

Importance indice: loss estimates and solution effectiveness on production. Technical Note.

Índice de importancia: estimaciones de pérdidas y eficacia de la solución en producción. Nota técnica

Germano Leão Demolin-Leite

Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais, Montes Claros, Minas Gerais State, Brazil.

Email: germano.demolin@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-2928-3193>

Frequencies, magnitudes, and distributions of occurrence can affect the events. The problem or the solution will be greater depending on the degrees of frequency and magnitude. Indices, hence, are used to assist in decision making on certain issues. The motivation of this study was to develop an indice able to identify the loss (L.S.) and solution (S.S.) sources, and their importances in terms of loss or income gain on system. The developed indice was: percentage of the importance indice (% I.I.) = $[(ks_1 \times c_1 \times ds_1) / \Sigma (ks_1 \times c_1 \times ds_1) + (ks_2 \times c_2 \times ds_2) + (ks_n \times c_n \times ds_n)] \times 100$. The L.S.₁ and L.S.₇ were the most important on reducing production and S.S.₃ and S.S.₅ in increasing income gain on system. It is show the percentage of the importance indice (% I.I.), an indice, capable of detecting the key loss and solution sources on system, can be applied in some knowledge areas.

Key words: *Abundance, agriculture, constancy, forestry production.*

Events (eg., agricultural pest) can have different magnitudes (numerical measurements), frequencies, and distributions (aggregate, random, or regular) of occurrence. In general, higher magnitude and frequency, with aggregated distribution, greater will be the problem or the solution (eg., natural enemies versus pests) on system (Da Silva *et al.* 2017). Hence, indices are used to help on decision-making in certain questions and, many of them, determine key-factors in an event, on some knowledge areas, such as in agrarian and biological: Crop and Ecological Life Tables (Henderson and Southwood 2016 and Da Silva *et al.* 2017), among others. In general, these tools use abundance (magnitude), constancy and/or frequency of the events, which can be analyzed by correlation, factor analysis, frequency distribution, matrices, mean or t-tests, multiple or simple regression analysis (Henderson and Southwood 2016 and Da Silva *et al.* 2017). The objective of this study was to develop an indice, which can determine the loss and solution sources, classifying them according to their importance in terms of loss or income gain on system (eg. natural system = cerrado).

The data used were adapted (Leite *et al.* 2006, 2012, 2016, 2017) and classified as loss source (L.S.) or solution source (S.S.) are not mentioned, and production, in 48 samples. Scientific names of herbivorous insects (L.S.) and natural enemies (S.S.)

Las frecuencias, magnitudes y distribuciones de ocurrencia pueden afectar los eventos. El problema o la solución será mayor dependiendo de los grados de frecuencia y magnitud. Los índices, por lo tanto, se utilizan para ayudar en la toma de decisiones sobre ciertos temas. La motivación de este estudio fue desarrollar un índice capaz de identificar las fuentes de pérdida (F.P.) y solución (F.S.), y su importancia en términos de pérdida o ganancia de ingresos en el sistema. El índice desarrollado fue: porcentaje del índice de importancia (% I.I.) = $[(ks_1 \times c_1 \times ds_1) / \Sigma (ks_1 \times c_1 \times ds_1) + (ks_2 \times c_2 \times ds_2) + (ks_n \times c_n \times ds_n)] \times 100$. Las F.P.₁ y F.P.₇ fueron las más importantes para reducir la producción y las F.S.₃ y F.S.₅ para aumentar la ganancia de ingresos en el sistema. Se muestra el porcentaje del índice de importancia (% I.I.), un índice, capaz de detectar las fuentes de pérdida y solución en el sistema, y puede ser aplicado en algunas áreas del conocimiento.

Palabras claves: *abundancia, agricultura, constancia, producción forestal.*

Los eventos (por ejemplo, plagas agrícolas) pueden tener diferentes magnitudes (medidas numéricas), frecuencias y distribuciones (agregadas, aleatorias o regulares) de ocurrencia. En general, a mayor magnitud y frecuencia, con distribución agregada, mayor será el problema o la solución (por ejemplo, enemigos naturales versus plagas) en el sistema (Da Silva *et al.* 2017). Por lo tanto, los índices se utilizan para ayudar en la toma de decisiones en determinadas cuestiones y, muchos de ellos, determinan factores clave en un evento, en algunas áreas del conocimiento, tales como en agrarios y biológicos: Tablas de vida ecológica y de cultivos (Henderson y Southwood 2016 y Da Silva *et al.* 2017), entre otros. En general, estas herramientas utilizan abundancia (magnitud), constancia y/o frecuencia de los eventos, los cuales pueden ser analizados por correlación, análisis factorial, distribución de frecuencias, matrices, medias o pruebas t, análisis de regresión múltiple o simple (Henderson y Southwood 2016 y Da Silva *et al.* 2017). El objetivo de este estudio fue desarrollar un índice que pueda determinar las fuentes de pérdida y solución, clasificándolas según su importancia en términos de pérdida o ganancia de ingresos en el sistema (por ejemplo, sistema natural = cerrado).

