

Inovações em Pesquisas Agrárias e Ambientais Volume IV

Alan Mario Zuffo
Jorge González Aguilera
Luciano Façanha Marques
Organizadores



Pantanal Editora

2024

Alan Mario Zuffo
Jorge González Aguilera
Luciano Façanha Marques
Organizadores

Inovações em Pesquisas Agrárias e Ambientais - Volume IV



Pantanal Editora

2024

Copyright© Pantanal Editora

Editor Chefe: Dr. Alan Mario Zuffo

Editores Executivos: Dr. Jorge González Aguilera e Dr. Bruno Rodrigues de Oliveira

Diagramação: A editora. **Diagramação e Arte:** A editora. **Imagens de capa e contracapa:** Canva.com. **Revisão:** O(s) autor(es), organizador(es) e a editora.

Conselho Editorial

Grau acadêmico e Nome

Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos
Profa. MSc. Adriana Flávia Neu
Profa. Dra. Allys Ferrer Dubois
Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior
Profa. MSc. Aris Verdecia Peña
Profa. Arisleidis Chapman Verdecia
Prof. Dr. Arinaldo Pereira da Silva
Prof. Dr. Bruno Gomes de Araújo
Prof. Dr. Caio Cesar Enside de Abreu
Prof. Dr. Carlos Nick
Prof. Dr. Claudio Silveira Maia
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos
Prof. Dr. Cristiano Pereira da Silva
Profa. Ma. Dayse Rodrigues dos Santos
Prof. MSc. David Chacon Alvarez
Prof. Dr. Denis Silva Nogueira
Profa. Dra. Denise Silva Nogueira
Profa. Dra. Dennyura Oliveira Galvão
Prof. Dr. Elias Rocha Gonçalves
Prof. Me. Ernane Rosa Martins
Prof. Dr. Fábio Steiner
Prof. Dr. Fabiano dos Santos Souza
Prof. Dr. Gabriel Andres Tafur Gomez
Prof. Dr. Hebert Hernán Soto Gonzáles
Prof. Dr. Hudson do Vale de Oliveira
Prof. MSc. Javier Revilla Armesto
Prof. MSc. João Camilo Sevilla
Prof. Dr. José Luis Soto Gonzales
Prof. Dr. Julio Cezar Uzinski
Prof. MSc. Lucas R. Oliveira
Prof. Dr. Luciano Façanha Marques
Profa. Dra. Keyla Christina Almeida Portela
Prof. Dr. Leandro Argentel-Martínez
Profa. MSc. Lidiene Jaqueline de Souza Costa Marchesan
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann
Prof. MSc. Marcos Pisarski Júnior
Prof. Dr. Marcos Pereira dos Santos
Prof. Dr. Mario Rodrigo Esparza Mantilla
Profa. MSc. Mary Jose Almeida Pereira
Profa. MSc. Núbia Flávia Oliveira Mendes
Profa. MSc. Nila Luciana Vilhena Madureira
Profa. Dra. Patrícia Maurer
Profa. Dra. Queila Pahim da Silva
Prof. Dr. Rafael Chapman Auty
Prof. Dr. Rafael Felipe Ratke
Prof. Dr. Raphael Reis da Silva
Prof. Dr. Renato Jaqueto Goes
Prof. Dr. Ricardo Alves de Araújo (*In Memoriam*)
Profa. Dra. Sylvana Karla da Silva de Lemos Santos
MSc. Tayronne de Almeida Rodrigues
Prof. Dr. Wéverson Lima Fonseca
Prof. MSc. Wesclen Vilar Nogueira
Profa. Dra. Yilan Fung Boix
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme

Instituição

OAB/PB
Mun. Faxinal Soturno e Tupanciretã
UO (Cuba)
IF SUDESTE MG
Facultad de Medicina (Cuba)
ISCM (Cuba)
UFESSPA
UEA
UNEMAT
UFV
AJES
UFGD
UEMS
IFPA
UNICENTRO
IFMT
UFMG
URCA
ISEPAM-FAETEC
IFG
UEMS
UFF
(Colômbia)
UNAM (Peru)
IFRR
UCG (México)
Rede Municipal de Niterói (RJ)
UNMSM (Peru)
UFMT
SED Mato Grosso do Sul
UEMA
IFPR
Tec-NM (México)
Consultório em Santa Maria
UFJF
UEG
FAQ
UNAM (Peru)
SEDUC/PA
IFB
IFPA
UNIPAMPA
IFB
UO (Cuba)
UFMS
UFPI
UFG
UEMA
IFB
UFPI
FURG
UO (Cuba)
UFT

Conselho Técnico Científico
- Esp. Joacir Mário Zuffo Júnior
- Esp. Maurício Amormino Júnior
- Lda. Rosalina Eufrausino Lustosa Zuffo

Ficha Catalográfica

Catálogo na publicação
Elaborada por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

158

Inovações em pesquisas agrárias e ambientais - Volume IV / Organização de Alan Mario Zuffo, Jorge González Aguilera, Luciano Façanha Marques. – Nova Xavantina-MT: Pantanal, 2024.
91p. ; il.

Livro em PDF

ISBN 978-65-85756-40-2

DOI <https://doi.org/10.46420/9786585756402>

1. Agronomia. 2. Sustentabilidade. I. Zuffo, Alan Mario (Organizador). II. Aguilera, Jorge González (Organizador). III. Marques, Luciano Façanha (Organizador). IV. Título.

CDD 630

Índice para catálogo sistemático

I. Agronomia



Nossos e-books são de acesso público e gratuito e seu download e compartilhamento são permitidos, mas solicitamos que sejam dados os devidos créditos à Pantanal Editora e também aos organizadores e autores. Entretanto, não é permitida a utilização dos e-books para fins comerciais, exceto com autorização expressa dos autores com a concordância da Pantanal Editora.

