

# CIÊNCIAS AGRÁRIAS, INDICADORES E SISTEMAS DE PRODUÇÃO SUSTENTÁVEIS



**Pedro Henrique Abreu Moura**  
**Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro**  
(Organizadores)

**Atena**  
Editora  
Ano 2021

# CIÊNCIAS AGRÁRIAS, INDICADORES E SISTEMAS DE PRODUÇÃO SUSTENTÁVEIS



**Pedro Henrique Abreu Moura**  
**Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro**  
(Organizadores)

**Atena**  
Editora  
Ano 2021

**Editora chefe**

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Editora executiva**

Natalia Oliveira

**Assistente editorial**

Flávia Roberta Barão

**Bibliotecária**

Janaina Ramos

**Projeto gráfico**

Camila Alves de Cremo

Daphynny Pamplona

Gabriel Motomu Teshima

Luiza Alves Batista

Natália Sandrini de Azevedo

**Imagens da capa**

iStock

**Edição de arte**

Luiza Alves Batista

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2021 Os autores

Copyright da edição © 2021 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

**Conselho Editorial****Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano

Prof. Dr. Arinaldo Pereira da Silva – Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará

Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás

Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria

Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados

Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia



Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Prof. Dr. Jayme Augusto Peres – Universidade Estadual do Centro-Oeste  
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará  
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfnas

## Ciências agrárias, indicadores e sistemas de produção sustentáveis 2

**Diagramação:** Camila Alves de Cremo  
**Correção:** Yaiddy Paola Martinez  
**Indexação:** Amanda Kelly da Costa Veiga  
**Revisão:** Os autores  
**Organizadores:** Pedro Henrique Abreu Moura  
Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro

### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

C569 Ciências agrárias, indicadores e sistemas de produção sustentáveis 2 / Organizadores Pedro Henrique Abreu Moura, Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-701-4

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.014212911>

1. Ciências agrárias. I. Moura, Pedro Henrique Abreu (Organizador). II. Monteiro, Vanessa da Fontoura Custódio. III. Título.

CDD 630

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

**Atena Editora**

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)

## DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.

## DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, *desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.

## APRESENTAÇÃO

A agricultura faz parte da área do conhecimento denominada de Ciências Agrárias. Importante para garantir o crescimento e manutenção da vida humana no planeta, a agricultura precisa ser realizada de forma responsável, considerando os princípios da sustentabilidade.

Esta obra, intitulada “Ciências agrárias, indicadores e sistemas de produção sustentáveis 2”, apresenta-se em três volumes que trazem uma diversidade de artigos sobre agricultura produzidos por pesquisadores brasileiros e de outros países.

Neste segundo volume, estão agrupados os trabalhos que abordam temáticas sobre culturas hortícolas, grandes culturas como cana-de-açúcar e soja, pastagens e outros temas correlacionados a produção agrícola.

Agradecemos aos autores dos capítulos pela escolha da Atena Editora. Desejamos a todos uma ótima leitura e convidamos para apreciarem também os outros volumes desta obra.

Pedro Henrique Abreu Moura  
Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro



## SUMÁRIO

### **CAPÍTULO 1..... 1**

HORTICULTURA DO MARANHÃO PORTUGUÊS NOS SÉCULOS XVII E XIX: CONTRIBUIÇÕES DA PESQUISA DOCUMENTAL A PARTIR DAS OBRAS DOS MISSIONÁRIOS CRISTÓVÃO DE LISBOA E FRANCISCO DE NOSSA SENHORA DOS PRAZERES

Jairo Fernando Pereira Linhares

Maria Ivanilde de Araujo Rodrigues


Angela de Cassia Costa

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0142129111>

### **CAPÍTULO 2..... 15**

A EXPANSÃO DA CANA-DE-AÇÚCAR EM DIREÇÃO AO CERRADO NO ESTADO DE GOIÁS – BRASIL

João Baptista Chieppe Junior


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0142129112>

### **CAPÍTULO 3..... 26**

REDUCCIÓN DE COSTES DE MANTENIMIENTO MEDIANTE ANÁLISIS DE FIABILIDAD EN ACTIVOS DEL SECTOR AZUCARERO

Jose Miguel Salavert Fernández

Rubén Darío Ramos Ciprián

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0142129113>

### **CAPÍTULO 4..... 41**


MUDANÇAS NAS DISPONIBILIDADE DE NUTRIENTES E AL NO SOLO, RELAÇÕES CLIMÁTICAS E CONSEQUÊNCIAS NA PRODUTIVIDADE DE CANA-DE-AÇÚCAR NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

Dagles Ferreira Lopes

João Pedro de Barros Reicao Cordido

Josimar Nogueira Batista

Luciana Aparecida Rodrigues

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0142129114>


### **CAPÍTULO 5..... 53**

AS TECNOLOGIAS DE PLANTIO DA CANA-DE-AÇÚCAR E USO DE HERBICIDAS NO CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS

Fabrcio Simone Zera

Leticia Serpa dos Santos

Alice Deléo Rodrigues


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0142129115>

### **CAPÍTULO 6..... 66**

MEJORA DEL MANTENIMIENTO EN EL PROCESADO DE CAÑA DE AZÚCAR MEDIANTE LA DOCUMENTACIÓN. CASO DE ESTUDIO EN REPÚBLICA DOMINICANA

Rubén Darío Ramos Ciprián


Jose Miguel Salavert Fernández

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0142129116>

**CAPÍTULO 7..... 80**

ÍNDICE SPAD PARA MONITORAMENTO DA ATIVIDADE FOTOSSINTÉTICA DA BRAQUIÁRIA SUBMETIDA AO ESTRESSE HÍDRICO


Natália Fernandes Rodrigues  
Germana de Oliveira Carvalho  
Silvio Roberto de Lucena Tavares  
Guilherme Kangussu Donagemma  
Eliane de Paula Clemente

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0142129117>

**CAPÍTULO 8..... 87**

TOLERÂNCIA AO ESTRESSE HÍDRICO DE *BRACHIARIA BRIZANTHA* SOB EFEITO DE FERTILIZANTES A BASE DE ESCÓRIAS DE SIDERURGIA


Germana de Oliveira Carvalho  
Natália Fernandes Rodrigues  
Silvio Roberto de Lucena Tavares  
Guilherme Kangussu Donagemma  
Eliane de Paula Clemente

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0142129118>

**CAPÍTULO 9..... 92**

PRODUÇÃO DE MASSA SECA, VOLUME RADICULAR E EFICIÊNCIA NUTRICIONAL DE FÓSFORO EM *Brachiaria brizantha* cv. Marandu e Massai (*Panicum maximum* x *P. infestum*)

Elizeu Luiz Brachtvogel  
Andre Luis Sodré Fernandes  
Luis Lessi dos Reis

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0142129119>

**CAPÍTULO 10..... 109**

DOSES DE ÁCIDO HÚMICO SOBRE O DESENVOLVIMENTO E PRODUTIVIDADE DA CEBOLA

Regina Maria Quintão Lana  
Mara Lúcia Martins Magela  
Luciana Nunes Gontijo  
José Magno Queiroz Luz  
Reginaldo de Camargo  
Lírian França Oliveira


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.01421291110>

**CAPÍTULO 11..... 118**

SELEÇÃO DE BACTÉRIAS PROMOTORAS DE CRESCIMENTO NA ORQUÍDEA *Cymbidium* sp.

Lílian Estrela Borges Baldotto

Júlia Brandão Gontijo  
Gracielle Vidal Silva Andrade  
Marihus Altoé Baldotto

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.01421291111>

**CAPÍTULO 12..... 132**

**ANÁLISE DA PERDA DE BANANA NOS ESTABELECIMENTOS COMERCIALIZADORES DO MUNICÍPIO DE SÃO JOSÉ DO RIO PRETO - SP**


Teresa Cristina Castilho Gorayeb  
Maria Vitória Cecchetti Gottardi Costa  
Adriano Luis Simonato  
Nelson Renato Lima  
Renato Coelho Uliana  
Thamiris Antiqueira Cardoso

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.01421291112>

**CAPÍTULO 13..... 145**

**AVALIAÇÃO DE CULTIVARES DE CANOLA NAS CONDIÇÕES DE PONTA PORÃ – MS**

Darian Ian Bresolin Pereira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.01421291113>

**CAPÍTULO 14..... 148**

**INFLUÊNCIA DO HIDROCONDICIONAMENTO NA QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE SOJA**


Graciela Beatris Lopes  
Thayná Cristina Stofel Andrade  
Camila Gianlupi  
Tathiana Elisa Masetto

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.01421291114>

**CAPÍTULO 15..... 157**

**ESCALADA DA SOJA GM E DO GLIFOSATO, NO BRASIL, ENTRE 2011 E 2018**


Cleiva Schaurich Mativi  
Pierre Girardi  
Sofia Inés Niveiros

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.01421291115>

**CAPÍTULO 16..... 171**

**CRESCIMENTO, BIOMASSA, EXTRAÇÃO E EFICIÊNCIA DE UTILIZAÇÃO DE NUTRIENTES POR PLANTAS DE COBERTURA**


Valdevan Rosendo dos Santos  
Leonardo Correia Costa  
Antonio Márcio Souza Rocha  
Cícero Gomes dos Santos  
Márcio Aurélio Lins dos Santos  
Flávio Henrique Silveira Rabêlo  
Renato de Mello Prado

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.01421291116>

**CAPÍTULO 17..... 194**

QUANTITATIVE ANALYSIS OF PERFORMANCE AND STABILITY OF A LONG AND THIN GRAIN RICE GENOTYPE FOR RICE-GROWING REGION OF MICHOACAN, MEXICO

