

AVALIAÇÃO QUALITATIVA DA GERMINAÇÃO DO GIRASSOL IRRIGADO COM ÁGUA PRODUZIDA TRATADA POR SISTEMAS MICROEMULSIONADOS

Gregory Vinícius Bezerra de Oliveira¹; Yasmine Ísis Fernandes do Nascimento²; Juliana Dias de Brito Alves¹; Tereza Neuma de Castro Dantas²;

¹Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Unidade Acadêmica de Química
- gregory_vinicius@outlook.com

²Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Unidade Acadêmica de Ciência e Eng. de Petróleo
- yasmine_isis@hotmail.com

²Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Unidade Acadêmica de Química
- julianadiasba@gmail.com

¹Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Unidade Acadêmica de Ciência e Eng. de Petróleo
- tereza@eq.ufrn.br

RESUMO

A água produzida é o principal efluente gerado na produção de óleo e gás, sendo coletada durante o processamento primário em estações coletoras e de tratamento. Nos últimos anos, uma das técnicas de tratamento que se mostrou eficiente no tratamento desse efluente foi a extração dos contaminantes utilizando sistemas microemulsionados, que possuem como principal componente o tensoativo. Assim, com o objetivo de reutilizar a água tratada, e visando verificar a eficiência do tratamento e a aplicação do efluente tratado para a germinação do girassol, este trabalho visa avaliar qualitativamente a germinação do girassol irrigado com água produzida tratada por sistemas microemulsionados. O sistema escolhido apresenta a seguinte composição: hexano como FO, água produzida sintética como FA, óleo de coco saponificado como Tensoativo e n-butanol como co-tensoativo, para o qual foi construído um diagrama pseudoternário, com a razão C/T=4 e escolhido um ponto com 85%FA; 5%FO; 10%C/T, que foi utilizado para a extração e posterior aplicação no sistema de plantio para a avaliação da germinação das sementes de girassol. O experimento foi realizado em triplicata, com a utilização de dois meios de irrigação, água de torneira e água produzida tratada. Após 15 dias foi observado que todas as sementes utilizadas no experimento germinaram. A água produzida tratada retardou o início da germinação e, conseqüentemente, o crescimento das plantas, porém estas eram mais vigorosas do que as que foram irrigadas com a água de torneira, indicando sua eficiência e podendo ser uma alternativa no processo de irrigação no período de germinação do girassol.

1.Introdução

O girassol (*Helianthus annuus* L.) é uma cultura de ampla capacidade de adaptação às diversas condições de latitude, longitude e fotoperíodo. A maior tolerância à seca, a menor incidência de pragas e de doenças, além da ciclagem de nutrientes, principalmente potássio, são alguns dos fatores que têm possibilitado sua expansão e consolidação como cultura técnica e economicamente viável nos sistemas de produção (LIMA, 2010). O girassol tem sido usado como planta forrageira para alimentação animal, como planta melífera, ornamental, e na produção de óleo para alimentação humana e biocombustíveis (Morgado et al., 2002; Neves et al, 2005; Corrêa et al. 2008).

A agricultura é o principal setor consumidor de água do mundo e devido a esta alta demanda é constante os estudos de aproveitamento de efluentes industriais para a irrigação, principalmente em regiões secas do Nordeste.

A água produzida é o principal resíduo gerado da indústria do petróleo e por ter grande quantidade de contaminantes não pode ser descartada/reutilizada sem a realização de

tratamentos prévios para reduzir estes contaminantes. Os principais contaminantes encontrados na água produzida: alta salinidade, sólidos suspensos, metais pesados, orgânicos insolúveis, orgânicos solúveis, presença de produtos químicos e radioatividade (THOMAS, 2001).

Nos últimos anos a remoção de contaminantes utilizando sistemas microemulsionados vem se mostrando uma alternativa eficiente para substituir as técnicas de extração mais usuais.

Os tensoativos, matéria ativa das microemulsões, são compostos anfifílicos que possuem na sua estrutura duas regiões de polaridades opostas: uma polar (hidrofílica) e outra apolar (hidrofóbica), que atuam baixando as tensões interfaciais e superficiais e com grande capacidade de se adsorverem nas interfaces. Estes compostos atuam como detergentes, emulsificantes, dispersantes ou solubilizantes (ROSSI, 2006).

As microemulsões são formadas a partir da solubilização espontânea de dois líquidos imiscíveis (água-óleo) na presença de um tensoativo e, se necessário, um cotensoativo. Diferenciam-se das emulsões por serem sistemas estáveis, transparentes ou translúcidos, com baixa tensão interfacial e

com capacidade de combinar grandes quantidades de dois líquidos imiscíveis em uma única fase homogênea (ROSSI, 2007).

