

**RODRIGO KANDLER**

**QUALIDADE BROMATOLÓGICA DE GRÃOS E CARACTERIZAÇÃO DA  
MARGEM BRUTA DE TRIGO E SOJA PRODUZIDOS SOB RESTRIÇÃO  
LUMÍNICA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal da Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Produção Vegetal.

Orientador: Prof. Dr. Clovis Arruda de Souza

**Lages, SC  
2020**

**Ficha catalográfica elaborada pelo programa de geração automática da  
Biblioteca Setorial do CAV/UDESC,  
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)**

Kandler, Rodrigo

Qualidade bromatológica de grãos e caracterização da  
margem bruta de trigo e soja produzidos sob restrição  
lumínica / Rodrigo Kandler. -- 2020.

100 p.

Orientador: Clovis Arruda de Souza

Dissertação (mestrado) -- Universidade do Estado de  
Santa Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias,  
Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Lages,  
2020.

1. Glycine max L.. 2. Triticum aestivum. 3. Sombra. 4.  
Estádios fenológicos. 5. Macronutrientes. I. Arruda de Souza,  
Clovis . II. Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro  
de Ciências Agroveterinárias, Programa de Pós-Graduação  
em Produção Vegetal. III. Título.

**RODRIGO KANDLER**

**QUALIDADE BROMATOLÓGICA DE GRÃOS E CARACTERIZAÇÃO DA  
MARGEM BRUTA DE TRIGO E SOJA PRODUZIDOS SOB RESTRIÇÃO  
LUMÍNICA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal da Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito parcial para obtenção do título de mestre em Produção Vegetal; na Área de Concentração: Fisiologia e Manejo de Plantas.

**Banca Examinadora:**

Orientador: \_\_\_\_\_  
Professor Dr. Clovis Arruda de Souza  
Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC/Lages/SC)

Membro: \_\_\_\_\_  
Professor Dr. Márcio Zílio  
Universidade do Oeste de Santa Catarina (UNOESC/Campos Novos/SC)

Membro: \_\_\_\_\_  
Dr. Gabriel Octávio de Mello Cunha  
Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC/Lages/SC)

Lages, 27 de fevereiro de 2020.



Dedico esta dissertação à minha família e em especial à meu pai Francisco João Kandler (*in memoriam*), minha mãe Cenira Pittigliani Kandler, à meu filho Francisco João Sordi Kandler que acaba de nascer, à minha namorada Francieli Sordi Lovatto e aos meus amigos, que contribuíram de alguma forma para que eu completasse esta importante fase da minha vida.



## AGRADECIMENTOS

Agradeço à Deus por me conceder o dom da vida e saúde para que chegasse aonde cheguei. A presente dissertação de mestrado não poderia chegar num momento tão especial em minha vida, menos de 45 dias antes da apresentação Deus me presenteou com o nascimento do meu filho Francisco João Sordi Kandler um menino lindo e cheio de saúde.

Quero agradecer a todos aqueles que sempre confiaram em mim, desde sempre.

À minha família, em especial minha mãe Cenira Pittigliani Kandler e meu pai Francisco João Kandler (*in memoriam*), pelo imenso esforço para que eu nunca desistisse dos meus objetivos, pois confiaram em mim e me deram esta oportunidade de concretizar e encerrar mais uma caminhada da minha vida e, por acreditarem no meu amor incondicional pela agricultura.

À minha namorada Francieli Sordi Lovatto, por toda paciência, compreensão, carinho e amor, e por me ajudar muitas vezes na correção e elaboração dos trabalhos sabendo das dificuldades que passamos neste período de estudo.

Ao Prof. Dr. Clovis Arruda de Souza meu orientador, por toda paciência, empenho e sentido prático com que sempre me orientou neste trabalho e em todos aqueles que realizei durante o mestrado e a confiança em mim depositada. Muito obrigado por ter corrigido, quando necessário.

Aos meus amigos do Laboratório de Plantas de Lavoura que sempre me ajudaram nas atividades de campo e principalmente no laboratório para realizar as análises dos macronutrientes e pela harmoniosa convivência, além dos bons momentos vividos mesmo quando o cansaço parecia nos abater.

Aos meus amigos novos que surgiram nesta trajetória, Marcos, Janaiana, Hugo, Vander, Jussara, Jéssica, Mateus e Ana Larissa por todo o apoio, companheirismo, e principalmente auxílio no desenvolvimento do trabalho.

Agradeço de coração aos amigos dos Laboratórios de Fertilidade do Solo, Laboratório de Sementes e ao Laboratório de Gênese e Morfologia de Solo que me auxiliaram nas análises, em especial, ao Dr. Gabriel e Gilmar.

