# **Maksimuma entropijas analīze dzeņu sugu realizēto ekoloģisko nišu noteicošo vides parametru noskaidrošanai**

Sugu ģeogrāfiskās izplatības noskaidrošana, pamatojoties uz vidi raksturojošu informāciju vietās, kur suga ir sastopama, ir viena no zīmīgākajām analītiskās bioloģijas sastāvdaļām un tiek izmantota dabas aizsardzībā, rezervātu plānošanā, ekoloģijas, evolūcijas, epidemioloģijas, invazīvo sugu apsaimniekošanas un citās apakšnozarēs (Phillips et al. 2006).

Analītiskajā dabas aizsardzības bioloģijā šīs zināšanas ir sevišķi nozīmīgas – lai kādu sugu aizsargātu, vispirms ir nepieciešams noskaidrot, kur un kādēļ šī suga ir sastopama un populācija spējīga sevi uzturēt, t.i., noskaidrot tās realizēto ekoloģisko nišu. Samērā bieži ir pieejamas uzticamas ziņas par vietām, kurās sugas ir sastopamas, tomēr informācija par vietām, kurās sugas nav sastopamas, nav droša vai satur ievērojamu sistemātisko kļūdu attiecībā uz šo vietu ģeogrāfisko vai vidi raksturojošo parametru telpu (Phillips et al. 2009).

Šādu situāciju risināšanā sevišķi nozīmīgas ir datu analīzes metodes, kas spējīgas sniegt uzticamu informāciju, izmantojot tikai klātbūtnes ziņas. Lai gan salīdzinoši nesen izstrādāta, ekoloģiskās nišas analīzē par uzticamāko, ja atbilstoši izvērtēti konkurējošie modeļi (Warren et al. 2010; Warren, Seifert 2011), ir atzīta maksimuma entropijas analīze (Elith et al. 2011), kas pieejama brīvpieejas programmā *MaxEnt* (Phillips et al. 2006). Šī statistisko analīžu kopa ir izmantojama gan sistemātiski ievāktu, gan sabiedriskās zinātnes ietvaros iegūtu, gan abu datu kopu apvienojuma analīzēs, lai prognozētu dzīvotņu piemērotību sugām un skaidrotu to ietekmējošos vides apstākļus (Gomes et al. 2018).

Dzeņu sugu aizsardzības plāna ietvaros ir īstenota maksimuma entropijas analīze ar programmas *MaxEnt* 3.4.1. versiju, analizējot septiņu sugu – mazā dzeņa *Dryobates minor*, vidējā dzeņa *Leiopicus medius*, baltmugurdzeņa *Dendropcopos leucotos*, dižraibā dzeņa *Dendrocopos major*, trīspirkstu dzeņa *Picoides tridactylus,* melnās dzilnas *Dryocopus martius* un pelēkās dzilnas *Picus canus* – novērojumu ziņas saistībā ar 22-24 vidi raksturojošiem ekoģeogrāfiskajiem mainīgajiem (to apraksti 2. pielikumā).

## ***Klātbūtnes novērojumi***

Pirms dzeņu sugu aizsardzības plāna izstrādes uzsākšanas ir īstenots projekts, kura ietvaros apkopotas ziņas no dažādiem informācijas avotiem – individuālu ornitologu lauka piezīmēm, dažādu teritoriju ligzdojošo putnu atlantiem, dabas vērtību inventarizācijām, dabas novērojumu portāla Dabasdati.lv un dabas datu pārvaldības sistēmas “OZOLS”, aprakstītas un iesniegtas Dabas aizsardzības pārvaldei ģeoreferencētā datubāzē. Šīs ziņas ir izmantotas kā pamats uzticamas informācijas atlasei ekoloģiskās nišas analīzēm.