A classificação dos sistemas microemulsionados foi feita por Winsor (1948), que observou a presença de diferentes equilíbrios e quatro regiões no diagrama de fases pseudoternário: Winsor I, quando a microemulsão está em equilíbrio com óleo, em excesso; Winsor II, quando a microemulsão está em equilíbrio com fase aquosa, em excesso; Winsor III, nesse caso a microemulsão está em equilíbrio com a fase aquosa e oleosa; Winsor IV, constituída apenas por uma fase de microemulsão.

O objetivo desse trabalho foi avaliar o uso da água produzida tratada por sistemas microemulsionados na germinação do girassol, verificando a taxa e a velocidade da germinação das sementes, quando comparadas com a utilização de água de torneira.

2. Metodologia

2.1 - Síntese da água produzida

Foram preparados 20 L de água produzida sintética tomando como base a composição da água produzida real da bacia de Campos/RJ, por possuir altas concentrações de sais. (Nascimento, 2014).

Inicialmente foi preparada uma solução salina de 10 L de NaCl (vetec, 99%) à 2ppm.

Em seguida foram adicionados 100mL de uma solução padrão de $MnSO_4 \cdot H_2O$ (vetec, 98%) e Li_2SO_4 (vetec, 98%), 250mL de solução padrão contendo $CrCl_3 \cdot 6H_2O$ (Dinâmica, 99%), $FeCl_3 \cdot 6H_2O$ (Vetec, 98%), $SrSO_4$ (Êxodo, 99%), $BaCl_2$ (Vetec, 99%), 1L de solução padrão de K_2SO_4 (Vetec, 99%), e 1L de solução padrão de contendo $CaCl_2$ (Vetec, 99%) e $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ (Vetec, 99%). Após o preparo da solução salina foi adicionado 20g de petróleo bruto proveniente do Campo Marítimo de Ubarana – Macau/RN, nessa mistura, foi utilizado um homogeneizador (TECNAL TE-102) com rotação de 4000 rpm, por alguns minutos até a completa emulsão do petróleo na solução salina. Após o preparo de 10L de água produzida sintética foi feita a diluição em uma proporção de água de torneira para cada 1L de água produzida, totalizando 20L de água produzida sintética de concentração equivalente a 1ppm.

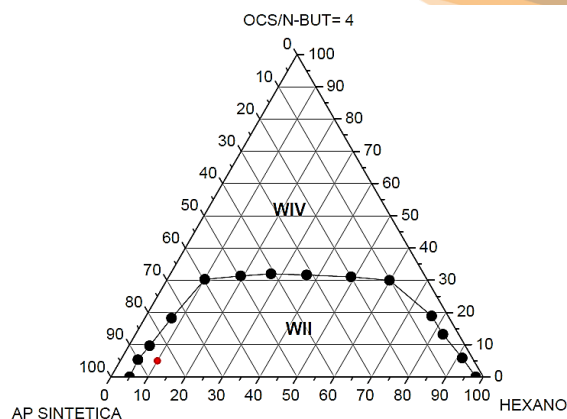
2.3 – Construção do diagrama Pseudoternário

Após o preparo da água produzida sintética, construiu-se um diagrama pseudoternário, usando hexano como fase óleo (FO), água produzida sintética como fase aquosa (FA), n-butanol como cotensoativo e óleo de coco saponificado (OCS) como tensoativo, em uma razão C/T=4. A razão 4

foi escolhida por apresentar baixa quantidade de tensoativo e uma boa eficiência de extração (LUCENA NETO, 2005; NASCIMENTO, 2013). O método para construção do diagrama de fases é baseado na titulação gravimétrica entre os componentes, a fim de se obter as proporções mássicas entre eles (RAMOS, 1996; MOURA, 2001; NASCIMENTO, 2013).

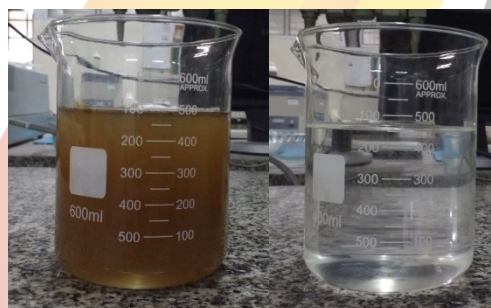
Baseado nos estudos de Nascimento (2014) que apresentou uma metodologia eficiente na remoção de metais utilizando água produzida sintética como efluente, e constatando a remoção acima de 90% de extração dos metais presentes. A água produzida foi tratada e reutilizada no processo de germinação do girassol. Foi escolhido um ponto do diagrama pseudoternário, figura 01, de composição de 5% C/T, 85% de FA e 10% FO, na região de Winsor II, onde a fase superior é formada pela microemulsão e a inferior pela fase aquosa.