Aos professores da UDESC, que contribuíram para meu aprimoramento profissional, preparando-me para o exercício da profissão.

À Profª. Mrsª. Cristiane Pellizzaro Velho por ter cedido o Laboratório de Bromatologia para a realizações das análises de nitrogênio.

À Profª. Drª. Analu Mantovani da UNOESC pelos ensinamentos e dicas para realizar as análises bromatológicas.

À COPERCAMPOS (Cooperativa Regional Agropecuária de Campos Novos) pelo fornecimento das sementes e alguns produtos para a implantação deste trabalho.

À Specht Produtos Alimentícios Ltda. por ter realizado as análises dos grãos de trigo e posteriormente feito as análises da qualidade farinha.

Por fim, à todas as pessoas que de alguma forma contribuíram e auxiliaram na otimização desta empreitada.

Meu sincero muito obrigado!



“A agricultura é a arte de saber esperar.”

(Riccardo Bacchelli)



## RESUMO

A luz desempenha um papel importante no acúmulo de matéria seca e na absorção de nutrientes pelas culturas. Nesse sentido, objetivou-se neste estudo avaliar a influência da redução dos índices de luminosidade solar nas culturas do trigo e da soja, em determinados estádios fenológicos, sob a qualidade bromatológica dos grãos e o impacto financeiro sobre a produção. Dois ensaios em casa de vegetação foram conduzidos, um com trigo e outro com soja. As culturas foram submetidas à restrição lumínica de 70% por sombreamento artificial em determinados estádios fenológicos (dias julianos) através de cobertura superior e lateral com telas de polipropileno monofilamento de coloração preta, permanecendo nessa condição até sua maturidade fisiológica. Posteriormente os grãos foram separados em grãos maiores, médios e miúdos (peneiras). Nas análises bromatológicas, ao encerrar cada ciclo das culturas foram avaliados a composição química dos grãos, determinando o nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio. Observou-se diferenças significativas nas concentrações dos macronutrientes cálcio, magnésio, potássio, fósforo e nitrogênio em grãos de trigo em certos estádios fenológicos, incluindo peneira. Em relação à soja sob redução de luz apenas o macronutriente fósforo não modificou a sua concentração em todos os estádios fenológicos, independente de peneira. Os dois ensaios conduzidos a campo com trigo e soja foi simulado sombreamento artificial para as plantas por meio de estruturas metálicas recobertas com telas de polipropileno monofilamento com abertura de malha para proporcionar 30, 50 e 70% de sombreamento artificial, respectivamente, mais a testemunha (luz natural). O sombreamento foi executado no início do desenvolvimento da cultura, no meio e no fim de ciclo da cultura. Para avaliar os efeitos do sombreamento, as parcelas permaneceram por 30 dias sombreadas em cada fase de seu desenvolvimento. Os grãos foram colhidos no final do ciclo de cada cultura. Estes grãos foram avaliados quanto a composição química, via determinação das concentrações dos minerais nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio. Para o trigo a época de sombreamento, os níveis de sombreamento e as peneiras alteram associados ou não as concentrações dos macronutrientes cálcio, magnésio, potássio, fósforo e nitrogênio. Já as concentrações dos nutrientes magnésio e fósforo nos grãos de soja não foram afetados pelo sombreamento, pelas épocas avaliadas e pelo tamanho dos grãos. Por meio das análises dos grãos de soja produzidos nas hastes principais e laterais, verificou-se que as concentrações de potássio e nitrogênio não foram afetadas pelas épocas e pelos níveis de sombreamento. A qualidade da farinha produzida a partir de grãos de trigo cultivado no experimento a campo manteve-se nos padrões exigidos para uso no Brasil. E por fim, financeiramente para as culturas de soja e trigo, a restrição lumínica promoveu a diminuição da produtividade que por consequência reduziu a margem de lucro em R\$ 1666,96 (48,9 sacas) e R\$ 2016,55 (44,1 sacas) por hectare cultivado, respectivamente.