Lai samazinātu ietekmi vietām, kurās vide ir krasi mainījusies, izmantoti tikai nesenākie novērojumi (izejas datu bāze ir veidota apvienojot novērojumus kopš 1980. gada), kuru atrašanās vietās nav norisinājušās krasas ainavas izmaiņas kopš novērojuma gada. Lai izvairītos no signāla piesārņojuma, kuru var sniegt ar ligzdošanas iecirkni nesaistīti putni, katrai sugai atlasīti tikai tie novērojumi, kas iekļaujas sugai specifiskā ar ligzdošanas teritoriju ciešas saistības laikā (pamatojoties uz M. Bergmaņa novērojumiem un informāciju plāna 1.2. nodaļā). Turklāt izmantoti tikai tie novērojumi, kurus ziņotājs ir aprakstījis kā ar ligzdošanu saistītus. Katrai sugai šie vispārīgie datu atlases kritēriji ir nedaudz atšķirīgi, tādēļ tie precizēti zemāk.

### ***Dzeņu sugas***

### *Mazais dzenis*

No pieejamās datu kopas (887 novērojumi) izmantoti tikai tie, kas ir veikti no 92. līdz 196. gada dienai. No šiem novērojumiem turpmākā atlasē iekļauti tie novērojumi, kas ir veikti kopš 2015. gada un attiecas uz vismaz iespējamas ligzdošanas ticamības pakāpi pēc starptautiskajiem ligzdojošo putnu atlantu kritērijiem (EBCC 2020) kā arī pierādītas ligzdošanas gadījumi kopš 2000. gada. Analīzēs iekļauto novērojumu skaits – 243.

Par labāko raksturojumu mazā dzeņa ekoloģiskajai nišai ir atzīts viens no komplicētākajiem modeļiem, kurā aditīvais parametru lineāro formu modelis ir papildināts ar šo parametru mijiedarbībām un papildus programmas analītiski izvēlētiem sliekšņa līmeņiem, no kuriem uz katru pusi ir atšķirīgas parametra mainības izpausmes uz vides piemērotību (LPTH; Phillips et al. 2006).

### *Vidējais dzenis*

No pieejamās datu kopas (2384 novērojumi) izmantoti tikai tie, kas ir veikti no 92. līdz 196. gada dienai. No šiem novērojumiem turpmākā atlasē iekļauti tie novērojumi, kas ir veikti kopš 2015. gada. No šiem novērojumiem izvēlēti tikai tie, kas atbilst vismaz ticamas ligzdošanas pakāpei pēc starptautiskajiem ligzdojošo putnu atlantu kritērijiem (EBCC 2020). Analīzēs iekļauto novērojumu skaits – 202.

Ekoloģiskās nišas analīzes gaitā par labāko vides raksturojumu vidējam dzenim ir atzīts modelis, kas raksturojams kā aditīvs parametru lineāro un kvadrātisko formu polinoms (LQ; Phillips et al. 2006).

### *Baltmugurdzenis*

No pieejamās datu kopas (2035 novērojumi) izmantoti tikai tie, kas ir veikti no 55. līdz 182. gada dienai. No šiem novērojumiem turpmākā atlasē iekļauti tie novērojumi Kurzemē, kas ir veikti pēc 2000. gada, pārējā Latvijas teritorijā kopš 2013. gada. No šiem novērojumiem izvēlēti tikai tie, kas atbilst vismaz ticamas ligzdošanas pakāpei pēc starptautiskajiem ligzdojošo putnu atlantu kritērijiem (EBCC 2020). Analīzēs iekļauto novērojumu skaits – 218.

Par labāko raksturojumu baltmugurdzeņa ekoloģiskajai nišai ir atzīts komplicētākais modelis, kurā aditīvais parametru lineāro un kvadrātisko formu polinoms ir papildināts ar šo parametru lineārajām mijiedarbībām un papildus programmas analītiski izvēlētiem sliekšņa līmeņiem, no kuriem uz katru pusi ir atšķirīgas parametra mainības izpausmes uz vides piemērotību (LQPTH; Phillips et al., 2006).