Juan Carlos Álvarez Hernández

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.01421291117>


**CAPÍTULO 18..... 209**

ANÁLISE DE SOLO EM PROPRIEDADES DA REGIÃO SERRANA E DO PLANALTO MÉDIO DO RIO GRANDE DO SUL

Vanessa Battistella

Lucas André Riggo Piton


Luana Dalacorte

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.01421291118>

**CAPÍTULO 19..... 217**

OLIVEIRA, A ANTIGA ARTE DE NÃO MORRER DE FOME NEM DE SEDE: ESTUDOS NO BAIXO ALENTEJO

Maria Isabel Ferreira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.01421291119>

**SOBRE OS ORGANIZADORES ..... 225**

**ÍNDICE REMISSIVO..... 226**

## QUANTITATIVE ANALYSIS OF PERFORMANCE AND STABILITY OF A LONG AND THIN GRAIN RICE GENOTYPE FOR RICE-GROWING REGION OF MICHOACAN, MEXICO

Data de aceite: 01/11/2021

Data de submissão: 26/08/2021

**Juan Carlos Álvarez Hernández**

National Institute of Forestry, Agriculture and Livestock Researches, Center-Pacific Regional Research Center, Experimental Field Apatzingan Valley Paracuaro, Michoacan, Mexico  
<https://orcid.org/0000-0002-1265-0890>

**ABSTRACT:** Rice (*Oriza sativa* L.), a symbol of cultural identity and world unity, is staple food of more than half of the world's population. Worldwide, rice is produced in 113 countries concentrated in the vast regions of Africa, America, Asia, Europe and Oceania. Although country policies often favor the consumer and export market, rice production systems are decisive for food security, since providing 27% of energy and 20% of protein, in addition alleviating poverty and improving livelihoods. In Mexico, this cereal is one of the four basic crops in diet of country's population, after corn, wheat and beans. However, it has been a challenge to satisfy domestic rice demand, which exceeds 850,000 ton per year, so that, in last year's Mexico has resorted to rice imports. Thus, with the purpose of counteracting this situation, it have been motivated technologies development, adaptation of production systems, implementation of genetic improvement programs, oriented to generation of materials and its validation of adaptation to rice-growing areas of country. Actually, there are

notable advances, since advanced experimental lines have been selected, which become an alternative in substitution to the over-exploited 'Milagro Filipino' variety, which has been intensively and extensively planted despite the notable loss of its purity. Michoacan state as a worthy representative of national production, has led to experimental work on advanced rice lines, allowing the selection of materials to region such as 'Lombardia FLAR 13', in addition, that present characteristics that consumer demands. Is a rice material adapted to conditions of area. It arose from the evaluation for more than five years of an advanced line in generation F6, from a triple cross with long and thin grain characteristics; it expresses yields higher than 10 ton ha<sup>-1</sup>, early maturity, resistance to plant fall and industrial quality higher than 50% of whole grains.

**KEYWORDS:** Genetic materials, grain yield, Fondo Latinoamericano de Arroz de Riego (FLAR), *Oriza sativa*, rice genotypes.

### ANÁLISE QUANTITATIVA DE DESEMPENHO E ESTABILIDADE DE UM GENÓTIPO DE ARROZ DE GRÃOS LONGOS E FINOS PARA A REGIÃO DE CULTIVO DE ARROZ DE MICHOACAN, MÉXICO

**RESUMO:** O arroz (*Oriza sativa* L.), um símbolo de identidade cultural e unidade mundial, é o alimento básico de mais da metade da população mundial. Mundialmente, o arroz é produzido em 113 países concentrados nas vastas regiões da África, América, Ásia, Europa e Oceania. Embora as políticas nacionais frequentemente favoreçam o mercado consumidor e de exportação, os

sistemas de produção de arroz são decisivos para a segurança alimentar, pois fornecem 27% de energia e 20% de proteína, além de aliviar a pobreza e melhorar a subsistência. No México, este cereal é uma das quatro culturas básicas na dieta da população do país, depois do milho, trigo e feijão. No entanto, tem sido um desafio satisfazer a demanda interna de arroz, que ultrapassa 850.000 toneladas por ano, de modo que, no ano passado, o México recorreu à importação de arroz. Assim, com o objetivo de contrariar esta situação, tem sido motivado o desenvolvimento de tecnologias, adaptação de sistemas de produção, implementação de programas de melhoramento genético, orientado à geração de materiais e sua validação da adaptação às áreas de cultivo de arroz do país. Na verdade, há avanços notáveis, já que foram selecionadas linhas experimentais avançadas, que se tornam uma alternativa em substituição à superexplorada variedade “Milagro Filipino”, que foi intensiva e extensivamente plantada apesar da notável perda de sua pureza. O estado de Michoacan como digno representante da produção nacional, levou a um trabalho experimental em linhas avançadas de arroz, permitindo a seleção de materiais para regiões como a ‘Lombardia FLAR 13’, além disso, que apresentam características que o consumidor exige. É um material de arroz adaptado às condições da área. Surgiu da avaliação por mais de cinco anos de uma linha avançada na geração F6, de uma cruz tripla com características de grãos longos e finos; expressa rendimentos superiores a 10 toneladas ha<sup>-1</sup>, maturidade precoce, resistência à queda da planta e qualidade industrial superior a 50% dos grãos inteiros.

**PALAVRAS-CHAVE:** Materiais genéticos, rendimento de grãos, Fondo Latinoamericano de Arroz de Riego (FLAR), *Oriza sativa*, genótipos de arroz.

## 1 | INTRODUCTION

Due to its high nutritional content, rice (*Oriza sativa* L.) is one of the most appreciated cereals in the world. It contains a high amount of energy, providing 27% of the dietary energy supply, compared to wheat, which supplies 19% and corn only 5%; as for protein per 100 g of rice, 6.8 g of protein. Also contains 1.2 mg of iron, 0.5 mg of zinc and 0.6 g of fiber have been determined; it is also an important source of thiamine, riboflavin and niacin (FAO, 2006).

Worldwide, rice is produced in 113 countries concentrated in the vast regions of Africa, America, Asia, Europe and Oceania. According to FAO, in 10-year period, world production increased by 61,438,644 ton from 2010 to 2019. Of this trend, countries concentrated in Asia, whose participation in total production was approximately 90%, produced 627,452,833 ton in 2010 and reached 677,276,789 ton in 2019. Moreover, Africa and America participated in world production with 4 and 5% approximately in decade of registration, remaining in the last year 2019 with 38,771,392 ton and 35,325,593 ton, respectively. Europe and Oceania, even with a significant tonnage production, its participation in global level was less than 1% in ten-year period (FAOSTAT, 2021).

In Mexico, according to SIAP-SADER (2020), this species participates with 0.8% of the national grain production, and the annual per capita consumption was 9 kilograms. Thus, rice is one of the four basic crops, after corn, wheat and beans, and an important



part of the diet of the Mexican. Therefore, national demand for this cereal has increased, it estimated at one million tons per year, however, since 2001 to date, the national production has decreased, with consequence to massive importation of rice (OSUNA *et al.*, 2000; CHÁVEZ-MURILLO *et al.*, 2011). Under these circumstances, it is a great challenge for Mexico and for producers themselves to supply the demand. Proof of it, in last five years national production went from 254,043 ton in 2016 to 295,338 ton in 2020, in which, only participation of Michoacan was 11.4% on average compared to national production, that is, produced 29,454 ton in 2016 and in 2020 reached a production of 30,055 ton (SIAP-SADER, 2021).

Thus, in addition to technologies developed to be competitive with other rice producing countries, it is necessary the development of production systems in accordance with the current limitations. It should be noted that there are two production systems, one based on irrigation supply and the other subject to rainfall supply. According to the sowing dates, in Spring-Summer (PV, by its acronyms in Spanish) and Autumn-Winter (OI, by its acronyms in Spanish) cycles are development (HERNÁNDEZ Y TAVITAS, 2005); also pests and diseases problems are the main limitations in the crop, 43 diseases affecting rice are reported; and only 20 insect pests are considered the most important (PATHAK Y KHAN, 1994). Therefore, it is required to promote support for production and commercialization of the grain, all of this aimed at increasing profitability of the crop as a whole (TAVITAS *et al.*, 2016).

On the other hand, during last 10 years release of varieties with high yield potential, combined with favorable climatic conditions and water availability, have allowed maintaining high production rates (Salcedo y Barrios, 2012; Alvarez *et al.*, 2016; BARRIOS *et al.*, 2016; HERNANDEZ *et al.*, 2019). Likewise, some agricultural practices in technology guide have been modified, such as, transplanting rice seedlings change to direct sowing; flooding irrigation change to short period auxiliary irrigation. This has resulted in yields over 9 ton ha<sup>-1</sup>. Consequently, evaluations of advanced rice lines in rice-growing region of Michoacan, Mexico, have been oriented to determination of yield stability parameters (ÁLVAREZ *et al.*, 2018). Therefore, through the selection of promising materials obtained from compact trials and through the establishment of validation plots under irrigation conditions, different materials of long and thin grain were evaluated compared with conventional material. Based on the above, the objective was to evaluate the advanced line of rice called 'Lombardia FLAR 13', a long and thin grain genotype, compared with the conventional material in different production cycles, in rice-growing region of Michoacan, Mexico.

## 2 I MATERIALS AND METHODS

### 2.1 Environmental characteristics and landscape of production area

Typical of area located in the Balsas depression of Michoacan state, Mexico. BS<sub>1</sub> climate is frequent, corresponding to dry climate group; the least dry of very warm BS. Mean annual temperature > 22 °C, that of coldest month > 18 °C; summer rainfall regime: at least 10 times more rain in the wettest month of warm half of year than in the driest, with winter rainfall percentage < 5 of the annual, with little oscillation (Köppen, modified GARCÍA, 2004; INEGI, 2016). With respect to vegetation type, it is represented by the primary vegetative types of low deciduous forest, secondary stages of natural succession (different degrees of regeneration after elimination), shrubs from 4 to 8 m high and trees from 8 to 12 m high, and in higher areas, small extensions of oak and pine forests (ANDRES *et al.*, 1994; GARCÍA AND LINAREZ, 2012). Generally, rice-growing region is identified as having high water retention capacity, high clay content and easily flooded due to flatness conditions; however, it may differ in color and depth. Soils with the highest grain yield are clayey types; in fact, soil unit corresponds to pelic vertisols (FAO, 2008).