**Palavras-chave:** *Glycine max* L. *Triticum aestivum*. Sombra. Estádios fenológicos. Macronutrientes.



## ABSTRACT

Light plays an important role in the accumulation of dry matter and in the absorption of nutrients by crops. This study aims to evaluate the influence of the reduction of solar luminosity indexes in wheat and soybean crops, in certain phenological stages, under the bromatological quality of the grains and the financial impact on production. Two greenhouse trials were conducted, one with wheat and one with soybean. The cultures were subjected to 70% light restriction by artificial shading in certain phenological stages (Julian days) through the upper and lateral coverage of plastic screens, remaining in this condition until their physiological maturity. Subsequently the grains were separated into larger, medium and small grains (sieves). In the bromatological analysis, at the end of each crop cycle, the chemical composition of the grains was evaluated, determining nitrogen, phosphorus, potassium, calcium and magnesium. Significant differences were observed in the concentrations of macronutrients calcium, magnesium, potassium, phosphorus and nitrogen in wheat grains at certain phenological stages, including sieve. Regarding soybean under reduced light, only the macronutrient phosphorus did not change its concentration in all phenological stages, regardless of sieve. The two tests conducted in the field with wheat and soybeans were simulated artificial shading for the plants through metallic structures covered with galvanized mesh at 30, 50 and 70% of artificial shading plus the control. Shading was performed at the beginning of the crop development, in the middle and at the end of the crop cycle. To assess the effects of the shade, the plots remained shaded for 30 days at each phenological stage. At the end of each crop cycle, the chemical composition of the grains was evaluated, determining the concentrations of the minerals nitrogen, phosphorus, potassium, calcium and magnesium. For wheat, the shading season, shading levels and sieves change whether the concentrations of macronutrients, calcium, magnesium, potassium, phosphorus and nitrogen, are associated or not. For wheat during the shading season, the shading levels of the sieves change whether associated with the concentrations of the macronutrients calcium, magnesium, potassium, phosphorus and nitrogen. The concentrations of the magnesium and phosphorus nutrients in the soybeans were not affected by the shading, the evaluated seasons and the grain size. Through the analysis of the soybeans produced in the main and lateral stem, it was verified that the potassium and nitrogen concentrations are not affected by season and shading levels. The quality of the flour produced from wheat grains grown in the field experiment remained within the standards required for use in Brazil. Finally, financially for soybean and wheat crops, the light restriction reduced productivity, which consequently reduced the profit margin by R\$ 1666.96 (48.9 bags) and R\$ 2016.55 (44.1) bags) per cultivated hectare, respectively.

**Keywords:** *Glycine max* L. *Triticum aestivum*. Shadow. Phenological stages. Macro elements.



## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Precipitação e temperatura mínima, média e máxima a) e Radiação solar média b) durante o período de condução do experimento de trigo em campo. Lages, SC, safra 2018 .....37
- Figura 2 - Precipitação pluviométrica e temperatura mínima, média e máxima durante a) e Radiação solar média b) durante o período de condução do experimento de soja em campo. Lages, SC, safra 2018/2019 .....38
- Figura 3 - Desdobramento dos efeitos dos fatores níveis de sombreamento (%), sobre macronutrientes ( $\text{g kg}^{-1}$ ) e épocas de sombreamento a) cálcio, b) magnésio, c) fósforo e d) nitrogênio em grãos de trigo. Lages, safra 2018. ....58
- Figura 4 - Desdobramento dos efeitos dos fatores peneira(mm) para os macronutrientes ( $\text{g kg}^{-1}$ ) em função das épocas de sombreamento a) cálcio, b) magnésio, c) fósforo e d) nitrogênio e fósforo em grãos de trigo. Lages, safra 2018. ....60
- Figura 5 - Desdobramento dos efeitos dos fatores sombreamento x peneira (tamanho dos grãos) para o macronutriente a) magnésio e b) potássio em grãos de trigo. Lages, safra 2018.....62
- Figura 6 - Desdobramento dos efeitos dos fatores níveis de sombreamento (%) em relação aos valores observados do macronutriente em função das épocas de sombreamento a) nitrogênio em grãos da soja. Desdobramento dos efeitos dos fatores dos níveis de sombreamento (%) em relação aos valores observados do macronutriente em função aos diferentes tamanhos de grãos b) cálcio em grãos da soja. Lages, safra 2018/2019. ....66
- Figura 7 - Desdobramento dos efeitos dos níveis de sombreamento sobre as propriedades da qualidade de farinha de trigo em função das épocas de sombreamento a) glúten seco (G), b) extensibilidade (L), c) tenacidade (P), d) relação extensibilidade e tenacidade (P/L) e e) força glúten (W). Lages, safra 2018/2019. ....72





## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Características químicas e físicas do solo na safra 2018/2019. Lages, SC. .....	32
Tabela 2 - Características químicas e físicas do solo na safra 2018/2019. Lages, SC. .....	36
Tabela 3 - Teores de macronutrientes em grãos de trigo produzidos em casa de vegetação em função do início do sombreamento em diferentes estádios fenológicos e separados em tamanho dos grãos. Lages, safra 2018.....	49
Tabela 4 - Teores de macronutrientes em grãos de soja produzidos em casa de vegetação em função do início do sombreamento em diferentes estádios fenológicos e separados em tamanho pequeno, médio e grande. Lages, safra 2018/2019.....	53
Tabela 5 - Teores de macronutrientes em grãos de trigo produzidos em campo e submetidos à níveis de sombreamento em diferentes estádios fenológicos e separados por tamanho de grão. Lages, safra 2018. ....	56
Tabela 6 - Desdobramento das interações época x sombra e época x peneira para os macronutrientes em grãos de trigo produzidos em campo e submetidos a níveis de sombreamento em diferentes estádios fenológicos e separados em tamanho por tamanho de grão. Lages, safra 2018. ....	57
Tabela 7 - Desdobramento das interações dos fatores sombra x peneira para os macronutrientes em grãos de trigo em campo. Lages, safra 2018. ....	61
Tabela 8 - Teores de macronutrientes em grãos da soja em campo submetidos a níveis de sombreamento. Lages, safra 2018/2019.....	63
Tabela 9 - Desdobramento das interações dos fatores época, sombra e peneira para os macronutrientes em grãos da soja em campo Lages, safra 2018/2019. .....	65
Tabela 10 - Teores de macronutrientes em grãos da soja em campo da haste principal submetidos a níveis de sombreamento. Lages, safra 2018/2019. ....	67
Tabela 11 - Teores de macronutrientes em grãos da soja em campo das hastes laterais submetidos a níveis de sombreamento. Lages, safra 2018/2019. .....	67
Tabela 12 - Teores de glúten seco (G), extensibilidade (L), tenacidade (P), relação tenacidade/extensibilidade (P/L) e força glúten (W) para qualidade da farinha de trigo. Lages, safra 2018. ....	69
Tabela 13 - Desdobramento das interações para a qualidade da farinha de trigo dos teores de glúten seco (G), extensibilidade (L), tenacidade (P), relação tenacidade/extensibilidade (P/L) e força de glúten (W) Lages, safra 2018/2019.....	70

Tabela 14 - Efeito de dias sombreados na produtividade de trigo no início, meio e final do ciclo da cultura. Lages, safra 2018. .... 73

Tabela 15 - Efeito de dias sombreados na produtividade da soja no início, meio e final do ciclo da cultura. Lages, safra 2018/2019. .... 75

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	21
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	25
2.1	CULTURA DO TRIGO .....	25
2.2	CULTURA DA SOJA.....	26
2.3	SOMBREAMENTO .....	28
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	31
3.1	EXPERIMENTO EM CASA DE VEGETAÇÃO.....	31
<b>3.1.1</b>	<b>Trigo</b> .....	31
<b>3.1.2</b>	<b>Soja</b> .....	33
3.2	EXPERIMENTOS EM CAMPO .....	35
<b>3.2.1</b>	<b>Tratos Culturais</b> .....	39
<b>3.2.2</b>	<b>Colheitas</b> .....	41
3.2.2.1	Trigo .....	41
3.2.2.2	Soja .....	41
3.3	ANÁLISES DE NUTRIENTES.....	42
<b>3.3.1</b>	<b>Teor de cálcio e magnésio</b> .....	43
<b>3.3.2</b>	<b>Teor de potássio</b> .....	43
<b>3.3.3</b>	<b>Teor de fósforo total</b> .....	43
<b>3.3.4</b>	<b>Teor de nitrogênio</b> .....	44
3.4	ANÁLISES DA FARINHA.....	44
<b>3.4.1</b>	<b>Teor de glúten</b> .....	44
<b>3.4.2</b>	<b>Alveografia</b> .....	45
3.5	ANÁLISE FINANCEIRA.....	45
3.6	ANÁLISE ESTATÍSTICA .....	46
<b>4.</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	47
4.1	EXPERIMENTOS EM CASA DE VEGETAÇÃO .....	47
<b>4.1.1</b>	<b>Trigo</b> .....	47
<b>4.1.2</b>	<b>Soja</b> .....	52
4.2	EXPERIMENTOS EM CAMPO .....	55
<b>4.2.1</b>	<b>Trigo</b> .....	55

<b>4.2.2 Soja</b> .....	63
<b>4.3 QUALIDADE TECNOLÓGICA DA FARINHA DE TRIGO</b> .....	68
<b>4.4 ANÁLISE FINANCEIRA</b> .....	73
<b>4.4.1 Trigo</b> .....	73
<b>4.4.2 Soja</b> .....	74
<b>6. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	79
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	81
<b>APÊNDICES</b> .....	95