### *Dižraibais dzenis*

No pieejamās datu kopas (4373 novērojumi) izmantoti tikai tie, kas ir veikti no 92. līdz 196. gada dienai. No šiem novērojumiem turpmākā atlasē iekļauti tie novērojumi, kas ir veikti kopš 2015. gada. No šiem novērojumiem izvēlēti tikai tie, kas atbilst vismaz ticamas ligzdošanas pakāpei pēc starptautiskajiem ligzdojošo putnu atlantu kritērijiem (EBCC 2020). Analīzēs iekļauto novērojumu skaits – 228.

Ekoloģiskās nišas analīzes gaitā par labāko vides raksturojumu dižraibajam dzenim ir atzīts modelis, kas raksturojams kā aditīvs parametru lineāro un kvadrātisko formu polinoms (LQ; Phillips et al. 2006).

### *Trīspirkstu dzenis*

No pieejamās datu kopas (826 novērojumi) izmantoti tikai tie, kas ir veikti no 55. līdz 212. gada dienai. No šiem novērojumiem turpmākā atlasē iekļauti tie novērojumi, kas ir veikti kopš 2015. gada. No šiem novērojumiem izvēlēti tikai tie, kas atbilst vismaz ticamas ligzdošanas pakāpei pēc starptautiskajiem ligzdojošo putnu atlantu kritērijiem (EBCC 2020). Analīzēs iekļauto novērojumu skaits – 120.

Ekoloģiskās nišas analīzes gaitā par labāko vides raksturojumu trīspirkstu dzenim ir atzīts modelis, kas raksturojams kā aditīvs parametru lineāro un kvadrātisko formu polinoms (LQ; Phillips et al. 2006).

### *Melnā dzilna*

No pieejamās datu kopas (3089 novērojumi) izmantoti tikai tie, kas ir veikti no 60. līdz 182. gada dienai. No šiem novērojumiem turpmākā atlasē iekļauti tie novērojumi, kas ir veikti kopš 2015. gada. No šiem novērojumiem izvēlēti tikai tie, kas atbilst vismaz iespējamas ligzdošanas pakāpei pēc starptautiskajiem ligzdojošo putnu atlantu kritērijiem (EBCC 2020). Analīzēs iekļauto novērojumu skaits – 1179.

Ekoloģiskās nišas analīzes gaitā par labāko vides raksturojumu melnajai dzilnai ir atzīts modelis, kas raksturojams kā aditīvs parametru lineāro un kvadrātisko formu polinoms (LQ; Phillips et al. 2006).

### *Pelēkā dzilna*

No pieejamās datu kopas (2648 novērojumi) izmantoti tikai tie, kas ir veikti no 105. līdz 212. gada dienai. No šiem novērojumiem turpmākā atlasē iekļauti tie novērojumi, kas ir veikti kopš 2015. gada. No šiem novērojumiem izvēlēti tikai tie, kas atbilst vismaz ticamas ligzdošanas pakāpei pēc starptautiskajiem ligzdojošo putnu atlantu kritērijiem (EBCC 2020). Analīzēs iekļauto novērojumu skaits – 194.

Ekoloģiskās nišas analīzes gaitā par labāko vides raksturojumu pelēkajai dzilnai ir atzīts modelis, kas raksturojams kā aditīvs parametru lineāro un kvadrātisko formu polinoms (LQ; Phillips et al. 2006).

