

VOL III

AGRÁRIAS

PESQUISA E INOVAÇÃO NAS CIÊNCIAS QUE
ALIMENTAM O MUNDO

EDUARDO EUGÊNIO
SPERS

(Organizador)

 EDITORA
ARTEMIS

2020

VOL III

AGRÁRIAS

PESQUISA E INOVAÇÃO NAS CIÊNCIAS QUE
ALIMENTAM O MUNDO

EDUARDO EUGÊNIO
SPERS

(Organizador)

 EDITORA
ARTEMIS

2020

2020 by Editora Artemis
Copyright © Editora Artemis
Copyright do Texto © 2020 Os autores
Copyright da Edição © 2020 Editora Artemis
Edição de Arte: Bruna Bejarano
Diagramação: Elisangela Abreu
Revisão: Os autores



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição Creative Commons. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0). O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento, desde que sejam atribuídos créditos aos autores, e sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Editora Chefe:

Prof^a Dr^a Antonella Carvalho de Oliveira

Editora Executiva:

Viviane Carvalho Mocellin

Organizador:

Eduardo Eugênio Spers

Bibliotecário:

Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

Conselho Editorial:

Prof. Dr. Adalberto de Paula Paranhos, Universidade Federal de Uberlândia

Prof.^a Dr.^a Amanda Ramalho de Freitas Brito, Universidade Federal da Paraíba

Prof.^a Dr.^a Angela Ester Mallmann Centenaro, Universidade do Estado de Mato Grosso

Prof.^a Dr.^a Carmen Pimentel, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Prof.^a Dr.^a Catarina Castro, Universidade Nova de Lisboa, Portugal

Prof.^a Dr.^a Cláudia Neves, Universidade Aberta de Portugal

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

Prof. Dr. Eduardo Eugênio Spers, Universidade de São Paulo

Prof. Dr. Eloi Martins Senhoras, Universidade Federal de Roraima

Prof.^a Dr.^a Elvira Laura Hernández Carballido, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México

Prof.^a Dr.^a Emilas Darlene Carmen Lebus, Universidad Nacional del Nordeste/ Universidad Tecnológica Nacional, Argentina

Prof. Dr. Geoffroy Roger Pointer Malpass, Universidade Federal do Triângulo Mineiro

Prof.^a Dr.^a Iara Lúcia Tescarollo Dias, Universidade São Francisco

Prof. Dr. Ivan Amaro, Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Prof.^a Dr.^a Ivânia Maria Carneiro Vieira, Universidade Federal do Amazonas

Prof. Me. Javier Antonio Albornoz, University of Miami and Miami Dade College, USA

Prof. Dr. Joaquim Júlio Almeida Júnior, UniFIMES - Centro Universitário de Mineiros



Prof. Dr. Juan Diego Parra Valencia, Instituto Tecnológico Metropolitano de Medellín, Colômbia
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Leinig Antonio Perazolli, Universidade Estadual Paulista
Prof.ª Dr.ª Livia do Carmo, Universidade Federal de Goiás
Prof.ª Dr.ª Luciane Spanhol Bordignon, Universidade de Passo Fundo
Prof. Dr. Marcos Augusto de Lima Nobre, Universidade Estadual Paulista
Prof.ª Dr.ª Margarida Márcia Fernandes Lima, Universidade Federal de Ouro Preto
Prof.ª Dr.ª Maria Aparecida José de Oliveira, Universidade Federal da Bahia
Prof.ª Dr.ª Maria do Céu Caetano, Universidade Nova de Lisboa, Portugal
Prof.ª Dr.ª Maria do Socorro Saraiva Pinheiro, Universidade Federal do Maranhão
Prof.ª Dr.ª Mauriceia Silva de Paula Vieira, Universidade Federal de Lavras
Prof.ª Dr.ª Odara Horta Boscolo, Universidade Federal Fluminense
Prof.ª Dr.ª Patrícia Vasconcelos Almeida, Universidade Federal de Lavras
Prof. Dr. Rodrigo Marques de Almeida Guerra, Universidade Federal do Pará
Prof. Dr. Sergio Bitencourt Araújo Barros, Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Sérgio Luiz do Amaral Moretti, Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Dr. Turpo Gebera Osbaldo Washington, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Peru
Prof. Dr. Valter Machado da Fonseca, Universidade Federal de Viçosa
Prof.ª Dr.ª Vanessa Bordin Viera, Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Wilson Noé Garcés Aguilar, Corporación Universitaria Autónoma del Cauca, Colômbia

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

A277 Agrárias [recurso eletrônico] : pesquisa e inovação nas ciências que alimentam o mundo III / Organizador Eduardo Eugênio Spers. – Curitiba, PR: Artemis, 2020.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Edição bilíngue

ISBN 978-65-87396-24-8

DOI 10.37572/EdArt_248301220

1. Ciências agrárias – Pesquisa. 2. Agronegócio.
3. Sustentabilidade. I. Spers, Eduardo Eugênio.

CDD 630

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422



APRESENTAÇÃO

A inovação na área de ciências agrárias no Brasil é reconhecida em nível global. Para mostrar essa diversidade, esta obra apresenta uma coletânea de pesquisas realizadas em e sobre diversas áreas que compõem o agronegócio nacional.

Com uma linguagem científica de fácil entendimento, a obra **Agrárias: Pesquisa e Inovação nas Ciências que Alimentam o Mundo** mostra como é possível gerar avanços significativos e consequentemente vantagem competitiva para o setor e para o país, com exemplos e casos, tanto no contexto da produção animal quanto da vegetal, abrangendo aspectos técnicos, econômicos, sociais, ambientais e de gestão.

Neste Volume III, cujo eixo temático é **Consumo e Sustentabilidade**, os primeiros oito capítulos tratam sobre temas relacionados a Consumo, e os capítulos nono ao 22º tratam dos mais variados aspectos relacionados à sustentabilidade.

Desejo a todos uma proveitosa leitura!