### 2.2 Experiment planning

Through the selection of promising materials obtained from national compact assay, which were developed in the different rice-growing regions of Mexico, and through the establishment of validation plots under irrigation and rainfed conditions, advanced experimental lines were selected, which allowed the registration and release of long and thin grain rice materials in the lines called 'INIFLAR R' (ÁLVAREZ *et al.*, 2016); 'INIFLAR RT' (BARRIOS *et al.*, 2016); 'Pacífico FL 15' and 'Golfo FL 16' (HERNANDEZ *et al.*, 2019). Which were added to the stock of available genotype alternatives, which also includes 'Milagro Filipino' variety.

However, despite efforts, it is still necessary to develop improved rice varieties that are adaptable as closely as possible to the conditions of Apatzingan Valley. For this reason, during the autumn-winter cycle from 2013 to 2016 a long and thin grain rice line identified as 'Lombardia FLAR 13' was observed, which agronomically stood out for the region in conjunction with other outstanding materials, among it is line called 'Marfil FLAR 13'. Therefore, 'Lombardia FLAR 13' genotype was exposed to a validation process, which formally began from 2017 to 2020 year, following up through field experiments, compared to the conventional Milagro Filipino variety. The experimental validation plots were established annually in cooperating producers properties in common Lombardia, municipality of Gabriel Zamora Michoacan, Mexico, being the largest reference area for rice cultivation in mexican state, with planting dates starting on June 5 of each year, for a period of about four months before harvest. Climatic data on precipitation, maximum and minimum temperatures, and evaporation during the periods 2017 to 2020 are shown in table 1.

Year	Month	Temperature (°C)		(mm)	
		Maximun	Minimal	Precipitation	Evaporation
2017	June	40.5	18.5	47	7.93
	July	37.5	18	203.8	5.76
	August	36.5	18.5	202.3	5.58
	September	35	19	137.4	4.09
	October	35.5	17	92.6	4.59
2018	June	41.5	19	178.5	7.49
	July	39	19	104.8	6.05
	August	37.5	18	153.4	5.14
	September	36.5	20	30.1	5.31
	October	36	18.5	106.9	4.87
2019	June	42.5	18	61.7	8.16
	July	39.5	19.5	64	7.33
	August	38.5	19.5	133.8	6.71
	September	38	15.5	164.3	5.53
	October	36.5	14	51.2	4.9
2020	June	43	17	15.4	8.92
	July	39	19.5	117.7	5.91
	August	36	18	226.6	5.1
	September	35	18	133.6	4.54
	October	38	15	20.4	6.01

Table 1. Climatic variation during experimental tests. Source: Department of Hydrometry. Irrigation District 097, CONAGUA, Mexico.

Soil preparation consisted of basic mechanized tillage of fallowing, harrowing, leveling and furrows formation. Then, seeds was dispersed manually by broadcasting at a density of 80 kg ha<sup>-1</sup>, and was made a pass with tractor and implement conditioned only with the tiller, marking small grooves of 0.2 m of separation (CORIA *et al.*, 2017).

### 2.3 Experimental design and response variables

Treatments used were the rice genotypes called ‘Lombardia FLAR 13’ and ‘Milagro Filipino’ placed under an randomized block experimental design, with independent plots, each material (treatment) made up of four “melgas” (sections), each one measuring 2.1 m x 40 m, giving an area of 336 m<sup>2</sup> per treatment. Crop management consisted of basic tillage (HERNANDEZ *et al.*, 2013), background irrigation or emergence irrigation, followed by auxiliary irrigation at intervals of 5 to 8 days depending on water availability. Weed control was done with pre and post- emergent selective herbicides (ESQUEDA AND TOSQUY, 2014); fertilization was in two stages (approximately 20 days after emergence and in the

stage of floral primordium formation) (TAPIA *et al.*, 2016), and application of systemic fungicides (HERNANDEZ *et al.*, 2018).

Variables recorded were: plant height, tillers number per plant, spikes number per plant, spike length on panicles, grains per spike, yield to harvest, yield after harvest and hectoliter weight (that is weight of 1,000 seeds). Data recording per experimental unit consisted of four blocks (based on each section of four considered per treatment), plants number considered per treatment were 20 for morphological and phenological aspects; and for productivity of one square meter per each section. Data obtained after verification of normality and homogeneity of variances tests were analyzed by comparing of the data sets using *t-student* test for independent samples. The statistical software used was Past 4.06 (HAMMER, 2021).

### 3 | RESULTS

The figure 1 shows plant height variable, for which there were statistical differences in only three years, and 2020 year showed no differences between treatments. The 'Lombardia FLAR 13' treatment stands out, as it surpassed the 'Milagro Filipino' treatment, although this compact condition is desirable. Heights ranged from 69 to 73 cm and from 74 to 76 cm, for 'Milagro Filipino' and 'Lombardia FLAR 13', respectively (figure 3).

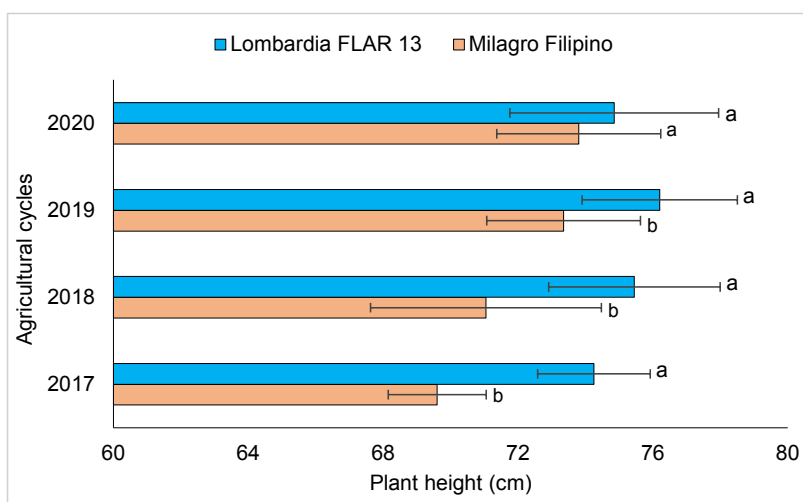


Figure 1. Behavior of plant height variable in 'Milagro Filipino' and 'Lombardia FLAR 13' genotypes under different agricultural cycles. Different letters on bars indicate significant differences according to *t-student* test ( $P < 0.05$ ); vertical lines correspond to confidence interval width (95%);  $n = 20$ .

In tillers number per plant variable, statistical analysis showed differences only in years 2019 and 2020, where 'Lombardia FLAR 13' treatment was higher than 'Milagro Filipino' treatments. In fact, in 2017 and 2018 years, even without differences, the greatest

trend also corresponded to 'Lombardia FLAR 13' treatment (figure 2). As can be seen, 'Lombardia FLAR 13' treatment presented values in most years slightly above 11 tillers per plant, while 'Milagro Filipino' treatment was closer to 10 tillers per plant (figure 2).

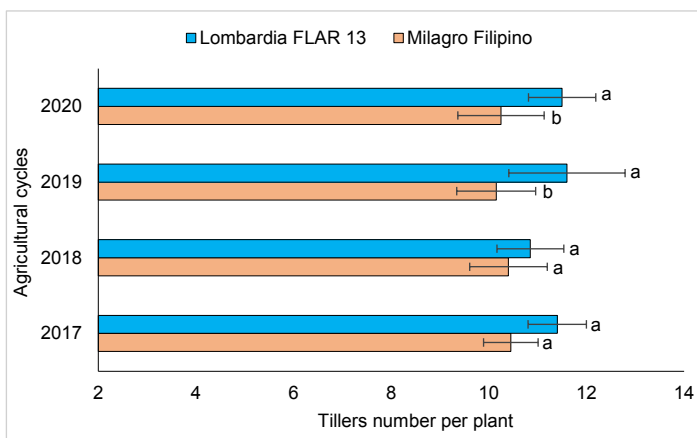


Figure 2. Behavior of tillers number per plant variable in 'Milagro Filipino' and 'Lombardia FLAR 13' genotypes under different agricultural cycles. Different letters on bars indicate significant differences according to *t-student* test ( $P < 0.05$ ); vertical lines correspond to confidence interval width (95%);  $n = 20$ .

In spikes number per plant variable, statistical analysis showed differences, except for year 2019, which was statistically equal, the rest of the years were different (figure 3), with 'Lombardia FLAR 13' treatment standing out, with values close to 12 spikes per plant. In contrast, 'Milagro Filipino' treatment averaged 10 spikes per plant (figure 3).

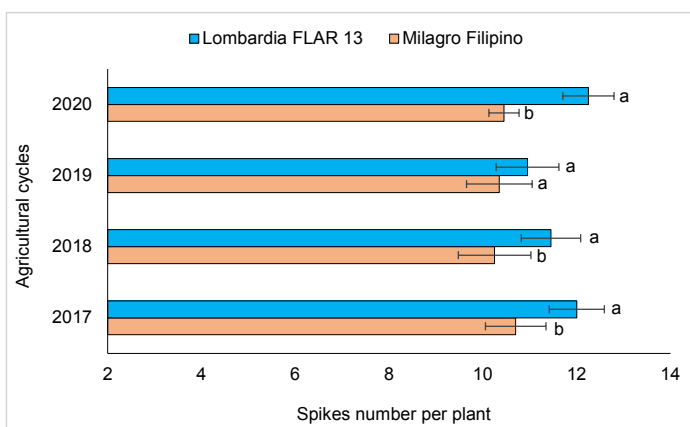


Figure 3. Behavior of spikes number per plant variable in 'Milagro Filipino' and 'Lombardia FLAR 13' genotypes under different agricultural cycles. Different letters on bars indicate significant differences according to *t-student* test ( $P < 0.05$ ); vertical lines correspond to confidence interval width (95%);  $n = 20$ .