## ***Maksimālās entropijas analīzes iestatījumi un labākā modeļa izvēle***

Maksimuma entropijas analīzes sugu ekoloģiskās nišas aprakstīšanai pamatā ir informācijas par sugas klātbūtni nenoteiktības maksimizēšana vidē kopumā, lai risinātu saistību funkcijas ar vides aprakstiem varbūtības telpā variējošas nišas piemērotības iegūšanai (Elith et al. 2011). Ja analīzes telpa ir atbilstoša individuālas sugas ligzdošanas iecirknim un tā mainībai saistībā ar vides piemērotības mainību, rezultāts ir saistāms ar varbūtību sugas sastopamībai (Gomes et al. 2018), tomēr vispārīgā situācijā, neatkarīgi no analīzes izšķirtspējas, tās rezultāts apraksta vides piemērotību katrā analīzes šūnā un skaidro to veidojošo parametru nozīmi (Phillips et al. 2006). Lai to nodrošinātu, ir pieejamas dažādas statistisko modeļu parametrizācijas iespējas (Elith et al. 2011; Phillips et al. 2006; Phillips et al. 2009) un ir izstrādātas rekomendācijas nozīmīgākajām darbībām, lai nodrošinātu augstāku modeļu kvalitāti par to, kas ir iegūstama ar noklusējuma iestatījumiem (Warren et al. 2010; Warren and Seifert 2011).

Dzeņu sugu aizsardzības plāna ietvaros veiktās ekoloģiskās nišas analīzes ir īstenotas sekojot šīm rekomendācijām – katrai sugai ir izveidots 31 dažādas sarežģītības algoritms ar nejauši izvēlētām 10 iekšējās validācijas datu kopām no klātbūtnes ziņām un vides kopumā aprakstiem. Katrs no pārbaudes algoritmiem ir izvērtēts pēc informācijas teorijas principiem (Burnham, Anderson 2002), lietojot otrās pakāpes *Akaike* informācijas kritēriju (AICc) un prognozes spējas raksturojumu (omission rates) modeļa tiešajam rezultātam. Par labāko modeli ir atzīts tas, kuram ir mazākās (vidējās un ar standartnovirzi svērtās vidējās) AICc vērtības. Visiem modeļiem, kas par labākajiem tika atzīti pēc AICc vērtībām, bija arī labākās prognozes spējas. Pēc izvērtējuma turpmākai analīzei tika sagatavotas varbūtības telpai (cloglog) transformētas prognozes, ekstrapolācijā iejaucot MESS telpiskās autokorelācijas ierobežošanai. Jebkurā modelī iekļautajiem vides aprakstiem nepastāv multikolinearitāte ne visas valsts, ne sugas sastapšanas vietu līmenī (VIF<5).

Visas analīzes ir veiktas, risinot nenoteiktību sugas klātbūtnei un attiecinot sugas sastapšanas vietas pret vidi kopumā. Apraksti videi kopumā ir iegūti no programmas ģenerētiem nejaušās atlases punktiem, sekojot autoru iestrādātajiem sistemātiskās kļūdas samazināšanas ieteikumiem (Phillips et al. 2009), katrā no desmit iekšējās validācijas risinājumiem. Katrai no sugām vides aprakstu veidojošo punktu skaits ir atšķirīgs:

* mazajam dzenim – 10190 līdz 10193 vietas katrā no 10 iekšējās validācijas sesijām katram no algoritmiem;
* vidējam dzenim – 10148 līdz 10150 vietas katrā no 10 iekšējās validācijas sesijām katram no algoritmiem;
* baltmugurdzenim – 10151 līdz 10152 vietas katrā no 10 iekšējās validācijas sesijām katram no algoritmiem;
* dižraibajam dzenim – 10184 līdz 10187 vietas katrā no 10 iekšējās validācijas sesijām katram no algoritmiem;
* trīspirkstu dzenim – 10081 līdz 10083 vietas katrā no 10 iekšējās validācijas sesijām katram no algoritmiem;
* melnajai dzilnai – 10781 līdz 10787 vietas katrā no 10 iekšējās validācijas sesijām katram no algoritmiem;
* pelēkajai dzilnai – 10155 līdz 10157 vietas katrā no 10 iekšējās validācijas sesijām katram no algoritmiem.