Pantanal Editora

Rua Abaete, 83, Sala B, Centro. CEP: 78690-000.
Nova Xavantina – Mato Grosso – Brasil.
Telefone (66) 99682-4165 (Whatsapp).
<https://www.editorapantanal.com.br>
contato@editorapantanal.com.br

Apresentação

Bem-vindos ao mundo fascinante das pesquisas agrárias e ambientais! É com grande entusiasmo que apresentamos o e-book “Inovações em Pesquisas Agrárias e Ambientais Volume IV”.

No decorrer dos capítulos deste e-book, são explorados os seguintes tópicos: Análise do NDVI da soja de plataformas orbitais de sensoriamento remoto; Exploração ilegal de plantas medicinais: um olhar sobre a biopirataria; Produtividade do manjeriço em resposta a diferentes doses de esterco caprino; Potencial bioestimulante do extrato de *Cocos nucifera* L. sobre a germinação de *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub.; Qualidade física do solo em diferentes sistemas de produção e épocas do ano; Potencial fisiológico e desempenho de mudas após armazenamento de sementes condicionadas de pimenteira; Perspectiva e potencial do uso da Cunhã no cenário brasileiro.

“Inovações em Pesquisas Agrárias e Ambientais Volume IV” é mais do que um simples livro; é um convite para explorar o futuro da agricultura e do meio ambiente. Esperamos que os leitores se inspirem e colaborem para moldar um futuro mais sustentável e próspero para todos.

Agradecemos aos autores por suas contribuições e esperamos que este e-book seja uma fonte valiosa de conhecimento para estudantes, pesquisadores e profissionais interessados nessas áreas vitais.

Boa leitura!

Os organizadores

Sumário

Apresentação	4
Capítulo 1	6
Análise do NDVI da soja de plataformas orbitais de sensoriamento remoto	6
Capítulo 2	18
Exploração ilegal de plantas medicinais: um olhar sobre a biopirataria	18
Capítulo 3	28
Produtividade do manjeriço (<i>Ocimum basilicum</i> L.) em resposta a diferentes doses de esterco caprino	28
Capítulo 4	34
Potencial bioestimulante do extrato de <i>Cocos nucifera</i> L. sobre a germinação de <i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub.	34
Capítulo 5	45
Qualidade física do solo em diferentes sistemas de produção e épocas do ano	45
Capítulo 6	57
Potencial fisiológico e desempenho de mudas após armazenamento de sementes condicionadas de pimenteira	57
Capítulo 7	66
Perspectiva e potencial do uso da Cunhã no cenário brasileiro	66
Capítulo 8	79
Correlación entre variables bioquímicas y de rendimiento de híbridos de maíces amarillos cultivados en el Centro y Noroeste de México	79
Índice Remissivo	90
Sobre os organizadores	91

Correlación entre variables bioquímicas y de rendimiento de híbridos de maíces amarillos cultivados en el Centro y Noroeste de México

Recibida em: 25/08/2024

Aprobado em: 29/08/2024

 10.46420/9786585756402cap8

Lorenzo Pérez López 

Leandris Argentel Martínez 

Ofelda Peñuelas Rubio 

Francisco Cervantes Ortiz 

Cesar Leobardo Aguirre Mancilla 

J. Guadalupe García Rodríguez 

Enrique Andrio Enriquez 

Jorge González Aguilera 

INTRODUÇÃO

El maíz (*Zea mays* L.), se destaca por su gran importancia económica, social y cultural (Ortega, 2023). Dentro de las variedades de maíz, el amarillo se destina a la industria o la fabricación de alimento balanceado para la producción pecuaria en llanos (Araujo, 2022), y en algunas zonas altas de México (Robledo et al., 2022; Espinosa-Calderón et al., 2021).

Los volúmenes de importación de maíz, fundamentalmente amarillo, en México ascienden a más de 13 millones de toneladas de maíz de grano amarillo procedente de los Estados Unidos de Norte América, con un 76% para el sector pecuario (Espinosa Cortés, 2022). Un 18% es para las industrias de almidones, para autoconsumo, industrias de cereales y botanas el 2% (Gouttefanjat, 2021).

Ante tal situación, de contrarrestar los volúmenes de importación de este importante cereal y por ende contribuir a la seguridad alimentaria nacional, se hace necesario establecer programas de mejora genética para obtener materiales promisorios con adaptación a las condiciones edafoclimáticas de las regiones productivas y con altos rendimientos (Erenstein et al., 2022). Por lo tanto, se hace necesario el monitoreo de la variabilidad de respuesta de estos materiales y la contribución que pueden tener las variables del desarrollo y de productividad.

Un propósito importante del mejoramiento genético de maíz por hibridación es generar cruza que superen en rendimiento de grano a las variedades criollas, mejoradas e híbridos comerciales. Unido a lo ante expuesto, en ocasiones se cuenta con gran número de individuos en los germoplasmas disponibles y se cuenta con alto número de caracteres a evaluar, con considerable grado de relación entre variables, por lo que se debe recurrir a métodos estadísticos de comparación multivariados (Fernández-Chuairey et al., 2022).

En consideración a lo antes descrito, el objetivo del presente trabajo fue identificar los avances obtenidos de trece híbridos simples de maíz de grano amarillo, mediante la metodología de mejoramiento genético para el desarrollo de híbridos, evaluados en dos ambientes contrastantes en el Centro y Noroeste de México.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio y Ubicación del área experimental

La evaluación de los 13 híbridos de maíz de grano amarillo, se realizó en dos sitios experimentales del Tecnológico Nacional de México, considerándose como sitio 1, el campo experimental del Tecnológico de Roque, Celaya, Guanajuato, México, ubicado a los 20°30'28" de latitud norte y 100°50'00" de longitud oeste, a una altitud de 1750 msnm (Figura 1, izquierda). El cultivo de los híbridos se desarrolló durante el ciclo agrícola primavera – verano en el periodo entre julio - noviembre del 2022. El clima predominante en la región es semi-cálido y sub-húmedo con temperaturas promedio de 18°C (García-Rodríguez et al., 2019).