Eduardo Eugênio Spers

SUMÁRIO

CONSUMO E SUSTENTABILIDADE

PARTE 1: CONSUMO

CAPÍTULO 1 1

ACEITABILIDADE SENSORIAL DE PRODUTOS CÁRNEOS ELABORADOS COM ORA-
PRO-NÓBIS

Amanda de Ávila Silveira

Carla Regina Amorim dos Anjos Queiroz

Deborah Santesso Bonnas

DOI 10.37572/EdArt_2483012201

CAPÍTULO 2 8

CARACTERÍSTICAS NUTRICIONAIS E PRODUTIVIDADE DO MILHO EM
CONSÓRCIO COM GUANDU-ANÃO EM DIFERENTES ARRANJOS ESPACIAIS

Anderson de Souza Gallo

Anastácia Fontanetti

Nathalia de França Guimarães

Maicon Douglas Bispo de Souza

Kátia Priscilla Gomes Morinigo

Francisco José da Silva Neto

Leila Bonfanti

DOI 10.37572/EdArt_2483012202

CAPÍTULO 321

AGUAPÉ COMO COMPOSIÇÃO ALTERNATIVA NO ENRIQUECIMENTO
NUTRICIONAL DE SUBSTRATOS PARA PRODUÇÃO DE MUDAS DE ESPÉCIES
ARBÓREAS DA CAATINGA

Ayslan Trindade Lima

Marcos Vinicius Meiado

DOI 10.37572/EdArt_2483012203

CAPÍTULO 429

EXPERIENCIAS DEL CONVENIO SENA-TROPENBOS EN LA CONSTRUCCIÓN
INTERCULTURAL DE ESTRATEGIAS PARA EL DESARROLLO LOCAL Y LA
SEGURIDAD ALIMENTARIA DESDE UN ENFOQUE AGROECOLÓGICO EN EL
DEPARTAMENTO DEL CHOCÓ-COLOMBIA

Harry Eduvar Martínez Asprilla DOI

10.37572/EdArt_2483012204

CAPÍTULO 543

TRANSGENIA, A CONTRAMÃO DA SOBERANIA ALIMENTAR: ELEMENTOS PARA DISCUSSÃO

Valter Machado da Fonseca

Sandra Rodrigues Braga

DOI 10.37572/EdArt_2483012205

CAPÍTULO 655

PERCEPÇÕES SOBRE AS COMPETÊNCIAS DO PROFISSIONAL DE MARKETING NO AGRONEGÓCIO

Éwerlin W. Estequi

Eduardo Eugênio Spers

Christiano França da Cunha

DOI 10.37572/EdArt_2483012206

CAPÍTULO 770

PERCEPÇÃO AMBIENTAL DOS ESTUDANTES DA ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA “LUIZ DE QUEIROZ”

Guilherme Aleoni

Eduardo Eugênio Spers

DOI 10.37572/EdArt_2483012207

CAPÍTULO 886

ANÁLISE DO CONSUMIDOR REFERENTE AO MARKETING E O MERCADO DE BEM-ESTAR ANIMAL

Nicole dos Santos

Eduardo Eugênio Spers

DOI 10.37572/EdArt_2483012208

PARTE 2: SUSTENTABILIDADE

CAPÍTULO 9102

EL AJÍ SILVESTRE EN BOLIVIA

Ximena Reyes Colque

Teresa Ávila Alba

Margoth Atahuachi Burgos

Ariel Choque Siles

DOI 10.37572/EdArt_2483012209

CAPÍTULO 10 117

EFFECTO DE UN BIOFERTILIZANTE EN UN SISTEMA AGROECOLÓGICO CHAYA-CHILE HABANERO EN EL VALLE DEL TULIJÁ, CHIAPAS, MÉXICO: RESULTADOS PREVIOS