Moreover, in spikes length on panicles variable, the statistical analysis did not find differences (figure 4). Which means that in all four years, the 'Milagro Filipino' and 'Lombardia FLAR 13' treatments were the same. In fact, numerical difference corresponds to less than one unit of the measurement value between both treatments, whose average length was 25.8 cm and 26.2 cm, for both treatments, respectively (figure 4).

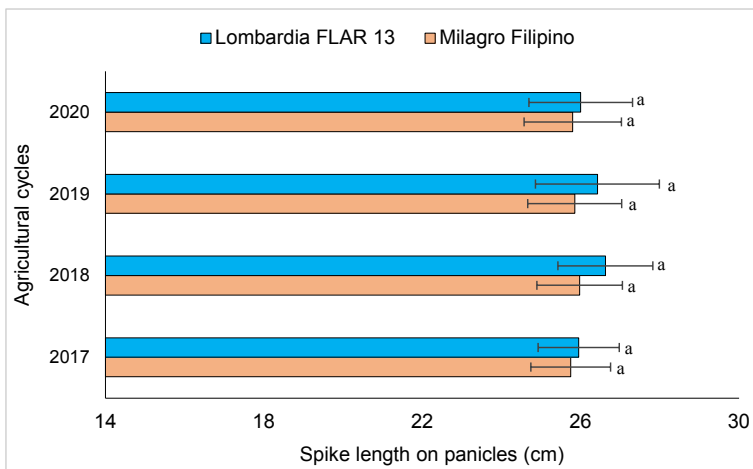


Figure 4. Behavior of Spike length on panicles variable in 'Milagro Filipino' and 'Lombardia FLAR 13' genotypes under different agricultural cycles. Different letters on bars indicate significant differences according to *t-student* test ( $P < 0.05$ ); vertical lines correspond to confidence interval width (95%);  $n = 20$ .

Similarly, statistical analysis for grains per spike variable only showed differences in evaluation corresponding to the year 2017. In subsequent years no differences were detected (figure 5). Despite this, it is important to highlight the trend observed in this variable, since both treatments 'Milagro Filipino' and 'Lombardia FLAR 13' presented stable values in four years, and whose difference between both fluctuated in approximately 20 seeds; likewise, 'Lombardia FLAR 13' treatment was superior (figure 5).



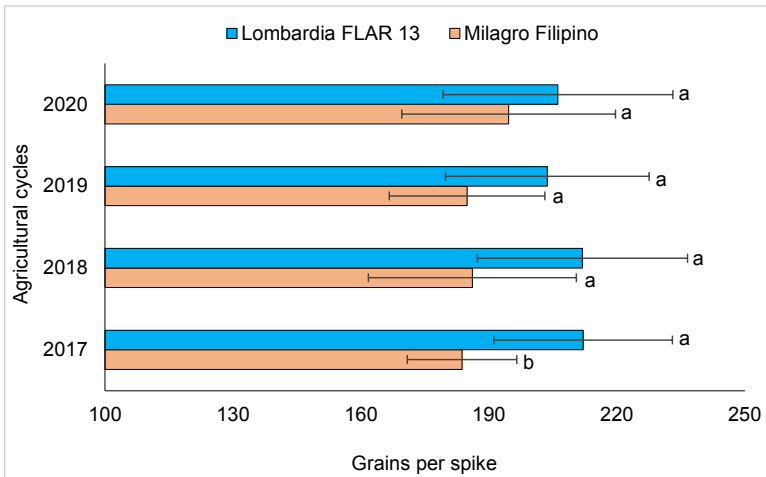


Figure 5. Behavior of grains per spike variable in 'Milagro Filipino' and 'Lombardia FLAR 13' genotypes under different agricultural cycles. Different letters on bars indicate significant differences according to *t-student* test ( $P < 0.05$ ); vertical lines correspond to confidence interval width (95%);  $n = 20$ .

In hectoliter weight variable only in two evaluation years (2017 and 2019 years) there were statistical differences, and in 2018 and 2020 years, treatments were not significant. Values ranged from 20 to 23 g for 'Milagro Filipino' treatment. Contrary, for 'Lombardia FLAR 13' treatment, 1000-grain weight reached 28 g on average for the four years of study (figure 6).

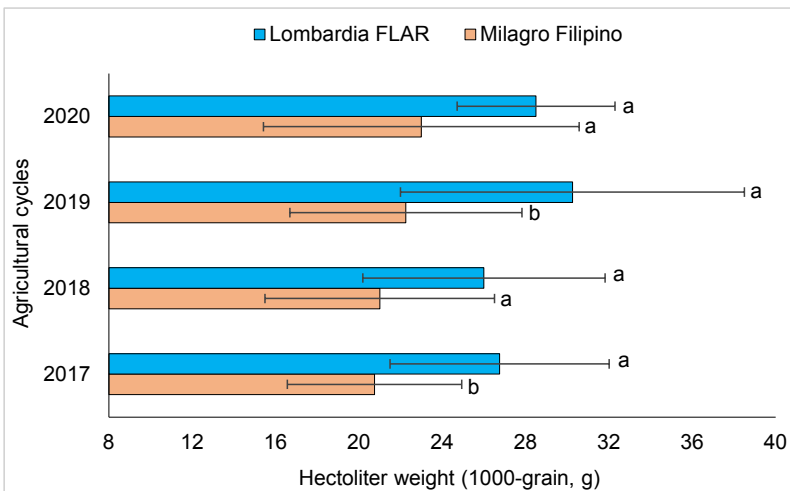


Figure 6. Behavior of 1000-grain weight variable in 'Milagro Filipino' and 'Lombardia FLAR 13' genotypes under different agricultural cycles. Different letters on bars indicate significant differences according to *t-student* test ( $P < 0.05$ ); vertical lines correspond to confidence interval width (95%);  $n = 4$ .

In productivity, the yield per square meter variable at harvest time, statistical analysis

detected significant differences in the four years of evaluation (figure 7). As can be seen, ‘Lombardia FLAR 13’ treatment exceeded the ‘Milagro Filipino’ treatment by more than 333 g per m<sup>2</sup> on average of evaluation years. Thus, ‘Lombardia FLAR 13’ treatment registered values higher than 1,250 g per m<sup>2</sup> in average evaluation years (figure 7).

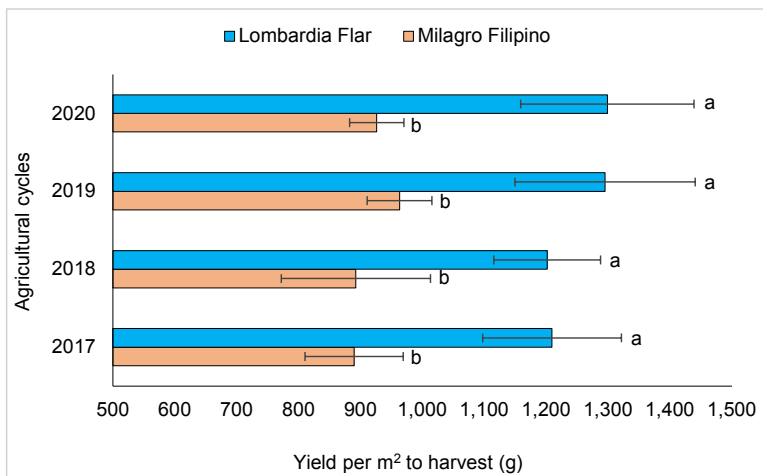


Figure 7. Behavior of yield per area variable at cutting in ‘Milagro Filipino’ and ‘Lombardia FLAR 13’ genotypes under different agricultural cycles. Different letters on bars indicate significant differences according to *t-student* test ( $P < 0.05$ ); vertical lines correspond to confidence interval width (95%);  $n = 4$ .

Subsequently, the statistical analysis applied to the variable yield per square meter after harvest, similarly found significant differences (figure 8). As can be seen, ‘Lombardia FLAR 13’ treatment was superior to ‘Milagro Filipino’ treatment. Since time invested in drying moisture in grain, maintained a similar trend to yield per square meter variable when cut, with ‘Lombardia FLAR 13’ treatment standing out with surrounding values between 1,085 and 1,118 g per m<sup>2</sup> (figure 8), and between 260 g per m<sup>2</sup> over ‘Milagro Filipino’ treatment.

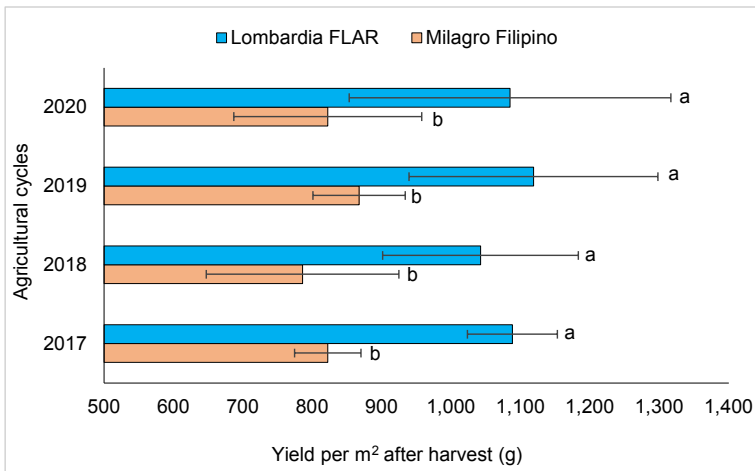


Figure 8. Behavior of yield per area variable after cutting in ‘Milagro Filipino’ and ‘Lombardia FLAR 13’ genotypes under different agricultural cycles. Different letters on bars indicate significant differences according to *t-student* test ( $P < 0.05$ ); vertical lines correspond to confidence interval width (95%);  $n = 4$ .