Figura 01. Diagrama pseudoternário composição: C/T (n-butanol/OCS=4), FA(água produzida sintética), FO(Hexano), pH5.



O ponto escolhido foi reproduzido em uma escala equivalente a se obter em torno de 500mL de água tratada, que foi separada da microemulsão, filtrada, e aquecida em um aquecedor à 68° C visando a evaporação do hexano presente.

Figura 02. Água produzida sintética sem tratamento e após tratamento, respectivamente.

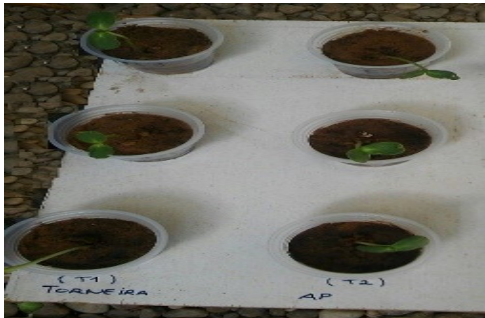


2.2 – Montagem do sistema de plantio

O experimento foi conduzido na Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), as sementes de girassóis utilizadas foram da variedade Catissol, cedidas pela EMPARN, estas foram semeadas em copos de polietileno, o solo utilizado foi coletado na própria UFRN, as sementes foram submetidas

a dois tipos de tratamentos (irrigação com água produzida sintética tratada e irrigação com água de torneira), cada tratamento composto por três repetições, como apresentado na figura 03, onde foram avaliados, diariamente, a porcentagem de germinação das sementes e a velocidade da germinação, e, a cada 7 dias, foi verificado o número de folhas e a altura do caule das plantas, a irrigação foi realizada em média 2 vezes por semana, com o volume de 20 mL/vaso/dia. O experimento teve duração de 15 dias.

Figura 03. Sistema de plantio com indicação dos tratamentos utilizados.



Resultados e Discussão

A aplicação da água produzida tratada com sistema microemulsionado ao cultivo de girassol mostrou que ao final do experimento, todas as sementes germinaram indicando 100% de germinação, tanto as submetidas à irrigação com água produzida tratada quanto às irrigadas com água de torneira (Tabela 1). Também foi observado que as plantas que emergiram da irrigação da água produzida tratada eram mais eretas e mais vigorosas.

Como o tratamento da água produzida apresenta em torno de 90% de remoção de metais, essas características podem ser justificadas por esta conter resíduos de metais pesados que acabam servindo como micronutrientes, como o manganês, zinco e ferro, que contribuem para aumentar o vigor das plantas (SARUHAN et al., 2002; ROBERTS, 1972; GUPTA, 2002; SOUZA et al., 2015), principalmente o ferro que é considerado um metal chave para as transformações energéticas necessárias para síntese e outros processos vitais das células (FERREIRA & CRUZ, 1991; SOUZA et al. 2013).

Tabela 01. Valores médios da porcentagem de germinação das sementes (G), do tempo para a germinação (TG), a altura média das plantas (CP), e o número de folhas (NF).

Tratamento	G (%)	TG (dias)	CP (cm)	NF (un)
Água - Torneira	100	5	9,33	2,6
AP Tratada	100	7	4,3	2

Quanto à velocidade da germinação constatou-se que 100% das sementes submetidas ao tratamento com a água de torneira germinaram até o 5º dia após a semeadura, no mesmo período apenas 33,3% das sementes submetidas ao tratamento com água produzida tratada germinaram. No 7º dia após a semeadura foi verificado que 100% das

sementes submetidas ao tratamento com água produzida tratada germinaram.

A salinidade da água produzida tratada provavelmente foi o fator que reduziu a velocidade de germinação das plantas, visto que, Travassos et. al. (2012) evidenciou que a redução na absorção de água pelas sementes de girassol sob condições de estresse salino, impedem a embebição das sementes durante o processo inicial de germinação e, como consequência, provoca a redução na velocidade de emergência das plantas e interfere no índice de germinação.

Em decorrência da inibição na germinação a planta irrigada com a água produzida sintética tratada apresentou uma altura média menor que aquelas irrigadas com a água de torneira, entretanto não houve diferença significativa entre os dois tipos de irrigação utilizados em relação ao número de folhas, mostrando que a água produzida tratada com sistemas microemulsionados pode ser uma alternativa no processo de germinação do girassol.

3. Conclusões

A aplicação da água produzida tratada por sistemas microemulsionados se mostrou eficiente no processo de germinação do girassol, apesar de ocasionar o retardamento no crescimento das plantas.