Katras sugas ekoloģiskās nišas analīzē ir lietots nedaudz atšķirīgu vides stāvokli aprakstošu parametru kopums. Tie ir uzskaitīti šī pielikuma pirmajā tabulā, sniedzot katra parametra ietekmes uz modeļa nišas specializāciju apmācības. Tā kā specializācija ir tikai viena no maksimālās entropijas analīzes statistiskajām dimensijām (Phillips et al. 2006), rekomendēta individuālu parametru izpausmju izpēte kopējā modelī sistēmai atrodoties maksimālās entropijas stāvoklī pārējiem parametriem (Warren, Seifert 2011). 1.2. nodaļā skaidrotas katrai sugai nozīmīgākās ekoloģisko nišu raksturojošo parametru ietekmes. Lai uzlabotu modeļu konverģenci, vides mainīgie ir transformēti, izmantojot *Box-Cox* pieeju (Sokal, Rohlf 1995). Tā kā šī transformācija krasi maina vērtības, saglabājot mazāko un lielāko vērtību kā mazāko un lielāko, un pielīdzinot vidējo un mediānu, sugu ekoloģiskās nišas aprakstu nodaļās attēlos nav sniegtas parametru vērtības. Interesējošās vērtības ir pielīdzināmas no parametru aprakstu tabulas (3. pielikums) pēc novietojuma attiecībā pret mazāko, vidējo un lielāko vērtību grafikos. Atpakaļ transformēšana šai metodei netiek ierosināta (Sokal, Rohlf 1995; Zuur et al. 2007).

*1. tabula.*

*Biotopu piemērotības modeļos iekļautie vides ekoģeogrāfiskie mainīgie un to relatīvā ietekme uz nišas specializācijas dimensiju (Phillips et al. 2006; Warren and Seifert 2011) labākajā modelī. Parametru skaidrojums sniegts plāna 3. pielikumā*

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Ekoģeogrāfiskais mainīgais | Baltmugur-dzenim | Dižraibajam dzenim | Vidējam dzenim | Mazajam dzenim | Melnajai dzilnai | Pelēkajai dzilnai | Trīspirkstu dzenim |
| Apses īpatsvars mežaudžu krājā 25ha ainavā | - | 2,5 | 1,3 | 2,4 | 0,4 | 0,8 | - |
| Ar kokiem klātās platības 25ha ainavā | 5,6 | 5,2 | 1,6 | 2,6 | 8,8 | 6,4 | 3,9 |
| Egles īpatsvars mežaudžu krājā 25ha ainavā | 2,4 | 0,3 | 0,6 | 2,6 | 0,3 | 2 | 4,8 |
| Izcirtumu un jaunaudžu, kas zemākas par 5m, platība 490ha ainavā | 3,9 | 20 | 2,7 | 15,6 | 5,1 | 2,4 | 0,5 |