Los datos utilizados fueron adaptados (Leite *et al.* 2006, 2012, 2016, 2017) y clasificados como fuente de pérdida (F.P.) o fuente de solución (F.S.), y producción, en 48 muestras. No se mencionaron los nombres científicos de insectos herbívoros (F.P.) y enemigos

due to the importance indice can be used in other areas such as exotic mammals, plant diseases, weeds, versus production.

The type of distribution (aggregated, random, or regular) of L.S. or S.S. was defined by the Chi-square test using the BioDiversity Professional program, version 2 (Krebs 1989). The data were subjected to simple regression analysis and their parameters were all significant ($P < 0.05$) using the statistical program System for Analysis Statistics and Genetics (SAEG 2007), version 9.1 (table 1). Simple equations were selected by observing the criteria: i) distribution of data in the figures (linear or quadratic response), ii) the parameters used in these regressions were the most significant ones ($P < 0.05$), iii) $P < 0.05$ and F of the Analysis of Variance of these regressions, and iv) the coefficient of determination of these equations (R^2). Only loss sources and solution sources with $P < 0.05$ were showed in the table 1. It is necessary knowledge

naturales (F.S.) debido a que el índice de importancia se puede usar en otras áreas como mamíferos exóticos, enfermedades de plantas, malezas, versus producción.

El tipo de distribución (agregada, aleatoria o regular) de P.F. o F.S. se definió mediante la prueba de Chi-cuadrado utilizando el programa BioDiversity Professional, version 2 (Krebs 1989). Los datos fueron sometidos a análisis de regresión simple y sus parámetros fueron todos significativos ($P < 0.05$) utilizando el programa estadístico System for Analysis Statistics and Genetics (SAEG 2007), version 9.1 (tabla 1). Las ecuaciones simples se seleccionaron observando los criterios: i) distribución de los datos en las figuras (respuesta lineal o cuadrática), ii) los parámetros utilizados en estas regresiones fueron los más significativos ($P < 0.05$), iii) $P < 0.05$ y F del Análisis de Varianza de estas regresiones, y iv) el coeficiente de determinación de estas ecuaciones (R^2). En la tabla 1 se muestran únicamente las fuentes de pérdidas y las fuentes de solución con $P < 0.05$. Es necesario un conocimiento del

Table 1. Aggregated, regular, or random distribution of the loss or solution sources; and simple regression equations with their coefficients of determination (R^2), significance (P) and F of the analysis of variance (ANOVA) of reductions of production (R.P.) by source of loss (L.S.) and reductions of loss sources (R.L.S.) due solution sources (S.S.). n = 48

Source		Qui-square test				
Loss	Variance	Mean	Chi-square	d.f.	P	Distribution
1	177.45	16.5	505.45	47	0.000	Aggregated
2	93.45	20.54	213.81	47	0.000	Aggregated
3	0.25	0.46	26.00	47	0.994	Regular
4	0.33	0.58	26.86	47	0.992	Regular
5	1050.97	37.08	1332.02	47	0.000	Aggregated
6	19.38	1.67	546.40	47	0.000	Aggregated
7	4936.34	29.00	8000.28	47	0.000	Aggregated
Solution						
1	57.66	11.71	231.45	47	0.000	Aggregated
2	1.53	1.50	48.00	47	0.432	Random
3	50.21	7.50	314.67	47	0.000	Aggregated
4	0.55	0.71	36.59	47	0.863	Random
5	1.57	1.04	70.96	47	0.014	Aggregated
6	3.77	0.75	236.00	47	0.000	Aggregated
7	0.20	0.13	74.00	47	0.007	Aggregated
8	140.50	7.58	870.81	47	0.000	Aggregated
9	193.33	6.83	1329.76	47	0.000	Aggregated
Simple regression analysis				ANOVA		
				R^2	P	F
$R.P. = - 39.43 + 33.26 \times L.S._1 - 0.80 \times L.S._1^2$				0.61	0.0000	35.25
$R.P. = 50.85 + 1404.77 \times L.S._7 - 2242.16 \times L.S._7^2$				0.20	0.0060	5.75
$R.L.S._1 = - 0.46 + 5.13 \times S.S._3 - 0.21 \times S.S._3^2$				0.99	0.0000	7312.19
$R.L.S._7 = 0.13 + 0.46 \times S.S._4 - 0.18 \times S.S._4^2$				0.39	0.0000	14.15
$R.L.S._7 = 0.11 + 0.26 \times S.S._5 - 0.04 \times S.S._5^2$				0.53	0.0000	25.63
$R.L.S._7 = 0.21 + 0.16 \times S.S._6 - 0.01 \times S.S._6^2$				0.27	0.0007	8.50
$R.L.S._7 = 0.10 + 0.04 \times S.S._8 - 0.0006 \times S.S._8^2$				0.71	0.0000	55.10
$R.L.S._7 = 0.15 + 2.94 \times S.S._9 - 3.71 \times S.S._9^2$				0.44	0.0000	17.89

