121-134
- Yara International, 2008. YaraMila Manual – Helping the farmers get more from their crop. Yara International, ASA. Oslo, Norway.
- Yara UK, 2010. Winter Wheat – Yara’s Course to guide to the nutrient requirement of Winter cereals. Yara UK Limited. Grimsby – United Kingdom.

Yara International, 2011. Manual Básico de Nutrición Vegetal y Suelos. Yara International, ASA. Oslo, Norway.

Yara UK, 2012. The Yara Guide to Mineral Fertilizers. Yara UK Limited. Grimsby, United Kingdom.

Sites consultados

ANPROMIS - Associação Nacional dos Produtores de Milho e Sorgo, 2014. Dados estatísticos - Área de Culturas Arvenses em Portugal (2004 a 2013). Em: www.anpromis.pt

COTR 2014. Sistema Agrometeorológico para a Gestão da Rega no Alentejo (SAGRA). Centro Operativo e de Tecnologia de Regadio (COTR), Quinta da Saúde, Beja. Em: www.cotr.pt

INFOAGRO. Cultivos herbáceos (2014). El cultivo del trigo. Em : <http://www.infoagro.com/herbaceos/cereales/trigo.htm>