| Jauktu koku pieaugušu un pāraugušu mežaudžu platība 490ha ainavā | 1,3 | 4,2 | 0,1 | 1,3 | 0,5 | 1,2 | 19,4 |
| Jauktu koku vidēja vecuma un briestaudžu platība 490ha ainavā | 2,1 | 0,3 | 0,2 | 1,2 | 0,7 | 0,1 | 1,1 |
| Jaunaudžu virs 5m augstumā un krūmāju platība 490ha ainavā | 1,7 | 0,2 | 0,9 | 2,8 | 0,1 | 1,3 | 1 |
| Laiks kopš pēdējā ar koku ciršanu vai stādīšanu saistītā traucējuma mežaudzēs 25ha ainavā | 6,3 | 3,2 | 0,1 | 1,4 | 9,1 | 1,2 | 3 |
| Lielākais koku diametrs 25ha ainavā | 0,3 | 4,7 | 0,2 | 0,5 | 0,1 | 0,1 | 0 |
| Mitrāju platība 25ha ainavā | 7,3 | 1,1 | 0 | 2 | 0,1 | 5,7 | 0,1 |
| Parku, kapu ar kokiem un aleju platība 25ha ainavā | - | 7,2 | 35,5 | 7,7 | - | 22,8 | - |
| Platlapju īpatsvars mežaudžu krājā 25ha ainavā | 4,9 | 4,7 | 22 | 3,9 | 0,1 | 24,1 | 1 |
| Platlapju pieaugušu un pāraugušu mežaudžu platība 490ha ainavā | 8 | 0,2 | 15,2 | 6 | 1,7 | 4,3 | 1,1 |
| Platlapju vidēja vecuma un briestaudžu platība 490ha ainavā | 3,4 | 0,7 | 0,9 | 2,4 | 0,2 | 0,1 | 0,3 |
| Priedes īpatsvars mežaudžu krājā 25ha ainavā | 5,2 | 11,5 | 1,9 | 3,1 | 22,4 | 2,2 | 0,1 |
| Skujkoku pieaugušu un pāraugušu mežaudžu platība 490ha ainavā | 1,9 | 4,8 | 0,2 | 1,5 | 14 | 2,2 | 9,6 |
| Skujkoku vidēja vecuma un briestaudžu platība 490ha ainavā | 4,9 | 1 | 2,5 | 1,8 | 2,2 | 0,4 | 0,1 |
| Šaurlapju īpatsvars mežaudžu krājā 25ha ainavā | 2,6 | 2,8 | 0,7 | 1,3 | 0,4 | 0,5 | 0,4 |
| Šaurlapju pieaugušu un pāraugušu mežaudžu platība 490ha ainavā | 14,1 | 0,6 | 1 | 1 | 0 | 11,2 | 0,6 |
| Šaurlapju vidēja vecuma un briestaudžu platība 490ha ainavā | 1,4 | 0,8 | 0,8 | 1,6 | 3,6 | 0,2 | 0 |
| Ūdensobjektu platība 25ha ainavā | 4,8 | 0,3 | 1 | 5,5 | 0,6 | 3,3 | 0,1 |
| Vecākās mežaudzes vecuma novirzes no cirtmeta īpatsvars no cirtmeta 25ha ainavā | 0,8 | 1,3 | 0,1 | 1 | 2,1 | 0,3 | 8,9 |
| Vidējais mežaudzes vecuma novirzes no cirtmeta īpatsvars no cirtmeta 25ha ainavā | 10,6 | 7,6 | 2,6 | 12,8 | 0,1 | 1,3 | 1,1 |
| Zālāji, lauksaimniecībā izmantojamās zemes un meža lauces 25ha ainavā | 6,5 | 14,9 | 7,9 | 18,1 | 27,6 | 6 | 42,9 |