of the system to select the possible loss sources and solution sources.

The developed indice was:

$$\% I.I. = \{(ks_1 \times c_1 \times ds_1) / \Sigma (ks_1 \times c_1 \times ds_1) + (ks_2 \times c_2 \times ds_2) + (ks_n \times c_n \times ds_n)\} \times 100$$

where,

i) key source (*ks*) is:

$$Ks = [(R^2 \times (1 - P)) / \text{total } n \text{ on the samples,}$$

where,

R_2 = determination coefficient and P = significance of ANOVA, of the simple regression equation of the loss source (L.S.) or solution source (S.S.).

In the case of L.S. is:

$$ks = \text{reduction on production (R.P.)}/n,$$

where,

$$R.P. = [R^2 \times (1 - P)] / \text{total } n \text{ of the L.S. on the samples,}$$

In the case of S.S. is:

$$ks = \text{effectiveness of the solution (E.S.)}/n,$$

where,

$$E.S. = [R^2 \times (1 - P)] / \text{total } n \text{ of the S.S. on the samples.}$$

When a S.S. acts on more than one L.S., theirs *E.S.* are summed. *E.S.* or *R.P.* = 0 when *E.S.* or *R.P.* is non-significative on the L.S. or *R.P.*, respectively, and

ii) constancy (*c*) is:

$$c = \Sigma \text{ of occurrence of L.S. or S.S. on the samples,}$$

where,

$$\text{absence} = 0 \text{ or presence} = 1, \text{ and}$$

iii) distribution source (*ds*) is:

$$ds = 1 - P \text{ of the Chi-square test of L.S. or S.S. on the samples.}$$

Percentage of loss of production per loss source (% *L.P.L.S.*) is:

$$\% L.P.L.S. = (L.P.L.S./P) \times 100,$$

where,

$$P = \text{total production on the system,}$$

and

$$L.P.L.S. = (n \times R.P.L.S.) / \text{total samples,}$$

where,

$$R.P.L.S. = \{R^2 \times (1 - P)\} / \text{total } n \text{ of L.S. on the samples.}$$

Percentage of loss of production per loss source (% *L.P.L.S.*) per solution source (S.S.) is:

$$\% L.P.L.S. = \{\text{income gain (I.G.)} \times 100\} / \text{loss of total production by L.S.,}$$

where,

$$I.G. = \{\text{total production (P.)} \times \text{reduction of the L.S. by S.S. (R.L.S.)}\} \times \text{total } n \text{ of the S.S on the samples,}$$

and

$$R.L.S. = [\text{total } n \text{ of the S.S.} \times ks \{R^2 \times (1 - P)\}] / \text{total samples.}$$

The *ks* of the S.S. are separated per L.S..

Interaction between two or more sources of loss or solution may be added as a treatment to be tested together with the other sources. If not, the interaction, as a treatment, may apply the following:

i) *ks* of the interaction = $[(R^2 \times (1 - P)) / \text{total } n \text{ on the samples, } R^2 = \text{determination coefficient and } P = \text{significance of ANOVA of the interaction, of the}$

sistema para seleccionar las posibles fuentes de pérdidas y fuentes de solución.