#### 4 | DISCUSSION

Mexico produces and markets two types of grains for consumption, thick grain that covers 25% and thin grain that covers 75%, the latter largely dependent on imports (BARRIOS *et al.*, 2016). In view of this, the recent release of ‘INIFLAR R’ and ‘INIFLAR RT’ varieties; both a long and thin grain varieties with high yield potential, resistant to *Magnaporthe* sp. and other diseases, and good industrial grain quality. Which is expected to replace ‘Milagro Filipino’ variety in the short term and recover the crop’s profitability level and simultaneously compete with imported long and thin grain rice in order to reduce import volumes (HERNÁNDEZ *et al.*, 2015). Meanwhile, ‘Pacífico FL 15’ and ‘Golfo FL 16’ varieties, both resistant to the “sogata WLV” complex (white leaf virus) and to endemic rice burning disease (*Magnaporthe* sp.), but moderately resistant to the spotted grain disease caused by *Helminthosporium oryzae* in association with other pathogens. It is estimated that, rice producers will contribute with 300,000 ton of extra-long grain rice demanded by the population, with these varieties (HERNÁNDEZ *et al.*, 2019).

Michoacan state as a worthy representative of national production, in recent years has ranked fourth in established surface area, which has led to experimental work on advanced rice lines, allowing the selection of materials adapted to region such as ‘Lombardia FLAR 13’, in addition, that present characteristics that consumer demands. It is important to highlight that in addition to ‘Lombardia FLAR 13’ material whose process and monitoring has been constant and stable, the rice material called ‘Marfil FLAR 13’ has also exceeded expectations, since, its behavior in field places it as another alternative to these new long and thin grain materials. ‘Milagro Filipino’ is the predominant variety in the rice-growing

areas, however, the yields are lower than those of long and thin grain, in addition to being thick grain and presents “white belly” (GARCÍA *et al.*, 2011). As mentioned, long and thin rice type is one with the highest national consumption, and since it is not domestically consumed, it is imported.

The potential yield of “Lombardia FLAR 13” is attributed to that is a rice material adapted to the agroclimatic conditions of Apatzingán Valley region, Michoacan Mexico. It arises from the evaluation for more than 5 years of an advanced line in generation F6 from a triple cross with long thin grain characteristics, which makes it possible to achieve higher yields to 9.0 ton ha<sup>-1</sup>. Thus, ‘Lombardia FLAR 13’ genotype is resistant to plant lodging, thresh and diseases that attack this crop at national level, since, in the years of evaluation these problems did not occur. In terms of industrial quality, long and thin grain it produces is good, which makes it competitive with imported rice of this same type of grain, so it can compete with the types of grain that are being imported from Thailand and Vietnam (TOLENTINO, 2014). In addition, it contributes to the increase of the surface and the production of rice with this type of grain, being a reference to counteract import volumes, and reestablish sources of work in field and in rice industry.

On the other hand, the technology traditionally used in rice cultivation in “Apatzingan Valley”, Michoacan, Mexico, has undergone changes. For this reason, continuous improvement programs have been developed, represented by the direct sowing cultivation system in furrows and auxiliary irrigation, bearing in mind that water shortage is the main problem; therefore, it is important to implement strategies in the application of the required amount of irrigation without reducing yields potential. Water is basic for rice plant to complete its essential functions, unlike other species, as it is a necessary means for rice to develop properly and reduce competition from weeds and other plants that are antagonistic. On the other hand, the heat stress experienced by the plant is a function of air temperature, and genetic and agronomic factors that determine the evaporative cooling potential of the plant (LÓPEZ-HERNÁNDEZ *et al.*, 2018). Another important aspect is that ‘Lombardia FLAR 13’ genotype, as well as the new varieties of this grass, does not require continuous flooding, which allows for greater efficiency and better use of water and soil resources.

## 5 | CONCLUSIONS

‘Lombardia FLAR 13’ genotype showed productive stability in the environmental conditions of “Apatzingan Valley”, and is also competitive with the conventional ‘Milagro Filipino’ variety, which is established in area, since, in most of the morphological variables evaluated it was equal in the results, and was even superior in the results of productive variables. ‘Lombardia FLAR 13’ expresses yields higher than 10 ton ha<sup>-1</sup>, is precocious, resistant to plant drop and of industrial quality higher than 50% of whole grains, which gives certainty to its establishment on a larger scale in rice growing area of Michoacan, Mexico.

## ACKNOWLEDGEMENTS

The authors wish to express their gratitude to the National Institute of Forestry, Agriculture and Livestock Research (INIFAP, by its acronyms in Spanish) for solved financing most of the researches developed under the then sectoral fund project SAGARPA-CONACYT (No. 148859).

## REFERENCES

- ÁLVAREZ, H. J. C., TAPIA, V. L. M., TAVITAS, F. L. **Iniflar R, new variety of long grain rice thin for irrigation producing regions Mexico**. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, 17 (esp.) 3649-3654. 2016. ISSN: 2007-0934
- ALVAREZ, H. J. C., TAPIA, V. L. M., HERNANDEZ, P. A. New genotypes of long and thin grain rice and technology for production in Mexico: Michoacan state as an example. In: TADELE, Z. editor. **Grasses as food and feed**. 1st. Ed. INTECHOPEN. United Kingdom; 2018. p. 3-23. DOI: 10.5772/intechopen.79152
- ANDRES, A. J., ARTEAGA, L.G., BLANCARTE, D. M., CALDERON, A. J. H., LOPEZ, P. V., RIVERA, M. S., ROMERO, P. J., SANTOS, C. C. **La producción agropecuaria de la region Valle de Tepalcatepec Michoacan**. 1st. Ed. Universidad Autonoma de Chapingo. Mexico. 1994. 652 p. ISBN: 968884280X, 9789688842805.
- BARRIOS, G. E. J., HERNÁNDEZ, A. L., TAVITAS, F. L., ORTEGA, A. R., JIMÉNEZ, C. J. A., TAPIA, L. M., MORELOS, V. H., HERNÁNDEZ, P. A., ESQUEDA, E. A. V., URESTI, D. D. **INIFLAR RT, variety of rice grain thin for Mexico**. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, 7 (4), 969-976. 2016. DOI: 10.29312/remexca.v7i4.282
- CORIA, A. V. M., ALVAREZ, H. J. C., VENEGAS, G. E., VIDALES, F. I. **Agenda tecnica agrícola de Michoacan**. SAGARPA, COFUPRO, INIFAP. Mexico. 270 p. 2017.
- CHÁVEZ-MURILLO, C. E., WANG, Y. J., QUINTERO-GUTIÉRREZ, A. G., BELLO-PÉREZ, L. A. **Physicochemical textural and nutritional characterization of Mexican rice cultivars**. Cereal Chemistry, 88 (3), 245-252. 2011. DOI: <https://doi.org/10.1094/CCHEM-10-10-0146>
- ESQUEDA, E. V. A., TOSQUY, V. O. H. **Validation of Cyhalofop-Butyl + clomazone to control *Echinochloa colona* (L.) Link in rainfed rice**. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, 5 (5), 741-751. 2014. ISSN: 2007-0934.
- FAO (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS). **Sistema de semillas de calidad declarada**: Estudio FAO Producción y Protección Vegetal 185. Roma Italia. 267 p. 2006. ISBN: 92-5-305510-3.
- FAO (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS). **Base referencia mundial del recurso suelo**: Un marco conceptual para la clasificación, correlacion y comunicación internacional. Versión en español. Roma, Italia. 117 p. 2008. ISBN: 978-92-5-305511-1
- FAOSTAT. **World papaya production statistics** [Internet]. 2021. Recovered on May 17, 2021
- <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC>.

GARCIA, E. **Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen, para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana**. 5ta. ed. UNAM. Mexico. 246 p. 2004. ISBN: 970-32-1010-4

GARCIA, A. J. L., HERNANDEZ, A. L., TAVITAS, F. L. **El silverio: a new rice cultivar for the tropical areas of Mexico**. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, 2 (4), 607-612. 2011. ISSN: 2007-0934.

GARCÍA, R. I., LINARES, L. A. **Arboles y arbustos de la cuenca del río Tepalcatepec (Michoacán y Jalisco, México) para uso urbano**. 1st ed. El Colegio de Michoacán A. C. e Instituto Politécnico Nacional, Mexico. 304-p. 2012. ISBN: 978-607-8257-07-2

HAMMER, Ø. PAST 4.06. **Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis**: Reference manual. Natural History Museum, University of Oslo. Norway. 290 p. 2021.

HERNÁNDEZ, A. L., TAVITAS, F. L. **Plan de investigación y apoyos a la transferencia de tecnología en la cadena agroalimentaria arroz**. INIFAP-CIRCE-CE-Zacatepec, Morelos. Publicación Especial No. 42. 66 p. 2005.

HERNANDEZ, P. A., TAPIA, V. L. M., LARIOS, G. A., VIDALES, F. I., RICO, P. H. R. **Tecnología para la producción de arroz en el trópico seco de Michoacán**. Guía Técnica N. 1. INIFAP-CIRPAC-Campo Experimental Valle de Apatzingan. Mexico. p. 57. 2013. ISBN: 978-607-37-0071-9.

HERNANDEZ, A. L., TAVITAS, F. L., ALBERTO, P. **Paquetes tecnológicos para el cultivo de arroz en México**. Folleto Técnico No. 87. INIFAP-CIRPAS Campo Experimental Zacatepec. Zacatepec, Morelos, Mexico. 85 p. 2015. ISBN: 978-607-37-0419-9.