Dakar Lauriano Espinosa Jiménez

Ana Laura Luna Jimenez

Román Jiménez Vera

Nicolas González Cortés

DOI 10.37572/EdArt_24830122010

CAPÍTULO 11 123

A EDUCAÇÃO AMBIENTAL COMO FORMADORA DE PRÁTICAS SUSTENTÁVEIS SOB O OLHAR SOCIOINTERACIONISTA

Conceição Aparecida Previero

Lucivania de Souza Santos

Layane Maanaim Souza Barros

Ercules Alves de Souza

DOI 10.37572/EdArt_24830122011

CAPÍTULO 12 135

AVALIAÇÃO MULTIDIMENSIONAL DO IMPACTO DA ESCOLA AGROECOLÓGICA “SEMILLA EN LA TERRA” EM ESTUDANTES UNIVERSITARIOS

Ana María Quiroga-Arcila

Daniel Ricardo González Méndez

Javier Mateo Torres Martínez

DOI 10.37572/EdArt_24830122012

CAPÍTULO 13 142

EFFECTOS ECOLÓGICOS DE LA DIVERSIDAD VEGETAL SOBRE LA FLUCTUACIÓN POBLACIONAL DE MOSQUITA BLANCA DE LOS INVERNADEROS

Marta V. Albornoz

Francisco Carvallo

Danitza Milovic

DOI 10.37572/EdArt_24830122013

CAPÍTULO 14 150

INDICADORES DE SUSTENTABILIDAD EN DIFERENTES AGROECOSISTEMAS PRODUCTIVOS EN LA REGIÓN CENTRAL DE CÓRDOBA, ARGENTINA

José Luis Zamar

Vilda Miryam Arbornoz

Gustavo Enrique Re

Claudia Susana Revelli

María Alejandra Rojas

DOI 10.37572/EdArt_24830122014

CAPÍTULO 15..... 156

MAPEO DE LA DIVERSIDAD FENOTÍPICA DE *CRATAEGUS* L. EN MÉXICO, CON BASE EN CARACTERÍSTICAS DE SEMILLAS Y ENDOCARPIOS

Karina Sandibel Vera-Sánchez

Raúl Nieto-Ángel

Alejandro F. Barrientos-Priego

Juan Martínez Solís

Mauricio Parra-Quijano

Fernando González Andrés

DOI 10.37572/EdArt_24830122015

CAPÍTULO 16 167

TERRITÓRIOS QUILOMBOLAS: UMA ETNOCONSERVAÇÃO NA PAISAGEM RURAL DO VALE DO RIBEIRA, SÃO PAULO, BRASIL

Luciana Mello Vieira

Marta Cristina Marjotta-Maistro DOI

10.37572/EdArt_24830122016

CAPÍTULO 17..... 173

LA CIUDAD AGRARIA “SIMÓN BOLÍVAR” UNA PROPUESTA PARA EL MANEJO AGROECOLÓGICO PREDIAL

Manuel B. Suquilanda Valdivieso

Maritza Castro Alvarado

DOI 10.37572/EdArt_24830122017

CAPÍTULO 18 179

REPENSANDO A CADEIA PRODUTIVA: UMA ABORDAGEM COM BASE NO CONCEITO DE ECONOMIA CIRCULAR

Mariana Martins de Oliveira

Carolina de Mattos Nogueira

Adriano Lago

Valesca Schardong Villes

Gabrieli dos Santos Amorim

DOI 10.37572/EdArt_24830122018

CAPÍTULO 19 192

AGRICULTURA SUSTENTÁVEL- UM ESTUDO DE CASO NO ASSENTAMENTO CONQUISTA - MS.

Moises da Silva Martins

Rosane Aparecida Ferreira Bacha

Edilene Mayumi Murashita Takenaka

DOI 10.37572/EdArt_24830122019

CAPÍTULO 20..... 203

AGRONEGÓCIO NO BRASIL: ANÁLISE DAS CONSEQUÊNCIAS DA TRANSFORMAÇÃO DIGITAL NA SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL

Larissa Araújo

Lorraine Cruz Verçosa

Marcella Mornatti Araújo

Nelson Roberto Furquim

DOI 10.37572/EdArt_24830122020

CAPÍTULO 21..... 221

EXPLORANDO LA VARIABILIDAD EN EL AGROECOSISTEMA DE CAFÉ UTILIZANDO EL MODELO PRESUPUESTARIO DE RECURSOS.

Gabriela Marie García

Colin Mark Orians

DOI 10.37572/EdArt_24830122021

CAPÍTULO 22..... 230

EVALUACIÓN ETNOECOLOGICA DEL CONOCIMIENTO TRADICIONAL ASOCIADO A PLANTAS MEDICINALES EN EL MUNICIPIO DE RIO QUITO CHOCO-COLOMBIA

Harry Eduvar Martínez Asprilla

DOI 10.37572/EdArt_24830122022

SOBRE O ORGANIZADOR..... 253

ÍNDICE REMISSIVO..... 254

CAPÍTULO 21

EXPLORANDO LA VARIABILIDAD EN EL AGROECOSISTEMA DE CAFÉ UTILIZANDO EL MODELO PRESUPUESTARIO DE RECURSOS.

Data de submissão: 18/09/2020

Data de aceite: 01/12/2020

Gabriela Marie García

Tufts University, Departamento de Biología
Medford, MA, EEUU
<https://orcid.org/0000-0003-0759-0739>

Colin Mark Orians

Tufts University, Departamento de Biología
Medford, MA, EEUU
<https://orcid.org/0000-0003-3773-0894>

RESUMEN: Las drásticas fluctuaciones anuales en las cosechas agrícolas son una fuente significativa de inestabilidad sobre la calidad de vida de los agricultores, especialmente los caficultores en pequeñas producciones. Con objeto de entender el mecanismo de este fenómeno, proponemos aplicar un modelo presupuestario de recursos (MPR) a los sistemas de café. El modelo propone que la asignación de recursos hacia diferentes funciones biológicas impone ciertas limitaciones entre las mismas. Vinculamos las predicciones derivadas del MPR a las perspectivas de productores entrevistados y un experimento de campo para analizar los efectos de las prácticas del manejo en las oscilaciones. Los resultados apoyan la aplicabilidad del MPR en el sistema de café y sugieren que mayor fertilizante puede exagerar la variabilidad en la producción a largo plazo. El uso del MPR nos permite entender los mecanismos de la

variabilidad e el impacto del manejo en los mismos.

PALABRAS-CLAVE: café, modelar, estabilidad, fluctuaciones, ecología aplicada

EXPLORING VARIABILITY IN COFFEE AGROECOSYSTEMS THROUGH THE RESOURCE-BUDGET MODEL.

ABSTRACT: Drastic fluctuations in crop yield, or alternate-bearing, are a major source of farmer livelihood instability and a substantial concern to small-scale coffee farmers. To form a mechanistic understanding of the phenomenon, we propose the extension of the resource budget model (RBM) to coffee agroecosystems. We link the model's predictions with farmer interviews and a field study to analyze the effects of farm management practices on yield variability. The results support the model's applicability in the coffee system and suggest that fertilization may exaggerate long-term fluctuations. Application of the RBM in coffee agroecosystems allows for a mechanistic understanding of variability and how it is impacted by management practices.

KEYWORDS: coffee, modelling, stability, alternate-bearing, applied ecology

INTRODUCCIÓN

Los medios de vida de los agricultores son vulnerables a las fluctuaciones en la cantidad y calidad de la cosecha. Sin

embargo, existen varios cultivos perennes que demuestran una cosecha oscilatoria, donde años de baja producción son seguidos por otros de alta producción (Brown *et al.*, 1995; Grigorian y Sharemi, 2003; Vaast *et al.*, 2006). Las consecuencias de la drástica alternancia en la cosecha se agravan en los sistemas agrícolas de pequeña escala donde barreras técnicas y socioeconómicas pueden limitar la capacidad adaptativa (Quiroga *et al.*, 2015). A pesar de la gran importancia agrícola y económica, hace falta un entendimiento teórico del mecanismo de las oscilaciones de la cosecha, así como el impacto del manejo en las mismas.

El agroecosistema del café (*Coffea arabica*) es muy apto para el estudio de los mecanismos de las fluctuaciones no sólo por ser una cosecha de gran valor económico, valorada en 19 billones USD en la escala global (International Coffee Organization, 2014), sino que además se cultiva principalmente en fincas donde la producción se realiza a pequeña escala donde las consecuencias de la variabilidad en la producción tienen mayor impacto sobre los agricultores. En entrevistas semi-estructuradas que realizamos en 2017 a 33 agricultores de Santa María de Dota, Costa Rica, una región conocida por tener un clima ideal para el cultivo de café, todos identificaron la variabilidad de la cosecha como una fuente de dificultad. Menos del 10% afirmaron poder controlar la estabilidad de la producción. No hubo consenso sobre el impacto de la fertilización en las fluctuaciones: algunos reportaron que las mitiga y otros que las exagera. Sus testimonios reflejan la necesidad de entender el mecanismo de la fluctuación para así comprender los efectos de las prácticas de manejo a largo plazo y facilitar la identificación de estrategias para promover la estabilidad agrícola y el bienestar de los agricultores.

