



Instituto Politécnico  
de Castelo Branco  
Escola Superior  
Agrária

# Avaliação agronómica do azoto recuperado de um efluente agroindustrial: produção do triticales e efeito na fertilidade do solo

FILIPE GUSTAVO WALKER

## **Orientadora**

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. MARIA DO CARMO SIMÕES MENDONÇA HORTA MONTEIRO

Relatório de estágio do curso de Agronomia realizado no Laboratório de Solos e Fertilidade da Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Castelo Branco, como forma de cumprimento dos requisitos necessários para realização da disciplina de Estágio, realizado sob a orientação científica da Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Maria do Carmo Simões Mendonça Horta Monteiro.

Junho de 2022



## Dedicatória

Dedico esse trabalho ao meu pai, Walter Antonio Walker, que sempre esteve ao meu lado, me inspirando e desafiando, tornando possível meu sonho: realizar um intercâmbio acadêmico em Portugal.

Meu pai, formado em administração de empresas e pós-graduado pela Universidade de Passo Fundo, muito me incentivou a estudar e complementar minha formação com este estágio, a fim de tornar-me um excelente profissional.

De família de agricultores e agricultor me ensinou a amar e apreciar a belíssima arte de produzir alimentos. Detalhista e muito interessado sempre está em busca de novas tecnologias para alcançar melhores resultados, o que me serve de exemplo diariamente.

Com muita saudade, amor, carinho, admiração, e como forma de agradecimento por tanto que faz por mim, dedico este trabalho para minha maior inspiração, pois sei que, em qualquer situação o terei comigo.

“Quando as raízes são profundas, não há razão para temer o vento”.  
Provérbio Chinês



## Agradecimentos

Agradeço a minha mãe Cleonice, meu pai Walter e meu irmão Pedro que sempre me incentivaram e apoiaram incondicionalmente do início ao fim, a quem devo tudo que conquistei na vida até hoje.

Agradeço a minha professora e orientadora Dr<sup>a</sup>. Maria do Carmo Horta, por todo o apoio e ensinamentos durante o período de estágio, as técnicas de laboratório da ESA, Eng. Ângela Antunes, Eng. Helena Martins, Mestre Cláudia Vitória e ao doutorando Abel Veloso, que não mediram esforços para me ajudar e explicar como realizar cada protocolo de análises laboratoriais.

Reforço o agradecimento a todos que de alguma forma, direta ou indireta, me ajudaram a chegar até aqui. Acredito que tudo isso é mérito meu, porém sozinho ninguém chega a lugar algum.

Muito obrigado!



## Resumo

Este trabalho baseou-se em ensaios laboratoriais realizados em vasos para avaliação agronômica do azoto recuperado de um efluente agroindustrial e seus efeitos na produção de triticales (*× Tritico-secale* Wittmack, var. Missioneiro). Para melhor interpretação destes efeitos foi avaliada a produção de biomassa do triticales nos vários tratamentos, bem como parâmetros da fertilidade do solo, decorrentes da fertilização com a solução amoniacal obtida na recuperação do azoto em comparação com a fertilização de azoto mineral em solução. Segundo a FAO, os fertilizantes são uma das ferramentas mais importantes para o desenvolvimento da agricultura, que tende promover a segurança alimentar e manter a produtividade do solo. O azoto é o nutriente vegetal absorvido em maior quantidade pelas culturas e que, em geral, não existe no solo em quantidade suficiente para a sua nutrição. Deste modo, a fertilização azotada torna-se imprescindível. A produção de fertilizantes minerais azotados em elevada quantidade provenientes de combustíveis fósseis, pelo que a utilização de N recuperado a partir de efluentes poderá ser importante no processo de economia circular. Os resultados desse ensaio mostraram que a solução com N recuperado teve efeito similar ou mesmo superior na produção de biomassa do triticales relativamente à fertilização com N mineral. Quanto aos parâmetros avaliados no solo a solução com N recuperado pareceu não afetar negativamente a fertilidade do solo. No entanto, poderá aumentar a salinidade do solo, assim este parâmetro deverá ser monitorizado. O ensaio demonstrou que o N recuperado do efluente terá o mesmo valor agronômico que o azoto mineral.

## Palavras chave

Economia circular; sustentabilidade da fertilização; fertilidade do solo; fertilização azotada; produção de biomassa.