El índice desarrollado fue:

$$\% I.I. = \{(fc_1 \times c_1 \times fd_1) / \Sigma (fc_1 \times c_1 \times fd_1) + (fc_2 \times c_2 \times fd_2) + (fc_n \times c_n \times fd_n)\} \times 100$$

donde,

i) fuente clave (*fc*) es:

$$Fc = [(R^2 \times (1 - P)) / n \text{ total en las muestras,}$$

donde,

R^2 = coeficiente de determinación y P = significancia de ANOVA, de la ecuación de regresión simple de la fuente de pérdida (F.P.) o fuente de solución (F.S.).

En el caso de F.P. es:

$$fc = \text{reducción de la producción (R.P.)}/n,$$

donde,

$$R.P. = [R^2 \times (1 - P)] / n \text{ total de la F.P. en las muestras,}$$

En el caso de F.S. es:

$$fc = \text{efectividad de la solución (E.S.)}/n,$$

donde,

$$E.S. = [R^2 \times (1 - P)] / n \text{ total de la F.S. en las muestras.}$$

Cuando una F.S. actúa sobre más de una F.P., su *E.S.* se suma. o *R.P.* = 0 cuando *E.S.* o *R.P.* no es significativo en la F.P. o *R.P.*, respectivamente, y

ii) constancia (*c*) es:

$$c = \Sigma \text{ de ocurrencia de F.P. o F.S. en las muestras,}$$

donde,

$$\text{ausencia} = 0 \text{ o presencia} = 1, \text{ y}$$

iii) fuente de distribución (*fd*) es:

$$ds = 1 - P \text{ de la prueba de Chi-cuadrado de F.P. o F.S. en las muestras.}$$

Porcentaje de pérdida de producción por fuente de pérdida (% *P.P.F.P.*) es:

$$\% P.P.F.P. = (P.P.F.P./P) \times 100,$$

donde,

$$P. = \text{producción total en el sistema,}$$

y

$$P.P.F.P. = (n \times R.P.F.P.) / \text{muestras totales,}$$

donde,

$$R.P.F.P. = \{R^2 \times (1 - P)\} / n \text{ total de F.P. en las muestras.}$$

Porcentaje de pérdida de producción por fuente de pérdida (% *P.P.F.P.*) por fuente de solución (F.S.) es:

$$\% P.P.F.P. = \{\text{ganancia de ingresos (G.I.)} \times 100\} / \text{pérdida de producción total por F.P.,}$$

donde,

$$G.I. = \{\text{producción total (P.)} \times \text{reducción de F.P. por F.S. (R.F.P.)}\} \times n \text{ total de F.S en las muestras,}$$

y

$$R.F.P. = [n \text{ total de F.S.} \times fc \{R^2 \times (1 - P)\}] / \text{muestras totales.}$$

Los *fc* de F.S. están separados por F.P.

La interacción entre dos o más fuentes de pérdida o fuentes de solución puede agregarse como un tratamiento para ser probado junto con las otras fuentes. Si no, la interacción, como tratamiento, puede aplicar lo siguiente:

i) *fc* de la interacción = $[(R^2 \times (1 - P)) / n \text{ total en las muestras, } R^2 = \text{coeficiente de determinación y } P = \text{significancia de ANOVA de la interacción, de la}$

simple regression equation of the loss source (L.S.) or solution source (S.S.) of the interaction. But the new n of the interaction will be obtained from the means of this parameter isolated from the two or more sources of loss or solution,

ii) c and ds of the interaction will be obtained from the means of these parameters isolated from the two or more sources of loss or solution, and

iii) all calculations are made separately for the interaction and at the end it is compared with the other sources of loss or solution.

The loss source (L.S.) L.S.₁ and L.S.₇ showed, among the seven L.S., the % *I.I.* (85.06 and 14.94 %, respectively) significatives on production reduction (5.89 and 3.37 %, respectively), on system (tables 2, 3).

Solution source (S.S.) S.S.₃ (% *I.I.* = 100) reduced the loss per L.S.₁; and S.S.₅ (% *I.I.* = 54.18), S.S.₆ (% *I.I.* = 19.81), S.S.₈ (% *I.I.* = 11.75), S.S.₄ (% *I.I.* = 7.69), and S.S.₉ (% *I.I.* = 6.58) that of L.S.₇ on system production. The possible solution sources S.S.₁, S.S.₂, and S.S.₇ showed % *I.I.* = 0.00% due to non-significative effect on the reduction of losses by important L.S. or due to reduced the L.S. which did

ecuación de regresión simple de la fuente de pérdida (F.P.) o fuente de solución (F.S.) de la interacción. Pero el nuevo n de la interacción se obtendrá de la media de este parámetro aislado de las dos o más fuentes de pérdida o solución,

ii) c and fd de la interacción se obtendrán a partir de estos parámetros aislados de las dos o más fuentes de pérdida o solución, y

iii) todos los cálculos se realizan por separado para la interacción y al final se comparan con las otras fuentes de pérdida o solución.