La teoría ecológica sugiere que las oscilaciones estén dictadas por una limitación en la distribución de recursos al nivel de la planta. El modelo presupuestario de los recursos (MPR; "Resource Budget Model" en inglés) fue desarrollado para explicar las oscilaciones reproductivas de árboles forestales; las premisas claves del MPR son 1) que la planta se reproduce cuando los recursos acumulados superan el umbral requerido y 2) que la reproducción agota los recursos por debajo de ese umbral (Isagi *et al.*, 1997). Es decir, si el costo anual de la reproducción es más alto que la acumulación de recursos, los recursos se agotarán y la planta se reproducirá en intervalos más largos. Ajustar los parámetros del modelo produce hipótesis alternativas sobre los patrones de producción a largo plazo. Por ejemplo, según el modelo, cualquier condición que aumenta la inversión en la carga frutal incrementará el costo de la reproducción en ese año a costa de la reproducción del siguiente año y las fluctuaciones se agravarán. Aquí investigamos las predicciones derivadas del MPR en el contexto de café y analizamos

los efectos de la fertilización en dos parámetros claves del modelo: la inversión en la carga frutal y la acumulación de recursos.

Nuestra expectativa es que el marco MPR permitirá una comprensión mecánica de las cosechas bienales en el agroecosistema cafetalero. Abajo presentaremos el modelo y exploraremos sus parámetros y predicciones. Finalmente, entregaremos los resultados de un experimento de campo donde analizamos las premisas claves del MPR y el rol de la fertilización en la asignación de recursos.

METODOLOGÍA

El modelo MPR (Ecn. 1) predice la futura disponibilidad de recursos (S_{t+1}) como función de los recursos almacenados anteriormente (S_t), los recursos acumulados actualmente (P_s), el umbral de recursos requeridos para la reproducción (L_T), y los costes de recursos para la reproducción (B_t) (Isagi *et al.*, 1997; Satake y Iwasa, 2000; Satake y Iwasa, 2002).

$$\text{Ecn. 1: } S_{t+1} = \begin{cases} S_t + P_s & \text{si } S_t + P_s \leq L_T \\ S_t + P_s - B_t & \text{si } S_t + P_s > L_T \end{cases}$$

Cuando la planta se demora dos años en acumular recursos más allá del umbral, la reproducción ocurre en intervalos bienales (Fig. 1A). Varios estudios de campo recientes apoyan el modelo (Crone y Rapp, 2014) pero hasta ahora los estudios en sistemas agrícolas se han limitado a la producción de cítricos, en las cuales el modelo fue modificado para incorporar crecimiento foliar como un parámetro importante en las fluctuaciones de productos cítricos (Ye y Sakai, 2016). El objetivo actual es ampliar el uso del MPR para entender el papel de la asignación de recursos en las fluctuaciones de café e el impacto de la fertilización en la misma.

Entender los componentes de los costes de reproducción (B_t) es fundamental para aplicar el MPR al café (Ecn 2, modificada para que haga constar la producción de frutos en años de baja producción: b ; Rees *et al.*, 2002; Crone y Lesica., 2006; Bogdziewicz *et al.* 2018). Satake y Iwasa (2000) los definen como la proporción de florecimiento en respuesta al exceso de recursos (a), el coeficiente del costo de frutos respecto al de flores (R_c), y la cantidad de recursos que exceden el umbral ($S_t + P_s - L_T$). En esencia, la producción frutal es una función de la floración, el costo por unidad y los recursos disponibles.

$$\text{Ecn. 2: } B_t = \begin{cases} b & \text{si } S_t + P_s \leq L_T \\ a(R_c + 1)(S_t + P_s - L_T) & \text{si } S_t + P_s > L_T \end{cases}$$

Además de explorar los modelos teóricos, realizamos un experimento manipulativo para demostrar que las premisas del MPR (en las cuales la planta demuestra

limitaciones en la asignación de recursos) son pertinentes al café. Trabajos anteriores han demostrado que, en un mismo año, el crecimiento vegetativo y el desarrollo de los frutos de café parecen competir entre sí, y que la mayoría de los frutos se sitúa en la parte de la rama producida el año anterior (DaMatta *et al.*, 2007; Bote y Vos, 2016). Por lo tanto, la competición entre la disponibilidad de recursos en el futuro (crecimiento vegetal; S_{t+1}) y la carga actual de frutos podría dictar las oscilaciones de la cosecha. Sin embargo, el impacto del fertilizante en esa competición no ha sido resuelto (Jaramillo-Botero *et al.*, 2010).

Realizamos un experimento manipulativo en un cafetal (9.9830°, -84.039°) en Heredia, Costa Rica (temperatura promedio de 20.6 °C; 2131mm de precipitación anual) con dos objetivos: 1) buscar evidencia de la competición entre ciertos tejidos por la asignación de recursos en la planta de café y 2) explorar el efecto de los recursos suplementarios en la misma competición. Establecimos un diseño factorial (3x2) con dos tipos de tratamientos: manipulación de la carga de frutos (0%, 75% o 100% de los frutos extirpados) y el grado de fertilización (bajo y alto; 52g/planta/año y 210 g/planta/año). En vez de hacer las predicciones de antemano, usamos el MPR como un marco conceptual por el cual interpretar los resultados.