Foi possível constatar que o tratamento da água produzida utilizando sistemas microemulsionados pode ser uma possível alternativa de tratamento de efluentes para serem utilizados na irrigação, principalmente nas regiões que sofrem com a falta de chuvas.

4. Referências

CORRÊA, I. M.; MAZIERO, J. V. G.; ÚNGARO, M. R.; BERNARDI, J. A.; STORINO, M. Desempenho de motor diesel com mistura de biodiesel de óleo de girassol. Ciências Agrotécnicas, Lavras, v. 32, n. 3, p. 923-928, 2008.

EMBRAPA. Girassol, 2010. Disponível em: <http://www.cnpso.embrapa.br/index.php?op_page=54%3E>. Acesso em 27/05/2016.

FERREIRA, M. E. & M. C. P. da Cruz. Micronutrientes na Agricultura. Associação brasileira para pesquisa da potassa e do fosfato. Potatos, Piracicaba, 734, p. 1991.

GUPTA SC. Seed dormancy studies in some Ocimum species and its control through chemical treatment. J MedAromatPlantSci 24(4): 957-960, 2002.

LUCENA NETO, M.H. Estudo da influência de tensoativos em sistemas micromemulsionados na extração de gálio e alumínio, Dissertação(Tese de doutorado), Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal: DEQ-PPGEQ, Natal,2005.

MOURA, M.C.P.A. Utilização de microemulsões como agentes modificadores de superfícies para remoção de íons metálicos. Natal: UFRN, 2001. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2001.

MORGADO, L. N.; CARVALHO, C. F.; SOUZA, B.; SANTANA, M.P. Fauna de



II CONEPETRO

II CONGRESSO NACIONAL DE ENGENHARIA DE
PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS
IV WORKSHOP DE ENGENHARIA DE PETRÓLEO

abelhas (Hymenoptera: Apoidea) nas flores de girassol *Helianthus annuus* L., em Lavras, MG. *Ciência Agrotecnologia*, Lavras, v.26, n.6, p.1167-1177, 2002.

NASCIMENTO, Y. I. F. Extração de metais (K, Mg, Ba, Ca, Cr, Mn, Li, Fe) de água produzida sintética utilizando sistema microemulsionado. 2014. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ciência e Engenharia de Petróleo, Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

NEVES, M. B.; BUZETYTI, S.; CASTILHO, R.M.M. de.; BOARO, C.S.F. Desenvolvimento de plantas de girassol ornamental (*Helianthus annuus* L.) em vasos, em dois substratos com solução nutritiva e em solo. *Científica, Jaboticabal*, v.33, n.2, p. 127-133, 2005.

RAMOS, A. C. S. Extração de tungstênio utilizando microemulsões. 1996. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Ciência e Engenharia de Petróleo, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 1996.

ROBERTS EH. Dormancy: a factor affecting seed survival in the soil. In: Roberts EH (ed) *Viability of seeds*. Syracuse University Press, Syracuse, 1972.

ROSSI, C. G. F. T. et al. Tensoativos: Uma abordagem básica e perspectivas para aplicabilidade industrial. *Univ. Rural. Sér. Ci. Exatas e da Terra. Seropédica, RJ*. 25: 13 p. 2006.

ROSSI, C. G. F. T. et al. Microemulsões: Uma abordagem básica e perspectivas para aplicabilidade industrial. *Univ. Rural. Sér. Ci. Exatas e da Terra, Seropédica*. 2007. 26: 22 p. 2007.

SOUZA, P. S. A. ; MARQUES, M. R. C. ; PEREZ, D. V. ; MERCON, F. ; CERQUEIRA, A. A. ; Rigo, M. ; Paiva, J. .

Effects of untreated and treated oilfield-produced water on seed germination, seedling development, and biomass production of sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Environmental Science and Pollution Research International* , p. 15985-15993, 2015.

SOUZA P.S.A; RIGO, M.M.; CERQUEIRA, A.A.; FERREIRA, A.C.; MARQUES, M.R.C; PEREZ, D.V. Efeito de diferentes dosagens de Fe³⁺ na germinação do girassol. *Revista Internacional de Ciências*, v.3, n.2, p.73-82, 2013.

THOMAS, J. E. Fundamentos de engenharia de petróleo. Rio de Janeiro: Interciência, 2001. 271 p.

TRAVASSOS, K. D.; SOARES, F.A.L.; BARROS, H. M. M.; DIAS, N. S.; UYEDA, C. A.; SILVA, F. V. Crescimento e desenvolvimento de variedades de girassol irrigado com água salina. *Irriga, Botucatu*, v.1, p.324-339, 2012. Edição Especial.

WINSOR, P.A. *Solvent Properties of Amphiphilic Compounds* Butterworths Scientific Public