La fuente de pérdida (F.P.) F.P.₁ y F.P.₇ mostró, entre las siete F.P., el % *I.I.* (85.06 y 14.94 %, respectivamente) significativos en la reducción de producción (5.89 y 3.37 %, respectivamente), en el sistema (tablas 2, 3).

La fuente de solución (F.S.) F.S.₃ (% *I.I.* = 100) redujo la pérdida por F.P.₁; y F.S.₅ (% *I.I.* = 54.18), F.S.₆ (% *I.I.* = 19.81), F.S.₈ (% *I.I.* = 11.75), F.S.₄ (% *I.I.* = 7.69) y F.S.₉ (% *I.I.* = 6.58) el de F.P.₇ en la producción del sistema. Las posibles fuentes de solución F.S.₁, F.S.₂ y F.S.₇ mostraron % *I.I.* = 0.00% debido al efecto no significativo en la reducción de pérdidas por importantes F.P. o debido a la reducción de la F.P. la cual no se correlacionó con la pérdida

Table 2. Total number (n), reduction on production ($R.P.$), effectiveness of the solution ($E.S.$), key-source (ks), constancy (c), distribution source (ds), number of importance indice ($n. I.I.$), sum of $n. I.I.$ ($\Sigma n. I.I.$), and percentage of *I.I.* by loss source (L.S.) or solution source (S.S.) by L.S

		Loss source							
L.S.	n	$R.P.$	ks	c	ds	$n. I.I.$	$\Sigma n. I.I.$	% <i>I.I.</i>	
1	792	0.6100	0.000770202	38	1.000	0.029267677	0.034409056	85.058	
2	986	0.0000	0.000000000	48	1.000	0.000000000	0.034409056	0.000	
3	22	0.0000	0.000000000	22	0.006	0.000000000	0.034409056	0.000	
4	28	0.0000	0.000000000	26	0.008	0.000000000	0.034409056	0.000	
5	1780	0.0000	0.000000000	46	1.000	0.000000000	0.034409056	0.000	
6	80	0.0000	0.000000000	10	1.000	0.000000000	0.034409056	0.000	
7	1392	0.1988	0.000142816	36	1.000	0.005141379	0.034409056	14.942	
		Solution source							
S.S. not associated with any L.S. or associated with L.S. ₂₋₆									
S.S.	n	$E.S.$	ks	c	ds	$n. I.I.$	$\Sigma n. I.I.$	% <i>I.I.</i>	
1	562	0.000	0.000000000	48	1.000	0.000000000	0.000000000	0.000	
2	72	0.000	0.000000000	38	0.568	0.000000000	0.000000000	0.000	
7	7	0.000	0.000000000	8	0.993	0.000000000	0.000000000	0.000	
L.S. ₁									
3	360	0.990	0.002750000	38	1.000	0.104500000	0.104500000	100.00	
L.S. ₇									
4	34	0.39	0.011470588	26	0.134	0.040726564	0.529809273	7.687	
5	51	0.53	0.010392157	28	0.986	0.287031585	0.529809273	54.176	
6	36	0.270	0.007494750	14	1.000	0.104926500	0.529809273	19.805	
8	365	0.710	0.001945205	32	1.000	0.062246575	0.529809273	11.749	
9	328	0.440	0.001341463	26	1.000	0.034878049	0.529809273	6.583	

$I.I. = ks \times c \times ds$. $ks = R.P./n$ or $E.S./n$. $R.P.$ or $E.S. = R^2 \times (1-P)$, $R^2 =$ determination coefficient and $P =$ significance of ANOVA, of the simple regression equation. $c = \Sigma$ of occurrence of L.S. or S.S. on each sample, 0 = absence or 1 = presence. $ds = 1-P$ of Chi-square test of the L.S. or S.S.. When a S.S. operates in more than one L.S., its $E.S.$ are summed. $R.P.$ or $E.S. = 0$ when $R.P.$ or $S.S.$ non-significant with reduction on production or of the L.S.