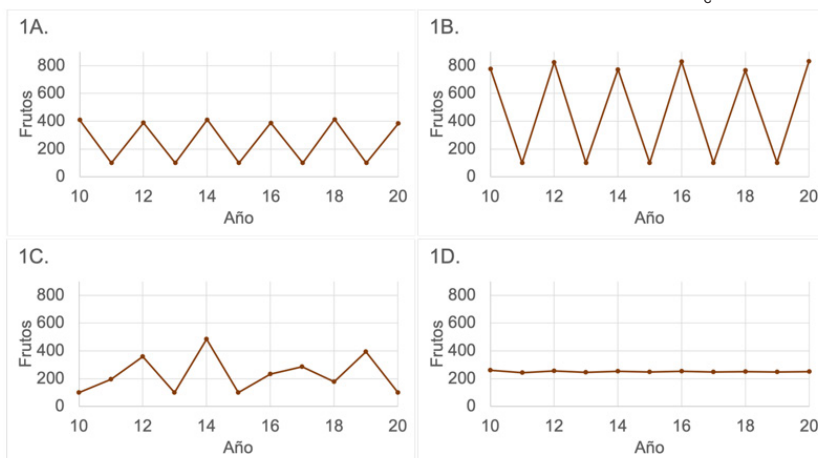
Para examinar el primer objetivo, analizamos la validez de las predicciones del MPR de que existe una competencia entre la asignación de recursos a la carga actual y la reproducción del otro año. Investigamos si las plantas con los frutos extirpados tienen 1) mayor crecimiento en las ramas y 2) mayor retención frutal (comparando 0% vs. 75% frutos extirpados). Para abordar el segundo objetivo, consideramos unas hipótesis alternativas, pero no contradictorias, sobre el efecto de la fertilización en los parámetros del modelo (descritas abajo), porque para hacer predicciones informativas con el MPR sobre los efectos de una práctica de manejo, es necesario conocer primero los parámetros impactados por la misma.

Los tratamientos de fertilización consistían cada uno de 40 plantas de la variedad *C. arabica* Caturra, divididas al azar en los siguientes subgrupos: carga frutal completa (0% extirpada; n=30), parcialmente extirpada (75; n=5), y completamente extirpada (100%; n=5) en junio 2017 cuando los frutos estaban verdes y pequeños. El abono fue aplicado en julio y agosto (formulas: 19-N y 15-N). No existían diferencias entre los grupos en la cantidad de frutos al inicio del experimento. Medimos el largo, los nudos y los frutos de cuatro ramas (una en cada dirección cardinal) de cada planta en las épocas del inicio (junio 2017) y de la madurez (noviembre 2017-enero 2018) de los frutos. También contamos las hojas en las ramas al final del experimento. En la época de madurez, las plantas fueron cosechadas entre el conteo de los frutos y la

medición del crecimiento, lo que resultó en algunas ramas rotas (los valores menores de -5cm fueron excluidos del análisis del crecimiento). Repetimos los análisis con una submuestra aleatoria del grupo control para confirmar que el mayor tamaño de muestra no influyó en los patrones observados. Abajo presentamos los resultados de los datos completos. El análisis estadístico fue realizado con R (R Core Team, 2017) con el método de modelos lineales al nivel de la rama con efectos fijos de carga frutal y fertilización y un efecto aleatorio de planta.

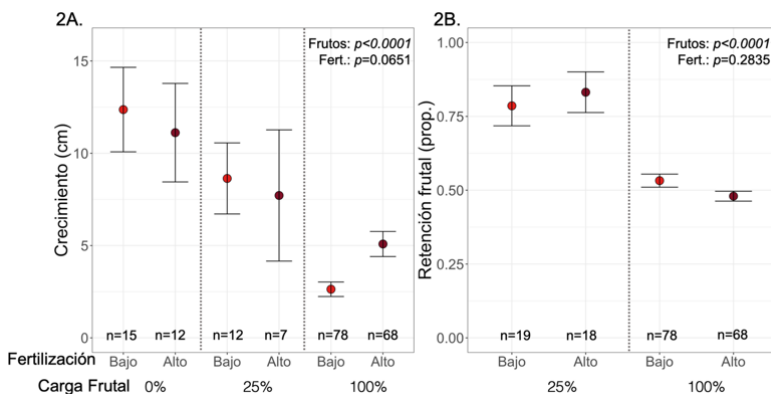
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Todos los entrevistados (n=33) identificaron las oscilaciones como un desafío, pero el modo de controlarlas era diferente según el agricultor. Aunque parezca intuitivo que la fertilización podría mitigar la competencia por los recursos al nivel de planta, el MPR produce predicciones alternativas que van en contra de la intuición (Graf. 1). Si aplicar mayor fertilizante resulta en mayores recursos acumulados ($S_t + P_s$), el modelo predice que se exagerarían las fluctuaciones de la cosecha (Graf. 1B). Sin embargo, si el fertilizante lleva a mayor inversión de recursos en la carga frutal (R_c), el modelo predice que su aumento causaría un patrón de producción más caótico (Graf. 1C). Por el contrario, si el fertilizante limita la inversión en la carga frutal (R_c), el modelo predice que se estabilizaría la cosecha (Graf. 1D). Para explorar estas alternativas, realizamos un experimento manipulativo en el cual analizamos el crecimiento vegetal como indicador de recursos acumulados para el próximo año ($S_t + P_s$) y la retención frutal como indicador de inversión de recursos en la carga actual (R_c).



Gráfica 1. Predicciones de la producción de frutos bajo parametrizaciones alternativas del MPR. **A)** Modelo referencial parametrizado a $P_s=250$; $L_t=20$; $a=0.3$; $b=100$; $R_c=6$, $S_t=0=1$. **B)** Modificado a $P_s=450$. **C)** Modificado a $R_c=9$. **D)** Modificado a $R_c=5$. Los primeros 10 años fueron omitidos porque no reflejan los patrones de largo plazo.