HERNANDEZ, A. L., TAVITAS, F. L., BARRIOS, G. E. J. **Tecnologías y sistemas de producción para las variedades de arroz de grano largo delgado INIFLAR RT, INIFLAR R, Pacífico FL 15 y Golfo FL 16**. Folleto para Productores No. 71 SAGARPA-INIFAP-CIRPAS-CAMPO EXPERIMENTAL ZACATEPEC. Zacatepec, Morelos, Mexico. 47 p. 2018. ISBN: 978-607-37-1079-4.

HERNÁNDEZ, A. L., TAVITAS, F. L., ALVAREZ, H. J. C., TAPIA, V. L., ORTEGA, A. R., ESQUEDA, E. V., JIMÉNEZ, C. J. A. **Pacífico FL 15 and Golfo FL 16, multi-environmental varieties of rice with extra long grain for Mexico**. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, 10 (1), 23-34. 2019. DOI: 10.29312/remexca.v10i1.1544

INEGI (INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA). **Anuario estadístico y geográfico de Michoacán de Ocampo 2016**. 1st ed. México. 793 p. 2016. ISBN: 978-607-739-858-5.

LOPEZ-HERNANDEZ, M. B., LOPEZ-CASTAÑEDA, C., KOHASHI-SHIBATA, J., MIRANDA-COLIN, S., BARRIOS-GOMEZ, J., MARTINEZ-RUEDA, C. G. **Drought and heat tolerance in rice (*Oryza sativa*)**. Ecosistemas y Recursos Agropecuarios, 5 (15), 373-385. 2018. DOI: 10.19136/era.a5n15.1558.

OSUNA, C. F. J., HERNANDEZ, A. L., SALCEDO, A. J., TAVITAS, F. L., GUTIÉRREZ, D. L. **Manual para la producción de arroz en la región central de México**. Libro Técnico N. 1. INIFAP. Zacatepec: Morelos, Mexico. 92 p. 2000. ISBN: 968-800-474-X.

PATHAK, M., KHAN, Z. R. **Insect pest of rice**. International Rice Research Institute. Manila, Philippines. 79 p. 1994. ISBN: 971-22-0028-0

SALCEDO, A. J., BARRIOS, G. E. J. **Morelos A-2010, new rice variety for direct sowing for central Mexico**. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, 3(7), 1453-1458. 2012. DOI: 10.29312/remexca.v3i7.1352



SIAP, by its acronyms in Spanish (FOOD, AGRICULTURE AND FISHING INFORMATION SERVICE). **Agrifood Panorama**. 1st ed. Secretary of Agriculture and Rural Development. Mexico City; 200 p. 2020.

SIAP-SADER, by its acronyms in Spanish (FOOD, AGRICULTURE AND FISHING INFORMATION SERVICE-MINISTRY OF AGRICULTURE AND RURAL DEVELOPMENT). **Statistics of National Rice Production**. Recovered on May 17, 2021.

[http://infosiap.siap.gob.mx:8080/agricola\\_siap\\_gobmx/ResumenProducto.do](http://infosiap.siap.gob.mx:8080/agricola_siap_gobmx/ResumenProducto.do).

TAPIA, V. L. M., HERNANDEZ, P. A., ALVAREZ, H. J. C. Nutricion y manejo de fertilizantes. In HERNANDEZ-ARAGON, L., TAVITAS-FUENTES, L. (Eds.). **El arroz en Mexico** (p. 309-331). Libro Tecnico No. 14. INIFAP-CIRPAS-Campo Experimental Zacatepec. Zacatepec, Morelos. Mexico. 2016. ISBN: 978-607-37-0584-4.

TAVITAS, F. L., HERNANDEZ, A. L., REYNA, T. T. J. Produccion y postproducción de arroz (*Oriza sativa* L.) en Mexico y la importancia en la seguridad alimentaria. In REYNA, T. T. J., VEGA, L. M., ORTUÑO, G. M. (Eds.). **Producción, postproduccion y agrotecnias de semillas, hortalizas y frutas**. Coadyuvantes en la seguridad alimentaria en Mexico y Cuba (p. 66-90). 1st. Ed. Instituto de Geografia UNAM. Distrito Federal, Mexico. 2016. DOI: 10.14350/gd.02.

TOLENTINO, M. J. M. **The rice production of the state of Morelos under the approach SIAL**. Revista Estudios sociales, 22 (44), 38-61. 2014. ISSN 0188-4557.

# CAPÍTULO 18

## ANÁLISE DE SOLO EM PROPRIEDADES DA REGIÃO SERRANA E DO PLANALTO MÉDIO DO RIO GRANDE DO SUL

*Data de aceite: 01/11/2021*

*Data de submissão: 06/08/2021*

### Vanessa Battistella

Acadêmica do Curso de Agronomia, Faculdade  
Cesurg  
Marau - RS

### Lucas André Riggo Piton

Acadêmico do Curso de Agronomia, Faculdade  
Cesurg  
Marau - RS

### Luana Dalacorte

Docente do Curso de Agronomia, Faculdade  
Cesurg  
Marau – RS

**RESUMO:** A análise de solo é uma prática recomendada a fim de proporcionar ao produtor melhor tomada de decisão. Apesar de sua importância, não é executada em todas as áreas agrícolas. Conhecer quais são os fatores que dificultam a utilização de análises de solo pelo produtor, pode fornecer informações relevantes para a recomendação técnica no campo. O objetivo do trabalho é avaliar a utilização da análise física e química de solo pelos produtores rurais da Região Serrana e Planalto Médio do Rio Grande do Sul e verificar quais são os principais problemas encontrados no momento da execução das análises de solo. Foi realizada uma pesquisa qualitativa por meio de questionário, onde foram coletados dados de 47 produtores que residem em diferentes localidades. A pesquisa de campo

foi realizada no período de abril a outubro de 2017, o questionário foi aplicado aos produtores de forma individual, sendo formado por 11 questões. A realização da análise de solo por produtores rurais da região de transição do Planalto Médio e Região Serrana em mais de 60% dos produtores rurais não é anual, apresentando carência da caracterização química para recomendação de corretivos e fertilizantes em áreas com cultivos agrícolas anuais.

**PALAVRAS-CHAVE:** Análise, fertilidade, recomendação.

### SOIL ANALYSIS ON PROPERTIES IN THE SERRANA REGION AND THE MEDIUM PLATEAU OF RIO GRANDE DO SUL

**ABSTRACT:** Soil analysis is a recommended practice in order to provide the producer with better decision making. Despite its importance, it is not performed in all agricultural areas. Knowing what are the factors that hinder the use of soil analysis by the producer can provide relevant information for the technical recommendation in the field. The objective of this work is to evaluate the use of physical and chemical analysis of soil by rural producers in the Serrana Region and Middle Plateau of Rio Grande do Sul and verify what are the main problems encountered when carrying out the soil analyses. A qualitative survey was carried out through a questionnaire, where data from 47 producers living in different locations were collected. The field research was carried out from April to October 2017, the questionnaire was applied to producers individually, consisting of 11 questions. The performance of soil analysis by rural producers in the transition region of the

Middle Plateau and Mountain Region in more than 60% of rural producers is not annual, with a lack of chemical characterization for recommending correctives and fertilizers in areas with annual agricultural crops.

**KEYWORDS:** Analysis, fertility, recommendation.

## 1 | INTRODUÇÃO

As características químicas e físicas do solo apresentam variabilidade espacial como consequência de processos pedogenéticos. Essas características se manifestam nas direções horizontal e vertical, mas podem ser alteradas pelas ações antrópicas, mediante o uso e manejo do solo (OLIVEIRA, et al., 2007).

O solo é um recurso natural, de grande importância para a sustentabilidade ambiental, alguns atributos são muito sensíveis às alterações e manejos realizados nos solos, entre eles a densidade do solo, porosidade, estabilidade de agregados e análise da fertilidade (ALCARDE, 1998). O Brasil se destaca na produção agrícola, por conter um solo fértil, porém para sua manutenção, práticas de manejo devem ser adotadas como a conservação da água do solo (EMBRAPA, 2019).

A análise de solo é uma prática recomendada a fim de proporcionar ao produtor melhor tomada de decisão. Este é o método mais antigo e tradicional usado para a avaliação da fertilidade do solo, é a partir deste que são feitas as recomendações adequadas de adubação e correção de uma propriedade, visando a otimização da área produtiva.

A análise de solo, apesar de sua importância, não é executada em todas as áreas agrícolas, conhecer quais são os fatores que dificultam a utilização de análises de solo pelo produtor, poderá fornecer informações relevantes para a recomendação técnica no campo. O objetivo do trabalho é avaliar a utilização da análise física e química de solo pelos produtores rurais da Região Serrana e Planalto Médio do Rio Grande do Sul e verificar quais são os principais problemas encontrados no momento da execução das análises de solo.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

Foi realizada uma pesquisa qualitativa por meio de questionário, onde foram coletados dados de 47 produtores que residem em diferentes localidades dos municípios de Casca, Santo Antônio do Palma, Marau, Paraí, Serafina Corrêa, São Domingos do Sul, Vila Maria, Muçum e Vespasiano Corrêa, todas pertencentes ao estado do Rio Grande do Sul.

Apesquisa de campo foi realizada no período de abril a outubro de 2017, o questionário foi aplicado aos produtores de forma individual, sendo formado por 11 questões:

- 1) O produtor realiza análise de solo e em quais culturas?
- 2) Qual o tipo de análise de solo você realiza e qual a frequência?

- 4) Quem faz a coleta de solo?
- 5) Em quantos pontos é realizada a coleta para obter uma amostra?
- 6) Qual a profundidade de coleta do solo?
- 7) Qual o principal instrumento utilizado na coleta?
- 8) O produtor reconhece a importância da análise de solo?
- 9) Quem faz a interpretação dos resultados da análise de solo para o produtor?
- 10) O produtor segue as recomendações técnicas após a interpretação da análise? Ou seja, realiza adubação e calagem segundo a análise?
- 11) Após adotar a análise de solo a produtividade aumentou?