Table 3. Total number (n) and reduction on production per loss source ($R.P.L.S.$), total samples ($Sa.$), loss of production ($L.P.$) by loss source ($L.P.L.S.$) and production per sample ($P.$), and % of $L.P.L.S.$ per sample; and total number (n) and ks of the solution source ($S.S.$), reduction of L.S. ($R.L.S.$), income gain ($I.G.$) and its %, and % of $R.P.L.S.$ by S.S

Loss of production by loss source									
$L.S.$	n	$R.P.L.S.$	$Sa.$	$L.P.L.S.$	$P.$	% $L.P.L.S.$			
1	792	0.61	48	10.07	171	5.89			
7	1392	0.1988	48	5.77	171	3.37			
Reduction on production per loss source and total									
L.S. ₁									
S.S.	n	ks	$Sa.$	$R.L.S.$	$L.P.$	$P.$	$I.G.$	% $I.G.$	% $R.P.L.S.$
3	360	0.99	48	7.425	10.07	171	0.208	0.122	2.063
Σa	---	---	---	---	---	---	---	0.122	2.063
L.S. ₇									
4	34	0.39	48	0.276	5.77	171	0.047	0.027	0.813
5	51	0.53	48	0.563	5.77	171	0.064	0.037	1.104
6	36	0.27	48	0.202	5.77	171	0.032	0.019	0.562
8	365	0.71	48	5.399	5.77	171	0.085	0.050	1.479
9	328	0.44	48	3.007	5.77	171	0.053	0.031	0.917
Σb	---	---	---	---	---	---	---	0.165	4.875
$\Sigma a+b$	---	---	---	---	---	---	---	0.287	6.934

$L.P.L.S. = (n \times R.P.L.S.)/Sa.$ % $L.P.L.S. = (L.P.L.S./P.) \times 100$. $R.L.S. = (n \times ks)/Sa.$ $I.G. = (P. \times R.L.S.) \times n$. $S.S.. \% I.G. = (I.G. \times 100)/P.$ % $R.P.L.S. = (I.G. \times 100)/L.P.$ Ks of S.S. are separated by L.S.

not correlate with production loss on system. The S.S.₃ reduced production loss (2.06 %) per L.S.₁ increasing in income gain (0.12 %) on system production. The loss of production per L.S.₇ was reduced by the S.S.₈ (1.48%), S.S.₅ (1.10%), S.S.₉ (0.92%), S.S.₄ (0.81%), and S.S.₅ (0.56 %), totaling 4.88 %. The loss reduction per L.S.₇ due to the solution factors S.S.₈, S.S.₅, S.S.₄, S.S.₉, and S.S.₆, increasing in income gain (0.05, 0.04, 0.03, 0.03, and 0.02 %, respectively), totaling 0.17 %. The total reduction in production loss due to loss sources (L.S.₁ and L.S.₇) was 6.93 %, with an increase on system productivity of 0.29% due to solution sources cited above (tables 2, 3).

The percentage of importance indice (% I.I.) was effective in identifying of loss sources on system (eg., reduction on production), being simpler than a Crop Life Table (Da Silva *et al.* 2017), but this indice does not replace a Crop Life Table. The use of % I.I. is for cases (eg. natural system, cerrado) in which it is not possible to evaluate all flowers and fruits of all plants in the experimental useful plot, identifying the factors of plant loss, as done by Crop Life Table (Da Silva *et al.* 2017). Parameters of Life Table supply reliable information, eg. reproductive potential and mortality factors of species (Henderson and Southwood 2016). Fruit production and arthropods (leaves, flowers, and fruits) data, used to test % I.I., were obtained on *Caryocar brasiliense* Camb. (Caryocaraceae) trees, over 3 m high, randomly, in cerrado areas, in three years, monthly (Leite *et al.* 2006, 2012, 2016, 2017). Flowers and fruits were evaluated on some tree

de producción en el sistema. La F.S.₃ redujo la pérdida de producción (2.06%) por F.P.₁ aumentando la ganancia de ingresos (0.12%) en la producción del sistema. La pérdida de producción por F.P.₇ se redujo por la F.S.₈ (1.48%), F.S.₅ (1.10%), F.S.₉ (0.92%), F.S.₄ (0.81%) y F.S.₅ (0.56%), totalizando 4.88%. La reducción de pérdidas por L.S.₇ debido a los factores de solución F.S.₈, F.S.₅, F.S.₄, F.S.₉ y F.S.₆, aumentando la ganancia de ingresos (0.05, 0.04, 0.03, 0.03 y 0.02%, respectivamente), totalizando 0.17 %. La reducción total en la pérdida de producción debido a las fuentes de pérdida (F.P.₁ y F.P.₇) fue del 6.93%, con un aumento en la productividad del sistema del 0.29% debido a las fuentes de solución citadas anteriormente (tablas 2, 3).