Figura 1. Sitio 1 donde se estableció el ensayo desarrollado en el Tecnológico Nacional de México Campus Roque, Celaya, Guanajuato, México (izquierda) y Sitio 2 donde se estableció el ensayo desarrollado en el Tecnológico Nacional de México Campus Valle del Yaqui BÁCUM Sonora México (derecha). Sitios remarcados de color verde muestran el lugar específico donde se estableció el cultivo. Imágenes tomadas del Google Earth, el 10 de julio del 2022.

La ubicación geográfica del sitio experimental 2, del Tecnológico del Valle del Yaqui es sobre la Calle 600, Block 611, BÁCUM, 85276 San Ignacio Río Muerto, Sonora. A una altitud de 26 msnm. El clima del municipio se clasifica en dos tipos, el sector al norte del río Yaqui tiene un clima Seco muy cálido y cálido, mientras que la mitad al sur del río registra clima Seco templado. La temperatura media anual de BÁCUM es de 24 °C (Figura 1, derecha).

Diseño experimental

En ambas evaluaciones en los dos sitios experimentales, se utilizó un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones, y 13 híbridos como material genético que conformaron los tratamientos. La parcela experimental consistió en surcos de cinco metros de longitud.

Material genético empleado

Para la realización de los experimentos se obtuvo inicialmente el material vegetal que fue resultado de un diseño dialélico utilizando el método I. de Griffing (Saavedra et al., 2021), el cual consistió en realizar cruza directas y recíprocas empleando cinco líneas de maíz grano amarillo, que fueron obtenidas del Banco de Germoplasma del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT).

Tabla 1. Híbridos de maíz de grano color amarillo (GA), obtenidos a partir del diseño dialélico.

Código	Parentales
GA1	L1 CML 479 X L4 CML 101
GA2	L1 CML 479 X L5 CML 103
GA3	L3 CML 551 X L4 CML 101
GA4	L1 CML 479 X L3 CML 551
GA5	L2 CML 501 X L3 CML 551
GA6	L2 CML 501 X L4 CML 101
GA7	L4 CML 101 X L5 CML 103
GA8	L5 CML 103 X L3 CML 551
GA9	L3 CML 551 X L1 CML 479
GA10	L5 CML 103 X L4 CML 101
GA11	L5 CML 103 X L1 CML 479
GA12	L4 CML 101 X L3 CML 551
GA13	L4 CML 101 X L1 CML 479

Siembra y atenciones de cultivo

En el sitio experimental 1, la siembra se realizó el 07 de julio de 2022, y en el sitio experimental 2 se llevó a cabo el 25 de diciembre de 2022. En ambas fechas de siembra la profundidad de siembra fue de 5 cm. en surcos de 5 m de longitud y una separación entre surcos de 80 cm, con una separación entre plantas de 20 cm. para una densidad de población de 62,500 plantas por ha⁻¹. La fertilización en ambos sitios consistió en cuatro aplicaciones, una de fondo a base de urea y mezcla de DAP (400 kg ha⁻¹) previo a los riegos de auxilio se realizaron tres más a razón de 150 kg ha⁻¹ de NPK.

Control de plagas

Durante el desarrollo del cultivo para el caso del experimento en el sitio experimental 1, se tuvo incidencia de plagas como fue el caso de trips (*Rankliniella occidentalis*), y gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*), ambas plagas fueron controladas con los insecticidas Palgus® (spinetoran) y Agresor® (clorpirifos metil + permetrina). En el sitio experimental 2 se encontró la presencia significativa de trips (*Rankliniella occidentalis*), y gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*). Dichas plagas se controlaron con los

insecticidas Rimon® Supra y Decís® (deltametrina), con dosis de 1.0 L ha⁻¹, respectivamente. En ambas evaluaciones se efectuaron dos pases con cultivadora para dar aireación al suelo y control de malezas, la mayor parte de control de maleza fue de manera manual (deshierbes). Para mantener el suelo con humedad se aplicaron cuatro riegos de auxilio a un intervalo de 12 a 15 días.

VARIABLES FISIOLÓGICAS EVALUADAS

Contenido de proteínas solubles en hojas, granos y totales

Para determinar el contenido de proteína soluble total en hojas (PSTH), se tomó una muestra de 1,0 g de material foliar fresco de la parte central de las tres hojas más cercanas a la panícula. Esta muestra compuesta se colocó en un mortero y se maceró. Similar masa (1,0 g) se tomó para granos, en un total de 100 granos tomados al azar procedentes de 10 mazorcas aleatoriamente tomadas. La extracción se realizó con 40,0 ml de una solución tampón fosfato a pH 6,86 preparada a partir de fosfato potásico. Esta solución se añadió lentamente mientras se realizaba la extracción (Prakash y Prathapasenan, 1988). La cuantificación del contenido de proteína soluble total (CPST) se realizó mediante la técnica analítica de fotometría de absorción, en un espectrofotómetro Hewlett Packard 8452, a una longitud de onda de 750 nm. Esta determinación se llevó a cabo por triplicado.

Contenido total de carbohidratos en hojas, granos y totales

Para la extracción de carbohidratos (Yoshida et al., 1971), se realizaron tres extracciones con 5 mL de etanol (80 %) a 0,05 g de masa seca de segmentos de hojas. Para los granos se tomó una masa de 0,05 g obtenida de 100 granos tomados al azar, procedentes de 10 mazorcas aleatoriamente tomadas. El contenido de carbohidratos solubles totales (mg g MS⁻¹) (MS: materia seca), se determinó mediante el método de la antrona (Mc Cready et al., 1950). La absorbancia se midió a una longitud de onda de 625 nm en un espectrofotómetro (JENWAY 6405 UV/Vis).