As respostas dos produtores foram transformadas em porcentagens, onde foi gerado um gráfico para cada questão aplicada.

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram entrevistados 47 produtores rurais, escolhidos aleatoriamente que residem em municípios localizados na área de transição entre a Região Serrana e o Planalto Médio do Rio Grande do Sul - Brasil. Dos 47 produtores entrevistados, apenas um produtor diz não realizar análise de solo.

Para os 46 produtores entrevistados, a adoção da análise é realizada em áreas de cultura de lavoura, provavelmente por ser a atividade agrícola mais utilizada na região estudada. Foi possível identificar que 80% dos produtores entrevistados realizam a análise de solo para mais de duas culturas. Já, os produtores que fazem para uma cultura o total são de 20% (Figura 1).

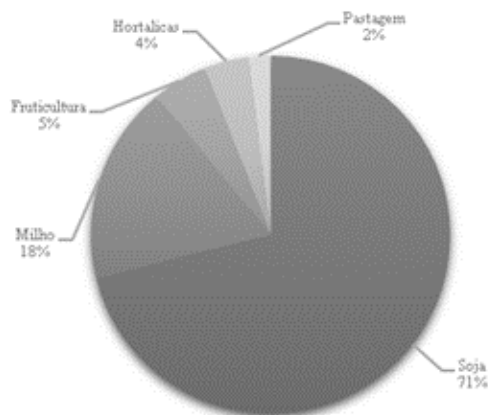


Figura 1. Uso agrícola das áreas onde os produtores realizam a análise de solo, Região Serrana e Planalto Médio – RS, 2017.

A frequência de realização da análise química do solo foi de 38% realizada

anualmente, 60% a cada dois anos, 2% a cada 3 ou mais anos (Figura 2). Provavelmente, a maior execução de essas análises serem a cada dois anos, se deve a validade bancária da análise química para custeio agrícola ser deste período.

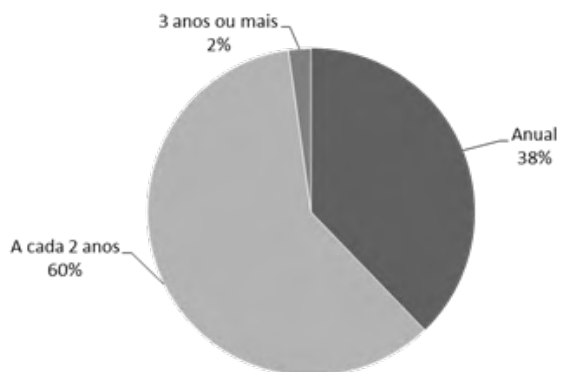


Figura 2. Frequência de realização da análise química de solo, Região Serrana e Planalto Médio – RS, 2017.

Apenas 60% dos produtores entrevistados realizam a análise física de solo. A frequência da realização demonstra que 14% dos produtores realizam análise física anualmente, 18% a cada dois anos, 68% a cada três ou mais anos (Figura 3).

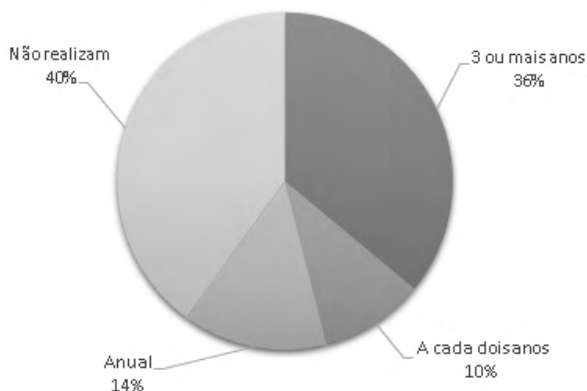


Figura 3. Frequência da realização da análise física, Região Serrana e Planalto Médio – RS, 2017.

A coleta do solo é realizada pelo produtor em 56% das propriedades estudadas, 4% coletadas por um técnico ou Eng. Agrônomo da Emater e 40% são coletadas por um técnico ou Eng. Agrônomo de empresa privada (Figura 4). O produtor é a pessoa que com maior frequência realiza a coleta de solo. Porém, problemas de amostragem podem ocorrer

pela falta de orientação técnica, prejudicando, por exemplo, o número de subamostras, a contaminação de amostras ou o desconhecimento da profundidade de coleta.

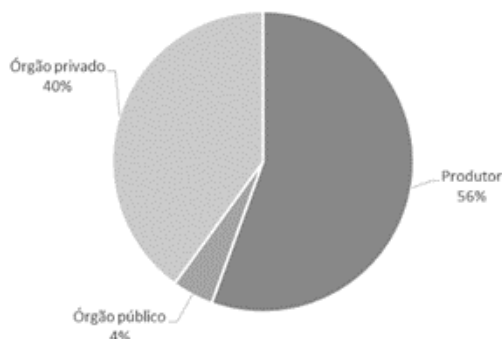


Figura 4. Responsável pela coleta da amostra de solo, Região Serrana e Planalto Médio – RS, 2017.

Em relação ao número de subamostras para compor uma amostra, 49% dos produtores coletam solo em menos de 5 pontos, 24% entre 5 e 10 pontos e 27% em mais de 10 pontos (Figura 5). O baixo número de subamostras para compor uma amostra, demonstra a não representatividade correta do solo coletado. Segundo a Sociedade Brasileira de Ciência do Solo (SBCS) quando o solo é amostrado ao acaso, os limites de inferência estatística são atendidos com a coleta de 10 a 20 amostras subamostras (15 em média).

A aplicação localizada de fertilizantes nas linhas de semeadura aumenta a variabilidade horizontal dos valores de teor de nutrientes em solos com plantio direto, sobretudo no sentido perpendicular às linhas de semeadura. Isso é mais marcante para os nutrientes com baixa mobilidade no solo e maior efeito residual, como o P e o K (SALET et al., 1996). Quando poucos pontos são amostrados, há maiores chances de erro nos resultados químicos que representam o local de cultivo.

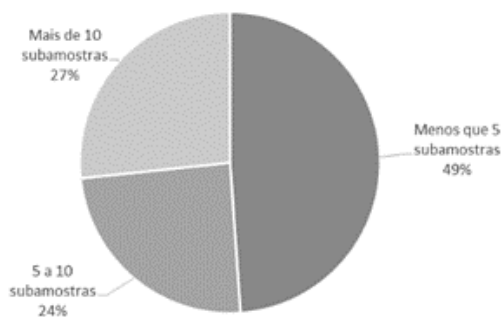


Figura 5. Quantidade de subamostras coletadas para compor uma amostra, Região Serrana e Planalto Médio – RS, 2017.



A avaliação da profundidade de coleta do solo demonstra que 75% dos produtores de soja e 50% dos produtores de milho optam por realizar a coleta de solo de 0-20 cm em áreas de plantio direto consolidado, sem estratificação desta profundidade (Tabela 1). A coleta de até 20 cm pode diluir o resultado químico destas amostras, considerando que as raízes em sua grande maioria estão presentes e absorvem os nutrientes dos primeiros 10 cm de profundidade.

Considerando que adequada representatividade da amostra composta está diretamente relacionada com a qualidade das amostras simples (GUARÇONI et al., 2006), não somente o número de sub amostras é importante, mas também a profundidade de solo coletada em cada ponto que irá compor a amostra representativa da área agrícola.

Profundidade	Soja	Milho	Horticultura	Fruticultura	Pastagem
	%				
0-10 cm	25	50	-	-	-
0-20 cm	75	50	100	-	100
0>20 cm	-	-	-	100	-

Tabela 1. Profundidades de coleta de solo realizadas nas culturas de soja, milho, horticultura, fruticultura e pastagem, Região Serrana e Planalto Médio do RS, 2017.

Como instrumento de coleta, o uso da pá-de-corte foi de 38%, coleta com trado 42%, e com quadrículo ou trado mecanizado de 20% dos produtores (Figura 6). Percebe-se um avanço no uso de quadrículos ou trados mecanizados na coleta de solo, permitindo mais agilidade e facilidade nesta atividade. O cuidado para evitar perdas de solo e representar adequadamente a camada amostrada é essencial, o trado caneca é um aliado nessa etapa, pois é provido de garras nas extremidades, não deixando o solo cair (SBCS, 2016).

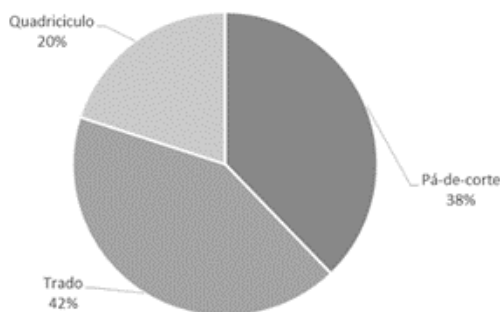


Figura 6. Instrumento utilizado para coleta das amostras de solo na Região Serrana e Planalto Médio – RS, 2017.

Os resultados das análises são interpretados 31% por técnicos de órgãos públicos e 62% por técnicos da assistência privada, e 7% são interpretados pelo próprio produtor (Figura 7). Percebe-se que o maior responsável pela interpretação dos resultados é o profissional de órgãos privados, provavelmente pela procura do produtor, onde será realizada a compra de fertilizantes e corretivos.

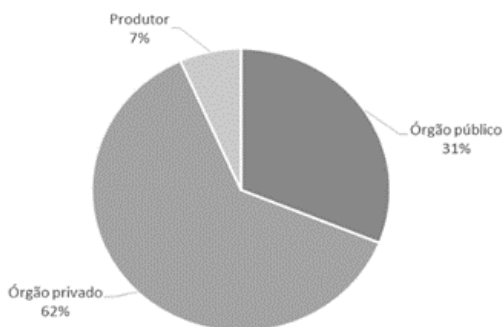


Figura 7. Interpretação da análise Região Serrana e Planalto Médio – RS, 2017.