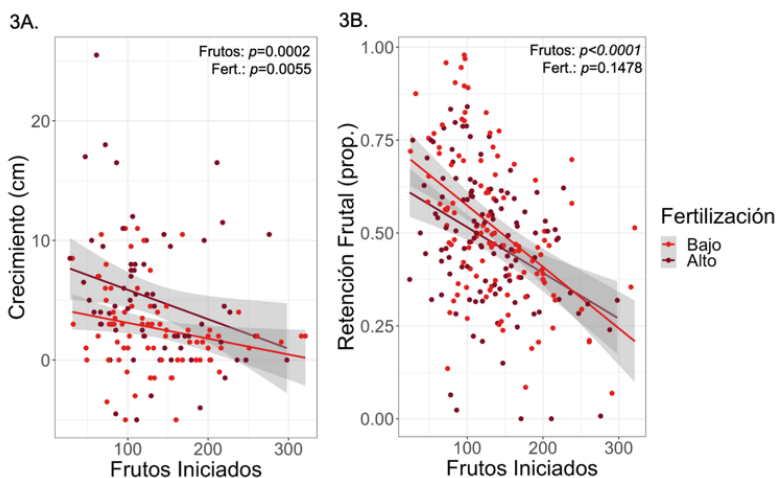
Los resultados del experimento manipulativo apoyan la premisa del MPR que la carga frutal agota recursos en la planta en plantas de café. Disminuir la carga frutal aumentó significativamente el crecimiento vegetal ($F=31.9$, $df=2$, $P<0.0001$; Graf. 2A) y la retención frutal en las plantas con un porcentaje de frutos extirpados ($F=31.6$, $df=1$, $P<0.0001$; Graf. 2B). Aplicar mayor fertilizante no tuvo efecto significativo en el crecimiento o retención frutal de las plantas manipuladas.



Gráfica 2. El impacto de la carga frutal y fertilización en **A)** el crecimiento de las ramas y **B)** la retención frutal. El tamaño de muestra indica las ramas incluidas en cada análisis.

Observamos los mismos patrones cuando analizamos la variabilidad preexistente de carga frutal en el grupo mismo control (0% extirpada). Específicamente, la carga frutal fue negativamente correlacionada con el crecimiento ($F=13.6$, $df=1$, $P=0.0002$; Graf. 3A) y retención frutal ($F=41.5409$, $df=1$, $P<0.0001$; Graf. 3B). La fertilización no tuvo impacto en la retención, pero tuvo un efecto positivo en el crecimiento del grupo control ($F=7.7$, $df=1$, $P=0.0055$; Graf. 3A). No observamos ningún efecto interactivo entre la fertilización y la carga frutal.

Los resultados apoyan la aplicabilidad del MPR al sistema de café. Además, el efecto positivo de la fertilización en el crecimiento y la ausencia del efecto en la retención frutal sugiere que el parámetro del MPR más afectado por la fertilización fue el de los recursos acumulados ($S_t + P_s$). Dentro del marco teórico, estos resultados indican que la fertilización podría aumentar las fluctuaciones y la cosecha promedio (Graf. 1B). Recomendamos estudios plurianuales para comprobar las predicciones de largo plazo y descubrir como comparan los resultados con las preferencias, experiencias y perspectivas de los productores.



Gráfica 3. El impacto de los frutos iniciados y fertilización en **A)** el crecimiento de la rama y **B)** la retención frutal.

Un resultado interesante e inesperado fue que la extirpación de frutos tuvo un efecto positivo en la cantidad de hojas (Poisson MLG; $F=15.8$, $df=2$, $P=0.0004$). El resultado es fascinante porque el MPR supone una tasa constante de la acumulación de recursos (P_s) mientras nuestro hallazgo sugiere una retroalimentación interna entre la reproducción y la acumulación de recursos, cómo se ha demostrado en cítricos (Ye y Sakai, 2016). No obstante, nuestro análisis fue limitado por la falta de datos iniciales sobre la cantidad de hojas. Estudios adicionales deberían cuantificar el efecto de la cantidad de hojas en la asignación de recursos en la planta de café para determinar si los parámetros del MPR se deben modificar para reflejar mejor el sistema.

CONCLUSIONES

El marco teórico del modelo presupuestario de recursos nos permite entender los mecanismos de las oscilaciones agrícolas ya que modela los patrones de asignación de recursos al nivel de la planta. Unimos las experiencias de los productores con teoría ecológica y utilizamos el MPR para formar hipótesis sobre los efectos del manejo en las fluctuaciones. Los resultados del experimento de campo apoyan las hipótesis 1) que el café muestra una competición en la asignación de recursos y 2) que los recursos suplementarios a través de la fertilización pueden exagerar las fluctuaciones. Estudios adicionales deben abordar el papel de la fertilización en los patrones de reproducción a largo plazo. El mismo enfoque de esta investigación también se podría extender para examinar el impacto de otras prácticas de manejo en los parámetros del modelo. Por ejemplo, cultivar café con sombra podría mitigar las fluctuaciones si limita la floración y por lo tanto el costo de la reproducción (R_c ; Fig. 1D). Al vincular la

experiencia de los agricultores, la teoría ecológica, y la experimentación, logramos un mayor entendimiento de los mecanismos de la variabilidad de la cosecha y el impacto del manejo.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Andrés Vega por brindar su finca y su ayuda, y también a Carlos Guerrero por cuidar las muestras. Expresamos nuestra gratitud a Javiera García por su gran asistencia en el campo, a Dra. Elizabeth Crone por su consejo, y a Sara Gómez García, Andres Vega y Javiera García por sus comentarios en el manuscrito. Reconocemos a los alumnos de Tufts University en la clase Bio181 (2017) y a Maxfield Kelsey por su ayuda en recolectar datos. Agradecemos a todos los agricultores compartir sus conocimientos, así como a CoopeDota y ICAFE por su apoyo. Agradecemos al Sandler International Research Program y Tufts Water Diplomacy NSF IGERT (#0966093) por financiar el proyecto. El consejo de revisión institucional eximió este proyecto según lo previsto en la categoría 2 en mayo, 2017 (IRB study #1705017).

REFERENCIAS

BOGDZIEWICZ, Michał; ESPELTA, Josep M.; MUÑOZ, Alberto; APARICIO, Jose M.; BONAL, Raul. **Effectiveness of predator satiation in masting oaks is negatively affected by conspecific density.** *Oecologia*, [S. l.], v. 186, n. 4, p. 983–993, 2018. DOI: 10.1007/s00442-018-4069-7. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1007/s00442-018-4069-7>>.