Variables morfológicas y de rendimiento

Las variables agronómicas de los 13 híbridos de maíz de color amarillo fueron los siguientes: altura final de la planta (AP), considerada como la longitud, promedio en centímetros desde la base del tallo hasta la base de la espiga, de un muestreo de 8 plantas tomadas al azar 2 plantas por cada repetición en cada híbrido y altura de la mazorca (AM), considerada como la longitud, promedio en centímetros tomada desde la base del tallo, hasta el nudo de inserción de la mazorca. Estas variables se midieron con flexómetro marca TRUPER 5. Las variables días a floración masculina (DFM) y femenina (DFF), expresadas como el número de días transcurridos desde la siembra hasta que el 50 % de las plantas presentaban 50 % de anthesis (Torres-Morales et al., 2022), y como el número de días transcurridos desde la siembra hasta que el 50 % de las presentaban 50 % de emergencia de estigmas respectivamente. La

longitud y diámetro de la mazorca (LM y DM, respectivamente) ambas medidas en cm con flexómetro y la segunda con vernier digital marca TRUPUER. El rendimiento agrícola (RDTO, t ha⁻¹), al 14% de humedad, se determinó en cada híbrido en un total de plantas por tratamientos y se expresó en t ha⁻¹.

Análisis estadísticos

Se conformaron dos matrices de 13*13, una para cada sitio experimental. En cada celda de las matrices se incorporaron los valores promedios de cuatro repeticiones tomadas para cada variable evaluada. Posteriormente, se desarrollaron análisis de correlaciones lineales basado en la matriz de correlación de Pearson (1901), para analizar la contribución o grado de asociación entre variables. Se utilizó el paquete estadístico profesional ESTATISTICA, versión 14.0 para Windows. Adicionalmente se realizó un análisis de correlación canónico entre los cánones bioquímicos y los de rendimiento.

RESULTADOS

Correlación entre las variables en el Sitio 1 (Tecnológico Nacional de México Campus Roque, Celaya, Guanajuato, México)

Al evaluar las correlaciones existentes entre las variables en el Sitio 1 se observa que existió correlación altamente significativa entre las variables CPST y CCST (0.87, $p < 0.001$), de la misma forma, las variables días a floración masculina y días a floración femenina (DFM y DFF) presentaron una correlación altamente significativa de 0.64 ($p < 0.05$) y 0.73 ($p < 0.01$), respectivamente. Esta misma variable CPST evidenció una correlación negativa con PSTH de -0.58 ($p < 0.05$) (Figura 2). La duración de los días hasta la floración de flores masculinas y femeninas manifestó un impacto en el acumulo de proteínas, y por ser esta relación positiva, indica que en la medida que el tiempo se hace mayor, es mayor el acumulo de proteínas totales en las plantas de maíz.

La cantidad de carbohidratos solubles totales tubo una estrecha relación con el tiempo que demoran las plantas en florecer, con 0.62 ($p < 0.05$) y 0.70 ($p < 0.01$) para flores femeninas y masculinas, respectivamente. Comportamiento similar al obtenido para la variable CPST en relación a la duración de las fases de florecimiento masculina y femenina (Figura 2), indicando que el acumulo tanto de proteínas como de carbohidratos son influenciados por estos dos tiempos, con mayor magnitud de esta relación con las flores femeninas, lo que podría ser una herramienta de selección indirecta para estas características.

Las proteínas solubles totales en hojas manifestaron una correlación positiva y significativa con la variable LM (0,62, $p < 0.05$). Esta relación es también de interés cuando imaginamos que a partir de la PSTH podemos estimar de modo indirecto un aumento del rendimiento si imaginamos que estamos promoviendo una mayor longitud de la mazorca, que tiene un efecto directo en el rendimiento de la cultura.