El índice de porcentaje de importancia (% I.I.) fue efectivo para identificar las fuentes de pérdida en el sistema (ej., reducción en la producción), siendo más simple que una Tabla de Vida del Cultivo (Da Silva *et al.* 2017), pero este índice no reemplaza una Tabla de Vida del Cultivo. El uso del % I.I. es para casos (por ejemplo, sistema natural, cerrado) en los que no es posible evaluar todas las flores y frutos de todas las plantas en la parcela útil experimental, identificando los factores de pérdida de plantas, como lo hecho en la Tabla de Vida del Cultivo (Da Silva *et al.* 2017). Los parámetros de la tabla de vida proporcionan información confiable, ej. potencial reproductivo y factores de mortalidad de las especies (Henderson y Southwood 2016). Los datos de producción de frutos y artrópodos (hojas, flores y frutos), utilizados para probar el % I.I., se obtuvieron en árboles de *Caryocar brasiliense* Camb. (Caryocaraceae), con más de 3 m de altura, al azar, en

branches and then estimated the total per tree (Leite *et al.* 2006), thus, the use of this indice is for cases where it is not possible to use a Crop Life Table.

The % I.I. was, also, effective in identifying solution sources on system (eg., increasing production), similar to an Ecological Life Table (Henderson and Southwood 2016). The % I.I. does not replace an Ecological Life Table (Henderson and Southwood 2016). The use of % I.I. is for cases (eg. natural system, cerrado) in which it is not able to mark and monitor the animal (eg., pest insects), identifying the cause of its mortality, as done by Ecological Life Table (Henderson and Southwood 2016). Insect pest rearing, detailed field studies, time and researchers trained to identify and quantify the control of natural factors daily until the insect pest life cycle is complete, are the major steps to determine the parameters of a Life Table of pest insects (Da Silva *et al.* 2017). The evaluation of herbivorous insects and their natural enemies, including spiders, on *C. brasiliense* trees, was not individually during their lives (Leite *et al.* 2012, 2016, 2017), nor would it be possible due to the height of these plants in cerrado areas. But, with the application of this indice, it was possible to determine the effects of these natural enemies on herbivores and fruit production per tree on natural system.

The % I.I. separated the loss sources (eg., L.S.₁ = 85.06%) on production reduction (eg., 5.89%) and the solution sources (eg., S.S.₅ = 54.18%) with total income gain (eg., 0.29%) on system, with the possibility to calculate, monetarily, these losses or effectiveness of the solutions. The % I.I. can help, as example, to determine which pests, eg. exotic mammals, insects, plant diseases, and weeds, cause the biggest problems in plant production and the best control methods (eg., biological control) are more harmful or effective on system (eg., crops) and how much money is lost or saved. Here it is shown the percentage of I.I. is an indice to detect the loss or solution key-sources on a system, doing it possible to obtain of loss and income gain on some knowledge areas.

Conflict of interest

The author declares that there are no conflicts of interests

Author's contribution

Original idea, experimental design, conducting the experiment, writing the manuscript

áreas de cerrado, en tres años, mensualmente (Leite *et al.* 2006, 2012, 2016, 2017). Se evaluaron flores y frutos en algunas ramas de árboles y luego se estimó el total por árbol (Leite *et al.* 2006), por lo que el uso de este índice es para los casos en los que no es posible usar la Tabla de Vida del Cultivo.

El % I.I. fue, también, efectivo en la identificación de fuentes de solución en el sistema (ej., aumentando la producción), similar a una Tabla de Vida Ecológica (Henderson y Southwood 2016). El % I.I. no reemplaza una Tabla de Vida Ecológica (Henderson y Southwood 2016). El uso del % I.I. es para casos (ej., sistema natural, cerrado) en los que no es capaz de marcar y monitorear al animal (ej., insectos plaga), identificando la causa de su mortalidad, como se hizo con la Tabla de Vida Ecológica (Henderson y Southwood 2016). La cría de plagas de insectos, estudios de campo detallados, tiempo e investigadores capacitados para identificar y cuantificar el control de los factores naturales diariamente hasta que se complete el ciclo de vida de la plaga de insectos, son los pasos principales para determinar los parámetros de una Tabla de Vida de insectos plaga (Da Silva *et al.* 2017). La evaluación de insectos herbívoros y sus enemigos naturales, incluidas las arañas, en árboles de *C. brasiliense*, no fue individualmente durante su vida (Leite *et al.* 2012, 2016, 2017), ni sería posible debido a la altura de estas plantas en zonas cerradas. Pero, con la aplicación de este índice, fue posible determinar los efectos de estos enemigos naturales sobre los herbívoros y la producción de frutos por árbol en el sistema natural.