BOTE, Adugna Debela; VOS, Jan. **Branch growth dynamics, photosynthesis, yield and bean size distribution in response to fruit load manipulation in coffee trees.** *Trees*, [S. l.], v. 30, n. 4, p. 1275–1285, 2016. DOI: 10.1007/s00468-016-1365-x. Disponível em: <<http://link.springer.com/10.1007/s00468-016-1365-x>>.

BROWN P. H; WEINBAUM S. A.; PICCHIONI G. A. **Alternate bearing influences annual nutrient consumption and the total nutrient content of mature pistachio trees.** *Trees*, [S. l.], n. 9, p. 158–164, 1995.

CRONE, Elizabeth E.; LESICA, Peter. **Pollen and water limitation in *Astragalus scaphoides*, a plant that flowers in alternate years.** *Oecologia*, [S. l.], v. 150, n. 1, p. 40–49, 2006. DOI: 10.1007/s00442-006-0506-0. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1007/s00442-006-0506-0>>.

CRONE, Elizabeth E.; RAPP, Joshua M. **Resource depletion, pollen coupling, and the ecology of mast seeding.** *Annals of the New York Academy of Sciences*, [S. l.], v. 1322, n. 1, p. 21–34, 2014. DOI: 10.1111/nyas.12465. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1111/nyas.12465>>.

DAMATTA, Fábio M.; RONCHI, Cláudio P.; MAESTRI, Moacyr; BARROS, Raimundo S. **Ecophysiology of coffee growth and production.** *Brazilian Journal of Plant Physiology*, [S. l.], v. 19, n. 4, p. 485–510, 2007. DOI: 10.1590/S1677-04202007000400014. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1677-04202007000400014&lng=en&nrm=iso&tlng=en>.

GRIGORIAN, V.; SHAREMI, S. **Study on Effective Methods for Reducing the Alternate Bearing in Golden Delicious Apple Cultivar.** Journal of agricultural science and technology: JAST, [S. l.], v. 5, p. 31–37, 2003. Disponível em: <http://jast.modares.ac.ir/article_4552_f6c6571026a668ebdafa73e216928ddf.pdf>.

INTERNATIONAL COFFEE ORGANIZATION. **World coffee trade (1963–2013): A review of the markets challenges and opportunities facing the sector**, 2014. Disponível em: <<http://www.ico.org/news/icc-111-5-r1e-world-coffee-outlook.pdf>>.

ISAGI, Y.; SUGIMURA, K.; SUMIDA, A.; ITO, H. **How Does Masting Happen and Synchronize?** Journal of theoretical biology, [S. l.], v. 187, p. 231–239, 1997.

JARAMILLO-BOTERO, Catalina; SANTOS, Ricardo Henrique Silva; MARTINEZ, Herminia Emilia Prieto; CECON, Paulo Roberto; FARDIN, Merci Pereira. **Production and vegetative growth of coffee trees under fertilization and shade levels.** Scientia agricola, [S. l.], v. 67, n. 6, p. 639–645, 2010. DOI: 10.1590/S0103-90162010000600004. Disponível em: <https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-90162010000600004>.

QUIROGA, Sonia; SUÁREZ, Cristina; SOLÍS, Juan Diego. **Exploring coffee farmers' awareness about climate change and water needs: Smallholders' perceptions of adaptive capacity.** Environmental science & policy, [S. l.], v. 45, p. 53–66, 2015. DOI: 10.1016/j.envsci.2014.09.007.

R CORE TEAM. R: **A language and environment for statistical computing.** R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. (2017). Disponível em: <https://www.R-project.org/>.

REES, Mark; KELLY, Dave; BJØRNSTAD, Ottar N. **Snow tussocks, chaos, and the evolution of mast seeding.** The American naturalist, [S. l.], v. 160, n. 1, p. 44–59, 2002. DOI: 10.1086/340603. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1086/340603>>.

SATAKE, Akiko; IWASA, Yoh. **Pollen Coupling of Forest Trees: Forming Synchronized and Periodic Reproduction out of Chaos.** Journal of theoretical biology, [S. l.], v. 203, p. 63–84, 2000. DOI: 10.1006/jtbi.1999.1066. Disponível em: <<http://www.idealibrary.com>>.

SATAKE, Akiko; IWASA, Yoh. **Spatially limited pollen exchange and a long-range synchronization of trees.** Ecology, [S. l.], v. 83, n. 4, p. 993–1005, 2002. DOI: 10.1890/0012-9658(2002)083[0993:SLPEAA]2.0.CO;2. Disponível em: <[http://dx.doi.org/10.1890/0012-9658\(2002\)083\[0993:SLPEAA\]2.0.CO;2](http://dx.doi.org/10.1890/0012-9658(2002)083[0993:SLPEAA]2.0.CO;2)>.

VAAST, Philippe; BERTRAND, Benoit; PERRIOT, Jean-Jacques; GUYOT, Bernard; GÉNARD, Michel. **Fruit thinning and shade improve bean characteristics and beverage quality of coffee (Coffea arabica L.) under optimal conditions.** Journal of the science of food and agriculture, [S. l.], v. 86, n. 2, p. 197–204, 2006. DOI: 10.1002/jsfa.2338. Disponível em: <<http://doi.wiley.com/10.1002/jsfa.2338>>.

YE, Xujun; SAKAI, Kenshi. **A new modified resource budget model for nonlinear dynamics in citrus production.** Chaos, solitons, and fractals, [S. l.], v. 87, p. 51–60, 2016. DOI: 10.1016/j.chaos.2016.03.016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.chaos.2016.03.016>>