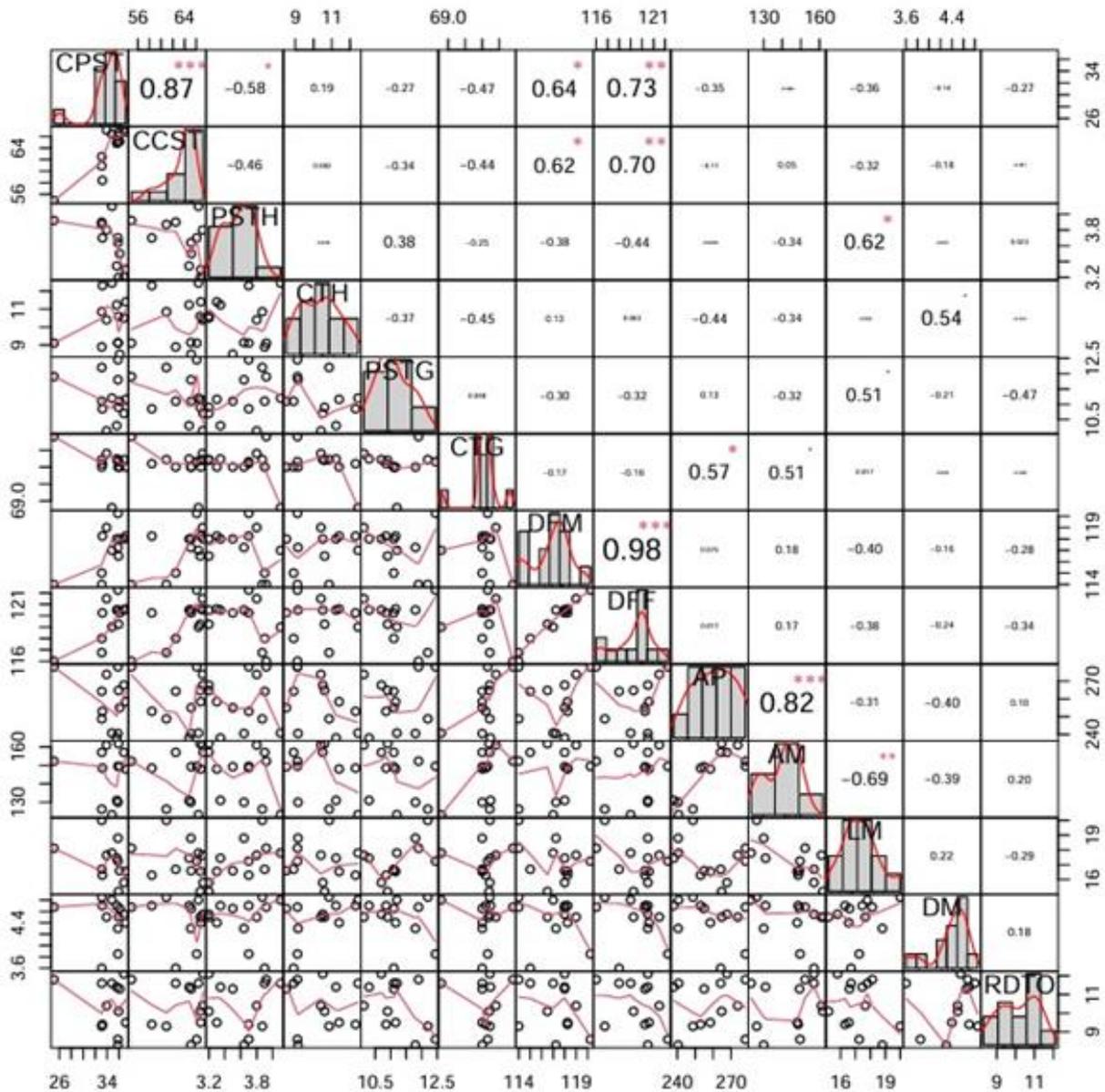


Figura 2. Correlaciones entre las variables vegetativas y de rendimiento en el Sitio 1 (Instituto Tecnológico de Roque). CPST: cantidad de proteínas solubles totales, CCST: cantidad de carbohidratos solubles totales, PSTH: proteínas solubles totales en hoja, CTH: carbohidratos totales en hoja, PSTG: proteínas solubles totales en grano, CTG: carbohidratos totales en grano, DFM: días a floración masculina, DFF: días a floración femenina, AP: altura final de la planta, AM: altura de mazorca, LM: longitud de mazorca, DM: diámetro de mazorca, e RDTO: rendimiento agrícola. ***, ** y * representan correlaciones de Pearson significativas al 0.001, 0.01 y 0.05%, respectivamente.

Los carbohidratos totales en hojas se correlacionaron positivamente con la AP y la AM con valores de 0.57 ($p < 0.05$) y 0.51 ($p < 0.05$), respectivamente. Estas combinaciones son de interés para el mejoramiento de plantas del cultivo del maíz como medidas indirectas que pueden auxiliar el proceso de selección de individuos con alto contenido de carbohidratos en las hojas y al mismo tiempo seleccionar individuos que tienen mayor altura de plantas y mazorcas, ideal para contribuir al rendimiento.

Las proteínas solubles totales en granos manifestaron correlaciones positivas de 0.51 ($p < 0.05$) con LM. Los carbohidratos totales en granos manifestaron correlaciones moderadas y positivas con AP y AM con valores de 0.57 ($p < 0.05$) y 0.51 ($p < 0.05$), respectivamente. Los DFM y DFF manifestaron una elevada correlación altamente significativa de 0.98 ($p < 0.001$), así como también entre la AP y AM (0.82, $p < 0.001$) y entre AM y LM de magnitud negativa (-0.69, $p < 0.01$) (Figura 2). El RDTO en relación a todas las variables evaluadas manifestó la mayor correlación de magnitud negativa de -0.47 con PSTG, o que indica que la mayoría de los híbridos obtenidos tenían poca proteína soluble total en los granos al mismo tiempo que tenían mayores rendimientos (Figura 2).