## **Abstract**

This work was based on laboratory tests carried out in pots for agronomic evaluation of nitrogen recovered from an agroindustry effluent and its effects on the production of triticale (*× Triticosecale* Wittmack, var. Missionary). For better interpretation of these effects, the biomass production of triticale in the various treatments was evaluated, as well as soil fertility parameters resulting from fertilization performed with ammoniacal solution obtained in nitrogen recovery compared to mineral nitrogen fertilization in solution. According to FAO, fertilizers are one of the most important tools for the development of agriculture, which tends to promote food safety and maintain soil productivity. Nitrogen is the plant nutrient absorbed in greater quantity by crops and that generally does not exist in the soil in sufficient quantity for its nutrition. In this way, nitrogen fertilization becomes indispensable. The production of mineral nitrogen fertilizers needs large amounts of fossil fuels, so the use of N recovered will be important in the circular economy. The results of this assay showed that the solution with recovered N had a similar or even higher effect on the biomass production of triticale in relation to fertilization with mineral N. As for the parameters evaluated in the soil, the solution with recovered N did not seem to negatively affect soil fertility. However, the use of the recovered N solution can increase soil salinity. So, this soil parameter must be monitored. The test showed that the N recovered from the effluent will have the same agronomic value as mineral nitrogen.

## **Keywords**

Circular economy; sustainability of fertilization; soil fertility; nitrogen fertilization; biomass production.



## Índice geral

1. Introdução.....	1
1.1. Origem e evolução do triticale.....	1
1.2. Fertilização azotada.....	2
2. Objetivos.....	3
2.1. Objetivo geral.....	3
2.2. Objetivo específico.....	3
3. Materiais e Métodos.....	3
3.1. Local do ensaio.....	3
3.2. Delineamento experimental.....	3
3.3. Descrição experimental.....	4
4. Análise e discussão dos resultados.....	5
4.1. Produção de biomassa.....	5
4.2. Azoto total.....	6
4.3. Análise da fertilidade solo.....	7
5. Considerações finais.....	10
6. Referências bibliográficas.....	11



## Índice de figuras

- Figura 1: Produção de biomassa, matéria verde e matéria seca obtida da planta de triticales ( $\text{g vaso}^{-1}$ ). Letras diferentes entre os tratamentos indicam diferenças significativas pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ). Letras minúsculas dizem respeito a diferenças estatísticas no peso verde entre os tratamentos; letras maiúsculas dizem respeito a diferenças estatísticas no peso seco entre os tratamentos;
- Figura 2: Absorção de azoto do triticales ( $\text{mg vaso}^{-1}$ ). Letras diferentes entre os tratamentos indicam diferenças significativas pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ );
- Figura 3: pH ( $\text{H}_2\text{O}$ ) do solo obtido dos vasos de cada tratamento. Letras diferentes entre os tratamentos indicam diferenças significativas pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ );
- Figura 4: Condutividade elétrica dos solos ( $\text{dS m}^{-1}$ ). Letras diferentes entre os tratamentos indicam diferenças significativas pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ );
- Figura 5: Matéria orgânica presente no solo de cada tratamento (%). Letras iguais entre os tratamentos indicam que não há diferenças significativas pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ );
- Figura 6: Comparação de quantidades de  $\text{P}_2\text{O}_5$  e  $\text{K}_2\text{O}$  presentes em cada tratamento ( $\text{mg kg}^{-1}$ ). Letras diferentes entre os tratamentos indicam diferenças significativas pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ). Letras minúsculas dizem respeito a diferenças estatísticas do fósforo entre os tratamentos; letras maiúsculas dizem respeito a diferenças estatísticas do potássio entre os tratamentos.



## Lista de abreviaturas, siglas e acrónimos

N	Azoto;
ESA	Escola Superior Agrária;
IPCB	Instituto Politécnico de Castelo Branco;
Nrec	Azoto recuperado;
HS	Solução de Hoagland;
H <sub>2</sub> O	Água;
MS	Matéria Seca;
ANOVA	Analysis of variance;
NH <sub>3</sub>	Amoníaco;
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Fósforo;
K <sub>2</sub> O	Potássio;
C. E.	Condutividade elétrica;
M. O.	Matéria orgânica.