Todos os produtores rurais entrevistados que realizam análise dizem seguir as recomendações profissionais de adubação e calagem conforme a análise de solo, reconhecendo sua importância e identificando aumento de produção ou economia no momento da compra de corretivos e fertilizantes.

#### 4 | CONCLUSÕES

A realização da análise de solo por produtores rurais da região de transição do Planalto Médio e Região Serrana em mais de 60% dos produtores rurais não é anual, apresentando carência da caracterização química para recomendação de corretivos e fertilizantes em áreas com cultivos agrícolas anuais.

Os principais problemas identificados na coleta e uso da análise de solo são:

- Realização de um baixo número de subamostras coletadas;
- Profundidade de coleta diferente da recomendação técnica em sistema plantio direto.

A conscientização de produtores rurais e a execução da coleta do solo ser realizada por técnico capacitado é fundamental para garantir resultados confiáveis da caracterização do solo.

## REFERÊNCIAS

ALCARDE, MANEJO DA FERTILIDADE DO SOLO. **Coleta da amostra de solo Amostragem, interpretação, recomendação de calagem e adubação.** Disponível em: <http://www.unifertil.com.br/admin/files/rc20131111121702.pdf>. Acesso em: 15 nov. 2016.

EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária). Agricultura familiar dependente de chuva no Semiárido. Capítulo 12. **Uso e manejo do solo**, p. 396-444, 2019.

GUARÇONI, André; ALVAREZ, Víctor Hugo; NOVAIS, Roberto Ferreira; CANTARUTTI, Reinaldo Bertola; LEITE, Hélio Garcia; FREIRE, Francisco Morel. **Definição da dimensão do indivíduo solo e determinação do número de amostras simples necessário à sua representação.** Revista Brasileira de Ciência do Solo n° 30, p. 943-954, 2006.

OLIVEIRA, Fábio Henrique Tavares *et al.* **Amostragem para avaliação da fertilidade do solo em função do instrumento de coleta das amostras e de tipos de preparo do solo.** Revista Brasileira de Ciência do Solo n° 31, 2007.

SALET, Roberto Luiz *et al.* **Variabilidade horizontal e amostragem de solo no sistema plantio direto.** Reunião Sul-Brasileira de Ciência do Solo, 1. Lages, p. 74-76, 1996.

SBCS (Sociedade Brasileira de Ciência do Solo). **Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina.** Porto Alegre: SBCS – Núcleo Regional Sul, 11ª edição, 2016. Acesso em 15 nov. 2016.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Absorção 43, 55, 59, 60, 62, 81, 85, 90, 91, 92, 93, 95, 99, 102, 103, 104, 105, 106, 108, 112, 117, 123, 148, 150, 151, 152, 155, 171, 173, 176, 183, 188, 217, 218, 219, 220, 221, 222

Aclimatização 118, 119, 120, 122, 124, 126, 127, 128

Adução verde 171, 178, 187, 191, 192, 193

Agropecuária 17, 18, 64, 65, 86, 128, 129, 156, 168, 169, 189, 190, 216, 225

Agrotóxicos 64, 157, 159, 161, 162, 163, 167, 168, 169, 170

Análises 41, 44, 48, 51, 64, 82, 86, 89, 95, 122, 123, 126, 137, 176, 209, 210, 212, 215

### B

Bactérias 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 130, 131

Bactérias diazotróficas 118, 119, 120, 123, 125, 126, 127, 128

Banana 6, 127, 132, 133, 134, 136, 137, 141, 142

Brasil 3, 4, 6, 8, 9, 10, 15, 16, 18, 19, 20, 22, 25, 46, 52, 56, 57, 58, 61, 63, 86, 88, 93, 106, 109, 110, 111, 117, 120, 122, 123, 128, 132, 134, 142, 145, 146, 147, 148, 149, 151, 155, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 167, 168, 169, 171, 173, 184, 191, 210, 211

### C

Campo 8, 28, 31, 44, 67, 69, 78, 80, 82, 83, 87, 89, 94, 106, 117, 148, 149, 151, 152, 153, 154, 155, 207, 208, 209, 210, 219, 225

Cana-de-açúcar 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 24, 25, 41, 42, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 86, 159, 162, 163, 164, 167

Caña de azúcar 26, 27, 28, 29, 66, 67, 68, 69, 70

Canola 145, 146, 147, 159

Cerrado 15, 16, 17, 18, 21, 24, 25, 91, 107, 124, 127, 149, 168, 186, 193

Ciclagem de nutriente 171

Colheita 21, 23, 46, 48, 51, 53, 54, 55, 56, 57, 59, 60, 61, 65, 109, 112, 141, 146, 149, 150, 175, 177, 180

Corretivo do solo 87

Crescimento 16, 17, 18, 21, 22, 23, 52, 56, 58, 59, 60, 81, 85, 87, 93, 97, 98, 99, 100, 103, 105, 106, 108, 109, 111, 112, 116, 117, 118, 119, 120, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 130, 131, 150, 157, 158, 162, 166, 171, 173, 175, 178, 179, 180, 181, 184, 188, 190, 191, 192, 219

Cultivares 44, 53, 55, 60, 61, 106, 145, 146, 168, 182

## D

Déficit hídrico 60, 80, 81, 86, 87, 88, 90, 91

Desperdício 132, 133, 135, 136, 141, 143

## E

Estresse hídrico 80, 81, 83, 85, 86, 87, 88, 90, 91

Etnobotânica histórica 1, 9

## F

Fertilidade 18, 24, 41, 42, 43, 44, 48, 49, 51, 52, 93, 105, 108, 110, 171, 172, 173, 183, 184, 185, 186, 187, 189, 209, 210, 216

Fitomassa 171, 190, 192

## G

Genetic materials 194

Genotypes 192, 194, 198, 199, 200, 201, 202, 203, 204, 206

Gramínea 81, 82, 85, 87, 88, 91, 97, 98, 100, 102, 105, 179

## H

Horticultura 1, 2, 6, 8, 117, 142, 214, 224

## L

Levantamento 8, 16, 19, 21, 24, 25, 41, 44, 59, 63, 132, 137

## M

Manejo 41, 42, 43, 44, 47, 48, 50, 53, 54, 55, 60, 64, 65, 66, 88, 93, 94, 105, 110, 111, 141, 145, 146, 149, 160, 167, 173, 178, 185, 190, 192, 208, 210, 216, 225

Matocompetição 53, 55

Meio ambiente 15, 106, 119, 121, 126, 157, 161, 169

Monitoramento 80

Mudas 43, 53, 54, 55, 59, 60, 63, 64, 65, 118, 119, 120, 124, 126, 127, 153

## N

Nutrição 52, 86, 104, 105, 106, 107, 109, 110, 143, 192

## P

Pastagens 15, 17, 88, 91, 93, 94, 105, 107, 108

Pasto 87, 108

Pesquisa documental 1, 3

Plantas 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 14, 43, 44, 47, 52, 53, 54, 55, 57, 60, 61, 62, 63, 64,

65, 80, 81, 82, 84, 86, 87, 88, 89, 90, 92, 93, 94, 95, 96, 99, 100, 103, 104, 105, 106, 107, 109, 110, 111, 113, 116, 117, 118, 119, 120, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 130, 131, 146, 160, 166, 171, 172, 173, 175, 176, 177, 178, 179, 181, 183, 184, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 191, 192, 218, 221, 222

Plantas utilitárias 1, 3, 8

Producción 26, 27, 28, 29, 31, 32, 33, 34, 36, 37, 38, 39, 67, 68, 69, 70, 71, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 206, 207, 208

Produtividade 17, 41, 42, 43, 44, 46, 47, 48, 49, 51, 53, 54, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 65, 88, 93, 105, 107, 109, 110, 111, 112, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 145, 150, 155, 159, 161, 167, 168, 176, 190, 211, 222

Produtor 16, 22, 56, 57, 58, 59, 63, 80, 134, 142, 148, 149, 153, 166, 209, 210, 211, 212, 215

## R

Recomendação 52, 82, 93, 209, 210, 215, 216

Rice 91, 191, 192, 194, 195, 196, 197, 198, 204, 205, 206, 207, 208

## S

Seletividade 53, 61, 62, 64

Sementes 4, 43, 61, 94, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 158, 159, 160, 175, 189

Silicato 87, 88

Soja 15, 16, 17, 24, 56, 58, 59, 108, 146, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 214

Solo 18, 23, 26, 37, 38, 41, 42, 43, 44, 48, 49, 50, 51, 52, 55, 57, 59, 62, 67, 72, 78, 81, 82, 86, 87, 88, 89, 91, 93, 94, 99, 101, 104, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 117, 124, 125, 127, 128, 147, 161, 167, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 179, 180, 182, 183, 184, 185, 187, 188, 189, 190, 191, 192, 193, 209, 210, 211, 212, 213, 214, 215, 216, 217, 219, 220, 221, 222

SPAD 80, 81, 82, 83, 84, 85

Substâncias húmicas 109, 110, 112, 113, 116, 117

Supermercado 133, 138, 139

Sustentabilidade 25, 56, 126, 133, 143, 172, 173, 189, 210

## T

Tolerância 53, 55, 61, 62, 87, 88, 91, 187

Transgênicos 157, 161

Transporte 4, 9, 40, 55, 57, 62, 67, 88, 92, 95, 102, 103, 104, 105, 108, 133

## V

Vigor 60, 148, 149, 150, 151, 153, 154, 155, 156

# CIÊNCIAS AGRÁRIAS, INDICADORES E SISTEMAS DE PRODUÇÃO SUSTENTÁVEIS



-  [www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)
-  [contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)
-  [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
-  [www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br)



# CIÊNCIAS AGRÁRIAS, INDICADORES E SISTEMAS DE PRODUÇÃO SUSTENTÁVEIS



-  [www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)
-  [contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)
-  [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
-  [www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br)

 **Atena**  
Editora  
Ano 2021