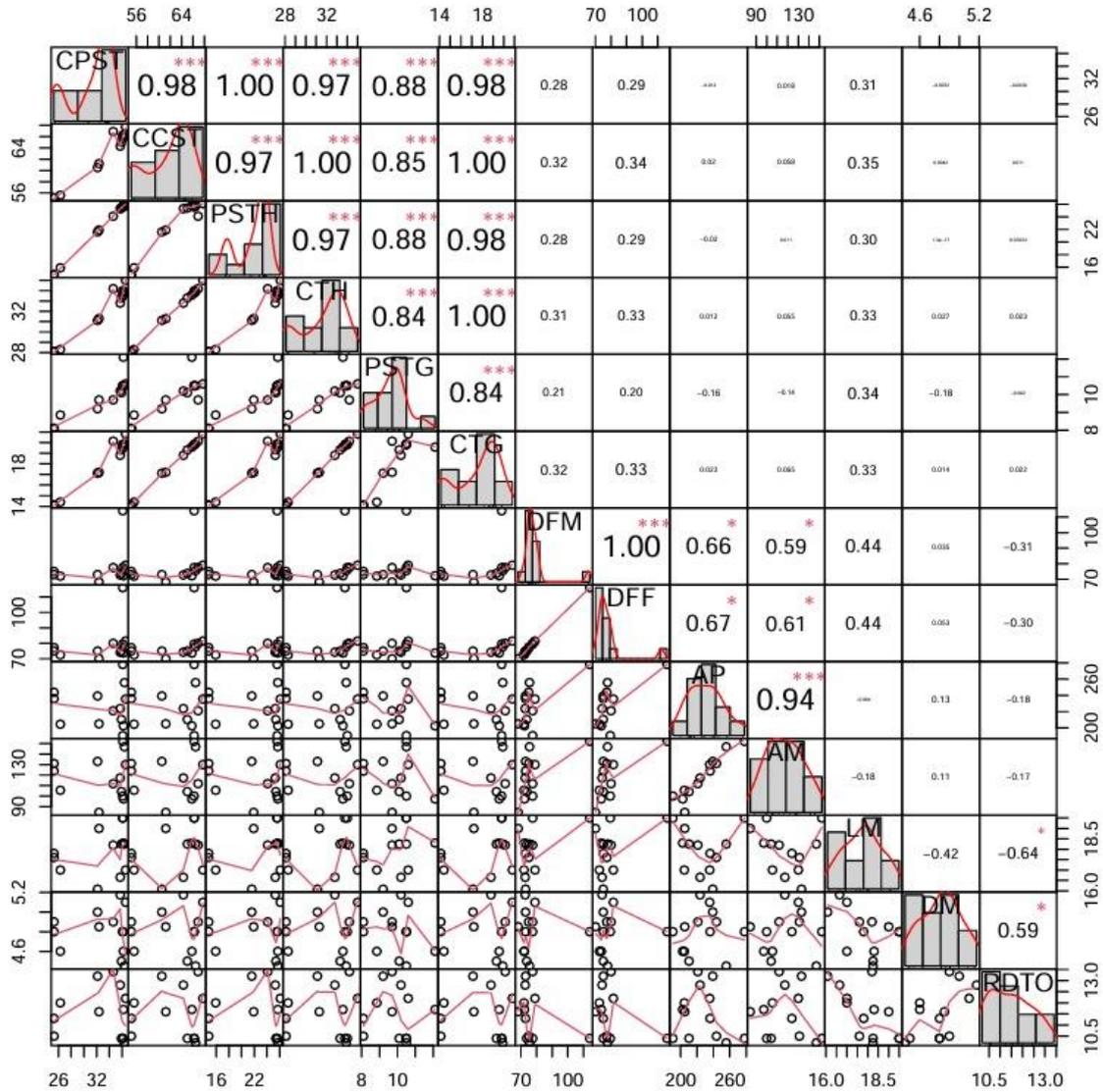


Figura 3. Correlaciones entre las variables vegetativas y de rendimiento en el Sitio 2 (Instituto Tecnológico del Valle del Yaqui). CPST: cantidad de proteínas solubles totales, CCST: cantidad de carbohidratos solubles totales, PSTH: proteínas solubles totales en hoja, CTH: carbohidratos totales en hoja, PSTG: proteínas solubles totales en grano, CTG: carbohidratos totales en grano, DFM: días a floración masculina, DFF: días a floración femenina, AP: altura final de la planta, AM: altura de mazorca, LM: longitud de mazorca, DM: diámetro de mazorca, e RDTO: rendimiento agrícola. ***, ** y * representan correlaciones de Pearson significativas al 0.001, 0.01 y 0.05%, respectivamente.

Correlación entre las variables en el Sitio 2 (Instituto Tecnológico de Valle del Yaqui)

Cuando evaluada la correlación de las variables asociadas con el contenido de proteínas y carbohidratos, presente en hojas, granos y total se evidenciaron elevadas correlaciones (1.00 hasta 0.84), todas ellas altamente significativas ($p < 0.001$) (Figura 3).

Estas mismas variables cuando correlacionadas con el resto de las variables no manifestaron correlaciones de grande magnitud. Dentro del grupo de variables asociadas con los días para obtener las flores masculinas y femeninas, así como, la altura de la planta y mazorca manifestaran correlaciones altas a moderadas (1.00 hasta 0.59), al mismo tiempo que estas mismas variables manifestaron con el restante de las variables correlaciones de pequeña magnitud. Para este sitio 2 a diferencia del sitio 1, el rendimiento manifestó correlaciones moderadas y significativas con LM (-0.64, $p < 0.05$) y DM (0.59, $p < 0.05$).

DISCUSIÓN

Estudios de correlación relacionan conjuntos de variables y son empleados en numerosas investigaciones para interpretar las relaciones directas e indirectas que pueden ocurrir entre las variables. Este tipo de estudio es empleado en la mayoría de las investigaciones relacionadas al mejoramiento de plantas, donde a veces es de interés a través de una característica seleccionar individuos, dando prioridad para aquellas variables que son más fáciles de evaluar. La correlación entre altura de planta (AP) y altura de mazorca (AM) ha sido objeto de numerosos estudios en distintas poblaciones de maíz, cuyos valores oscilan alrededor de 0.75 (López-Romero et al., 2005). Estos valores concuerdan con los observados en el presente estudio (0.95, $p < 0.001$). Esto indica que a mayor AP se obtiene una mayor AM, medida indirecta que puede auxiliar el proceso de selección. En los híbridos de grano amarillo, la correlación entre el contenido de carbohidratos durante la fenofase de floración se correlacionó significativamente con el rendimiento de grano.

El estudio de las correlaciones entre variables morfológicas y agronómicas es de suma importancia en el programa de mejoramiento genético del maíz (Perez-Lopez, 2024a, 2024b). Una alta tasa de movilización de proteínas y carbohidratos hacia el grano es indicativo de buena capacidad del genotipo para producir altos rendimientos, inicialmente de biomasa y posteriormente de grano (Amegbor et al. 2022). Se conoce que estas dos macromoléculas del metabolismo primario contribuyen significativamente a incrementar la tolerancia a estreses abióticos como déficit hídrico. Se ha demostrado que condiciones estresantes como las altas temperaturas también son atenuadas con el incremento de la concentración de proteínas y carbohidratos en maíz (Dong & Beckles, 2019). Por tanto, los híbridos que presentan estas características se pueden recomendar como productores potenciales de altos rendimientos en regiones afectadas por la sequía y el estrés por calentamiento. Selección en ambientes contrastantes como los evaluados en el presente trabajo, permiten la selección de individuos en ambientes contrastantes y así hacer recomendaciones de híbridos específicos para cada ambiente.