SOBRE O ORGANIZADOR

EDUARDO EUGENIO SPERS realizou pós-doutorado na Wageningen University (WUR), Holanda, e especialização no IGIA, França. Possui doutorado em Administração pela Universidade de São Paulo (USP). Foi Professor do Programa de Mestrado e Doutorado em Administração e do Mestrado Profissional em Comportamento do Consumidor da ESPM. Líder do tema Teoria, Epistemologia e Métodos de Pesquisa em Marketing na Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Administração (ANPAD). Participou de diversos projetos de consultoria e pesquisa coordenados pelo PENSA e Markestrat. É Professor Titular no Departamento de Economia, Administração e Sociologia, docente do Mestrado em Administração e Coordenador do Grupo de Extensão MarkEsalq no campus da USP/Esalq. Proferiu palestras em diversos eventos acadêmicos e profissionais, com diversos artigos publicados em periódicos nacionais e internacionais, livros e capítulos de livros sobre agronegócios, com foco no marketing e no comportamento do produtor rural e do consumidor de alimentos.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Agroecologia 7, 19, 123, 131, 132, 133, 134, 167, 171, 173
Agroecología 29, 36, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 173
Agronegócio 9, 55, 56, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 181, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 209, 210, 211, 213, 214, 215, 216, 217, 218, 219, 220
Agronegócio brasileiro 203, 205, 209, 210, 211, 213, 214, 216, 217, 219, 220
Ají silvestre 102
Aleyrodidae 142, 143
Arranjo de plantas 9, 14
Aspectos ambientais 150
Aula viva 135, 138

B

Bem-estar animal 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99
Biokan 117, 118, 119, 120, 121, 122
Brasil 2, 7, 22, 23, 28, 45, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 55, 56, 59, 63, 66, 68, 71, 72, 73, 83, 84, 99, 100, 124, 128, 134, 142, 167, 168, 169, 170, 172, 181, 187, 188, 189, 190, 193, 199, 200, 202, 205, 206, 209, 210, 211, 216, 218, 219

C

Cadeia de produção 179, 180, 185, 186, 189
Café 221, 222, 223, 224, 226, 227
Canafístula 21, 23
Capsicum annum 117, 118, 120
Cnidocolus aconitifolios 117, 118, 120
Competências 55, 56, 57, 58, 65, 66, 67, 68, 69, 131
Competição 8, 9, 10, 16, 18
Complejidad estructural y funcional 150, 151
Conocimiento tradicional 230, 237, 250, 251
Conservación 102, 104, 115, 116, 144, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 164, 165, 236, 248, 250
Consumo 1, 2, 4, 5, 6, 29, 45, 52, 70, 71, 72, 75, 79, 82, 83, 84, 86, 88, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 128, 156, 179, 180, 181, 182, 184, 185, 186, 187, 189, 199, 200
Cooperativismo 192, 193, 196, 200, 201, 202

D

Desenvolvimento local 192, 193, 195, 196, 199, 200, 201

Dialogo de saberes 29

Diversidad morfológica 103, 157

E

Ecología aplicada 221

Economia circular 179, 180, 181, 183, 184, 185, 186, 187, 188, 189

Economia linear 179, 181, 185, 186, 189

Económicos y sociales 150, 152

Educação Ambiental 123, 124, 125, 126, 127, 129, 131, 133, 134

Educação em Agroecologia 123, 131, 133, 134

Educación horizontal 135, 140

Educación propia 29

Educación sociopolítica 135

Eichhornia crassipes 21, 22, 27, 28

Emprendimiento endógeno 29

Equidad de género 173

Erosão genética 43, 45, 47

Estabilidad 142, 221, 222

Etnoecologia 230

F

Fluctuaciones 221, 222, 223, 225, 226, 227

H

Hambúrgueres 1, 3, 4, 5, 6, 7

I

Índice de Simpson 142, 145, 146, 147

Integración 150, 151, 153, 155

Intenção de compra verde 70, 71, 78, 80, 81, 82

M

Macrófita 21, 22, 23, 25, 26

Macronutrientes 9, 12, 13, 15, 18

Mapas SIG 157

Marketing 55, 56, 59, 60, 61, 66, 67, 68, 69, 73, 74, 76, 87, 88, 94, 95, 100, 201

Matéria orgânica 11, 21, 22, 26, 27

Modelar 221

Modelo de desarrollo 30, 173, 232

Mosaico 167, 171

O

OGM's 43, 45, 53

P

Patrones espaciales 157, 158, 164

Pau-ferro 21, 23

Paz 105, 106, 116, 135

Percepção 6, 7, 55, 66, 71, 72, 82, 83, 86, 126, 215, 216

Pereskia aculeata Mill 1, 2

Planta alimentícia não convencional (PANC) 1

Plantas medicinales 174, 230, 232, 238, 239, 241, 246, 248, 249, 250, 251

Preocupação ambiental 70, 73, 75, 77, 82, 94, 97, 98

Produção 2, 10, 13, 17, 21, 22, 23, 26, 27, 28, 43, 44, 46, 47, 48, 50, 52, 53, 54, 72, 83, 86, 87, 90, 91, 96, 97, 98, 128, 168, 173, 179, 180, 181, 183, 184, 185, 186, 187, 188, 189, 193, 195, 197, 198, 199, 200, 204, 205, 209, 210, 215, 216

Produção de alimentos 2, 43, 128, 204

R

Remanescentes de quilombo 167

Responsabilidade social 192, 195

Revolução industrial 4.0 206, 207, 213

Rio Quito 230, 231, 232, 233, 235, 236, 237, 240, 241, 243, 249, 250

S

Sistemas productivos 142, 144, 145, 148, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 236

Soberanía alimentaria 29, 36, 137, 150, 154, 155

Suero de leche 117, 118, 120, 121, 122

Sustentabilidade 10, 72, 84, 86, 98, 131, 132, 179, 180, 182, 184, 185, 189, 195, 196, 199, 203, 204, 205, 208, 209, 210, 213, 214, 215, 216, 217, 218, 219

Sustentabilidade ambiental 184, 199, 203, 205, 208, 210, 213, 214, 216, 217

Sustentable 30, 151, 155, 173, 251

T

Tecnologia 43, 44, 45, 53, 54, 185, 186, 189, 204, 205, 206, 207, 208, 209, 210, 211, 212, 213, 214, 216, 217, 219

Tejocote 156, 157, 158, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166

Teoria sociointeracionista 129, 133

Territorialidade 167, 171

Titulação 167, 168, 169, 170, 171

Tomato 142, 143, 189

Transformação digital 203, 205, 206, 207, 208, 210, 211, 212, 213, 214, 215, 216, 217, 218

Transgenia 43, 44, 46, 47, 50, 53

Trialeurodes vaporariorum 142, 143, 149

Z

Zea mays 8, 9



**EDITORA
ARTEMIS**