El % I.I. separó las fuentes de pérdida (ej., F.P.₁ = 85.06%) en la reducción de la producción (ej., 5.89%) y las fuentes de solución (ej., F.S.₅ = 54.18%) con la ganancia total de ingresos (ej., 0.29%) en el sistema, con posibilidad de calcular, monetariamente, estas pérdidas o efectividad de las soluciones. El % I.I. puede ayudar, por ejemplo, a determinar qué plagas, ej. mamíferos exóticos, insectos, enfermedades de plantas y malezas, causan los mayores problemas en la producción de plantas y los mejores métodos de control (ej., control biológico) son más dañinos o efectivos en el sistema (ej., cultivos) y cuánto dinero se pierde o se ahorra. Aquí se muestra el porcentaje del I.I. ,es un índice para detectar las fuentes clave de pérdida o solución en un sistema, haciendo posible la obtención de pérdidas y ganancias en algunas áreas del conocimiento.

Conflicto de intereses

No existe conflict de intereses

Contribución de los autores

Idea original, diseño de la investigación, conducción del experimento. Escritura del manuscrito

References

- Da Silva, E.M., Da Silva, R.S., Rodrigues-Silva, N., Milagres, C.C., Bacci, L. & Picanço, M.C. 2017. "Assessment of the natural control of *Neoleucinodes elegantalis* in tomato cultivation using ecological life tables". *Biocontrol Science and Technology*, 27(4): 1-14, ISSN: 0958-3157, DOI: <https://doi.org/10.1080/09583157.2017.1319911>.
- Krebs, C.J. 1998. Bray-Curtis cluster analysis [online]. Available: <http://biodiversity-pro.software.informer.com>, [May 2nd

- 2018].
- Henderson, P.A & Southwood, T.E.R. 2016. Ecological methods. Ed. John Wiley & Sons. Oxford, United Kingdom, p. 656, ISBN: 2015033630.
- Leite, G.L.D., Veloso, R.V.S., Zanuncio, J.C., Almeida, C.I.M., Ferreira, P.S.F., Fernandes, G.W. & Soares, M.A. 2012. "Habitat complexity and *Caryocar brasiliense* herbivores (Insecta; Arachnida: Araneae) ". Florida Entomologist, 95(4): 819-830, ISSN: 1938-5102, DOI: <https://doi.org/10.1653/024.095.0402>.
- Leite, G.L.D., Veloso, R.V.S., Zanuncio, J.C., Alonso, J., Ferreira, P.S.F., Almeida, C.I.M., Fernandes, G.W. & Serrão, J.E. 2016. "Diversity of Hemiptera (Arthropoda: Insecta) and their natural enemies on *Caryocar brasiliense* (Malpighiales: Caryocaraceae) trees in the Brazilian Cerrado". Florida Entomologist, 99(2): 239-247, ISSN: 1938-5102, DOI: <https://doi.org/10.1653/024.099.0213>.
- Leite, G.L.D., Veloso, R.V.S., Zanuncio, J.C., Azevedo, A.M., Silva, J.L., Wilcken, C.F. & Soares, M.A. 2017. "Architectural diversity and galling insects on *Caryocar brasiliense* trees". Scientific Reports, 7(1): 1-7, ISSN: 2045-2322, DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-017-16954-6>.
- Leite, G.L.D., Veloso, R.V.S., Zanuncio, J.C., Fernandes, L.A. & Almeida, C.I.M. 2006. "Phenology of *Caryocar brasiliense* in the Brazilian Cerrado region". Forest Ecology and Management, 236(2-3): 286-294, ISSN: 0378-1127, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2006.09.013>.
- SAEG (Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas). 2007. Version 9.1 [online]. Available from: <http://arquivo.ufv.br/saeg/>, [Consulted: June 30th, 2018].

Receiver: November 25, 2020

Accepted: April 15, 2021