Estudios desarrollados por Ndlovu et al. (2022) permitieron encontrar correlaciones entre estas características con el rendimiento de grano, tal como se obtuvo en el presente estudio, principalmente en el Sitio 2. Estos trabajos aquí presentados nos permiten comprobar las capacidades de Híbridos evaluados para tributar a etapas fenológicas reproductivas con el incremento de las variables vegetativas. Es posible obtener genotipos que producen dos de las macromoléculas más importantes en el metabolismo primario y estos determinan la calidad de grano, permitiendo así hacer selección entre los híbridos obtenidos.

La identificación de posibles diferencias basadas en estas características bioquímicas y agronómicas permitirá continuar con la evaluación de estos híbridos para su validación para la obtención de altas semillas de calidad para siembra y para alimentación humana y animal. Resultados como los obtenidos en el presente trabajo permiten trazar las bases de selección de híbrido de maíz que podrán contribuir a la disminución de importaciones en México de maíz de grano amarillo.

CONCLUSIONES

En ambos sitios experimentales existió correlación significativa y positiva entre las variables bioquímicas y del rendimiento, lo que demuestra la capacidad de los híbridos obtenidos para orientar el metabolismo en función del incremento del rendimiento de grano. Las mayores correlaciones positivas se encontraron en el Sitio 2, demostrando existir mejores condiciones para el desempeño fisiológico y por consiguiente, agronómico de los híbridos evaluados.

BIBLIOGRAFÍA

- Amegbor IK, Van Biljon A, Shargie N, Tarekegne A, & Labuschagne MT (2022). Grain quality and yield potential of hybrids from quality and non-quality protein maize inbred lines. *J Cereal Sci* 107:103544
- Araujo LA (2022). Demanda, Oferta y Precio De Maíz Amarillo En México 2012-2021. *Revista Mexicana de Agronegocios*, 50(1345-2022-757), 197-208.
- Argentel-Martínez L, Garatuza-Payán J, Yépez EA, Salazar-Huerta FJ, & Arredondo T (2018). Effects of temperatua on protein and carbohydrate metabolism and vegetation index in wheat (*Triticum durum* L.). *Tropical Crops*, 39(3), 49-57
- Dong S, Beckles DM (2019). Dynamic changes in the starch-sugar interconversion within plant source and sink tissues promote a better abiotic stress response. *J Plant Physiol* 234:80–93.
- Erenstein O, Jaleta M, Sonder K, Mottaleb K, & Prasanna BM (2022). Global maize production, consumption and trade: trends and R&D implications. *Food Security*, 14(5), 1295-1319.
- Espinosa Cortés LM (2022). Hegemonía de Estados Unidos en el orden agroalimentario mundial y la pérdida de la autosuficiencia alimentaria de México. *Ciencia ergo sum*, 29(1).

- Espinosa-Calderón A, Tadeo-Robledo M, Zamudio-González B, Virgen-Vargas J, Turrent-Fernández A, López-López C, & Martínez-Yañez B (2021). HV 60 A: híbrido varietal de maíz amarillo para siembras retrasadas en valles altos de México. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 44(1), 127-127. DOI: <https://doi.org/10.35196/rfm.2021.1.127>
- Fernández-Chuairey L, Rangel-Montes de Oca L, Varela-Nualles M, Pino-Roque JA, del Pozo-Fernández J, & Lim-Chang NU (2022). Análisis de componentes principales, una herramienta eficaz en las Ciencias Técnicas Agropecuarias. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 31(1).
- García-Rodríguez JG, Mendoza-Elos M, Cervantes-Ortiz F, Ramirez-Pimentel JG, AguirreMancilla CL, Gracia-Perea MA,... & Rodríguez-Herrera SA (2019). Adaptabilidad de híbridos precomerciales tropicales de maíz en el Bajío de Guanajuato, México. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 10(1), 57-65.
- Gouttefanjat F (2021). La industria agro-alimentaria en México: ¿Hacia una nueva relación metabólica hombre-maíz? *Estudios sociales. Revista de alimentación contemporánea y desarrollo regional*, 31(58).
- McCready RM, Guggolz J, Silveira V, Owens HS (1950). Determination of starch and amylose in vegetables. *Analytical Chemistry*, 22(9):1156–8. Doi: 10.1021/ac60045a016
- Ndlovu N, Spillane C, McKeown PC, Cairns JE, Das B, Gowda M (2022). Genome-wide association studies of grain yield and quality traits under optimum and low-nitrogen stress in tropical maize (*Zea mays* L.). *Theor Appl Genet* 135(12):4351–4370.
- Ortega LOP (2023). Ancestral and subsistence food: discourse and control of maize cultivation and consumption in Mexico, 1937-1961. *Historia Y Memoria*, (27), 135-175.
- Pearson, K (1901). Principal components analysis. *The London, Edinburgh, and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science*, 6(2), 559.
- Perez-Lopez L, ArgenteL-Martinez L, Penuelas-Rubio O, Cervantes-Ortiz F, Aguirre-Mancilla CL, & Aguilera JG (2024a). Morphology and yield components of single hybrids white and yellow maize in the Yaqui Valley. *Revista Brasileira De Ciências Agrárias*, v. 18, p. e3533.
- Perez-Lopez L, ArgenteL-Martinez L, Penuelas-Rubio O, Ortiz FC, Aguilera JG, Nunez JCG (2024b). Water regime variability during the flowering phenophase of white and yellow grain maize hybrids and its relationship with grain yield. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 48, p.: e005724.
- Prakash L, Prathapasenan G (1988). Effect of NaCl salinity and putrescine on shoot growth, tissue ion concentration and yield of rice (*Oryza sativa* L. var. GR-3). *Journal of Agronomy and Crop Science*, 160(5):325–34. doi:10.1111/j.1439-037X.1988.tb00630.x.
- Robledo MT, Calderón AE, Islas EIC, Vargas JV, Santillán AM, Fernández AT, ... & Velázquez KEA. (2022). Kuautli puma: híbrido varietal de maíz de grano amarillo para altitudes de 2200 A 2600 MSNM. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 45(4), 527-527.

- Saavedra Guevara C, Pérez López DDJ, González Huerta A, Franco Martínez J, Rubí Arriaga M, & Ramírez Dávila JF (2021). Métodos de Griffing: revisión sobre su importancia y aplicación en fitomejoramiento convencional. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 12(7), 1275-1286.
- Torres-Morales B, Rocandio-Rodríguez M, Santacruz-Varela A, Córdova-Téllez L, Coutiño-Estrada B, & López-Sánchez H (2022). Diversidad morfológica y agronómica de siete razas de maíz del estado de Chiapas. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 13(4), 687-699. DOI: <https://doi.org/10.29312/remexca.v13i4.2956>.
- Yang J, Zhang J, Liu L, Wang Z, & Zhu Q (2002). Carbon remobilization and grain filling in japonica/indica hybrid rice subjected to postanthesis water deficits. *Agronomy Journal*. 94(1):102–9. doi:10.2134/agronj2002.1020
- Yoshida S, Forno DA, Cock JH, Gomez KA (1971). *Laboratory manual for physiological studies of rice*. [Internet]. Third Edition. Manila, Philippines: The International Rice Research Institute, [cited 2018 Jul 6]. 83 p. Available from: <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/19721703488>.

Índice Remissivo

	A	Medicinal, 26
Adubação orgânica, 32, 77		
	B	patrimônio, 19, 23, 25
Biopirataria, 19, 22, 25		Pearson, 9, 10, 11, 84, 85, 87, 90
	C	Planet, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17
Caatinga, 16, 21, 22, 26, 27, 33, 41, 44, 74		Plantas medicinais, 26, 27
<i>Capsicum frutescens</i> , 57		Potencial fisiológico, 4, 57
Condutividade elétrica, 37		Produtividade, 4, 28
	D	Proteínas, 71
Dosagem de esterco, 31		
	K	R
Kappa, 9, 14, 15		Recursos, 22, 23, 79
	L	
Landsat, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16		S
	M	Sentinel, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17
Manjeriço, 32		
		T
		Tecnologia, 16, 26, 29, 46, 65
		V
		Variables, 83
		Vigor, 42

Sobre os organizadores



  **Alan Mario Zuffo**

Engenheiro Agrônomo, graduado em Agronomia (2010) na Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT). Mestre (2013) em Agronomia - Fitotecnia (Produção Vegetal) na Universidade Federal do Piauí (UFPI). Doutor (2016) em Agronomia - Fitotecnia (Produção Vegetal) na Universidade Federal de Lavras (UFLA). Pós-Doutorado (2018) em Agronomia na Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS). Atualmente, possui 237 artigos publicados/aceitos em revistas nacionais e internacionais, 131 resumos simples/expandidos, 86 organizações de e-books, 53 capítulos de e-

books. É editor chefe da Pantanal editora e da Revista Trends in Agricultural and Environmental Sciences, e revisor de 23 revistas nacionais e internacionais. Professor adjunto II na UEMA em Balsas. Contato: alan_zuffo@hotmail.com.



  **Jorge González Aguilera**

Engenheiro Agrônomo, graduado em Agronomia (1996) na Universidad de Granma (UG), Bayamo, Cuba. Especialista em Biotecnologia (2002) pela Universidad de Oriente (UO), Santiago de Cuba, Cuba. Mestre (2007) em Fitotecnia na Universidade Federal do Viçosa (UFV), Minas Gerais, Brasil. Doutor (2011) em Genética e Melhoramento de Plantas na Universidade Federal do Viçosa (UFV), Minas Gerais, Brasil. Pós - Doutorado (2016) em Genética e Melhoramento de Plantas na EMBRAPA Trigo, Rio Grande do Sul, Brasil. Professor Visitante (2018-2022) na Universidade Federal de Mato

Grosso do Sul (UFMS) no campus Chapadão do Sul (CPCS), MS, Brasil. Professor substituto (2023-Atual) na Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS), Cassilândia, MS, Brasil. Atualmente, possui 141 artigos publicados/aceitos em revistas nacionais e internacionais, 29 resumos simples/expandidos, 61 organizações de e-books, 45 capítulos de e-books. É editor da Pantanal Editora, e da Revista Trends in Agricultural and Environmental Sciences, e revisor de 19 revistas nacionais e internacionais. Contato: j51173@yahoo.com



  **Luciano Façanha Marques**

Técnico em Agropecuária pela Escola Agrotécnica Federal de Iguatu-CE (1997). Engenheiro Agrônomo pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido (2006). Mestre em Agronomia (Solos e nutrição de plantas) pela Universidade Federal da Paraíba (2009). Doutor em Agronomia (Solos e nutrição de plantas) pela Universidade Federal da Paraíba (2012). Professor Adjunto IV, Universidade Estadual do Maranhão. Contato: lucianomarques@professor.uema.br



Pantanal Editora

Rua Abaete, 83, Sala B, Centro. CEP: 78690-000

Nova Xavantina – Mato Grosso – Brasil

Telefone (66) 9608-6133 (Whatsapp)

<https://www.editorapantanal.com.br>

contato@editorapantanal.com.br