## ***Literatūra***

Burnham K.P., Anderson,D.R., 2002. Model Selection and Multimodel Inference: A Practical Information-Theoretic Approach (2nd ed), Ecological Modelling. doi:10.1016/j.ecolmodel.2003.11.004

EBCC 2020. Atlas codes [WWW Document]. European Breeding Bird Atlas. URL https://www.ebba2.info/atlas-codes/ (accessed 1.29.20).

Elith J., Phillips S.J., Hastie T., Dudík M., Chee Y.E., Yates C.J. 2011. A statistical explanation of MaxEnt for ecologists. Diversity and Distributions 17, 43–57. doi:10.1111/j.1472-4642.2010.00725.x

Gomes V.H.F., IJff S.D., Raes N., Amaral I.L., Salomão R.P., de Souza Coelho L., de Almeida Matos F.D., Castilho C. V., de Andrade Lima Filho D., López D.C., Guevara J.E., Magnusson W.E., Phillips O.L., Wittmann F., de Jesus Veiga Carim M., Martins M.P., Irume M.V., Sabatier D., Molino, J.-F., Bánki O.S., da Silva Guimarães J.R., Pitman N.C.A., Piedade M.T.F., Mendoza A.M., Luize B.G., Venticinque,E.M., de Leão Novo E.M.M., Vargas P.N., Silva T.S.F., Manzatto A.G., Terborgh J., Reis N.F.C., Montero J.C., Casula K.R., Marimon B.S., Marimon B.-H., Coronado E.N.H., Feldpausch T.R., Duque A., Zartman C.E., Arboleda N.C., Killeen T.J., Mostacedo B., Vasquez R., Schöngart J., Assis R.L., Medeiros M.B., Simon M.F., Andrade A., Laurance W.F., Camargo J.L., Demarchi L.O., Laurance S.G.W., de Sousa Farias E., Nascimento H.E.M., Revilla J.D.C., Quaresma A., Costa F.R.C., Vieira I.C.G., Cintra B.B.L., Castellanos H., Brienen R., Stevenson P.R., Feitosa Y., Duivenvoorden J.F., Aymard C., G.A., Mogollón H.F., Targhetta N., Comiskey J.A., Vicentini A., Lopes A., Damasco G., Dávila N., García-Villacorta R., Levis C., Schietti J., Souza P., Emilio T., Alonso A., Neill D., Dallmeier F., Ferreira L.V., Araujo-Murakami A., Praia D., do Amaral D.D., Carvalho F.A., de Souza F.C., Feeley K., Arroyo L., Pansonato M.P., Gribel R., Villa B., Licona J.C., Fine P.V.A., Cerón C., Baraloto C., Jimenez E.M., Stropp J., Engel J., Silveira M., Mora M.C.P., Petronelli P., Maas P., Thomas-Caesar R., Henkel T.W., Daly D., Paredes M.R., Baker T.R., Fuentes A., Peres C.A., Chave J., Pena J.L.M., Dexter K.G., Silman M.R., Jørgensen P.M., Pennington T., Di Fiore A., Valverde F.C., Phillips J.F., Rivas-Torres G., von Hildebrand P., van Andel,T.R., Ruschel A.R., Prieto A., Rudas A., Hoffman B., Vela C.I.A., Barbosa E.M., Zent E.L., Gonzales G.P.G., Doza H.P.D., de Andrade Miranda I.P., Guillaumet J.-L., Pinto L.F.M., de Matos Bonates L.C., Silva N., Gómez R.Z., Zent S., Gonzales T., Vos V.A., Malhi Y., Oliveira A.A., Cano A., Albuquerque B.W., Vriesendorp C., Correa D.F., Torre E.V., van der Heijden G., Ramirez-Angulo H., Ramos J.F., Young K.R., Rocha M., Nascimento M.T., Medina M.N.U., Tirado M., Wang O., Sierra R., Torres-Lezama A., Mendoza C., Ferreira C., Baider C., Villarroel D., Balslev H., Mesones I., Giraldo L.E.U., Casas L.F., Reategui M.A.A., Linares-Palomino R., Zagt R., Cárdenas S., Farfan-Rios W., Sampaio A.F., Pauletto D., Sandoval E.H.V., Arevalo F.R., Huamantupa-Chuquimaco I., Garcia-Cabrera K., Hernandez L., Gamarra L.V., Alexiades M.N., Pansini S., Cuenca W.P., Milliken,W., Ricardo J., Lopez-Gonzalez G., Pos E., ter Steege H. 2018. Species Distribution Modelling: Contrasting presence-only models with plot abundance data. Scientific Reports 8, 1003. doi:10.1038/s41598-017-18927-1

Phillips S.J., Dudik M., Elith J., Graham C.H., Leathwick J., Ferrier S., Applications S.E., Jan N., Phillips S.J., Dud M., Elith J., Graham C.H., Lehmann A., Leathwick J., Ferrier S. 2009. Sample Selection Bias and Presence-Only Distribution Models: Implications for Background and Pseudo-Absence Data. Ecological Applications 19, 181–197.

Phillips S.J., Anderson R.P., Schapire R.E. 2006. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. Ecological Modelling 190: 231-259.

Sokal R.R., Rohlf F.J.J. 1995. Biometry: the principles and practice of statistics in biological research, 3rd editio. ed. W.H. Freeman and Company.

Warren D.L., Glor R.E., Turelli M. 2010. ENMTools: A toolbox for comparative studies of environmental niche models. Ecography 33, 607–611. doi:10.1111/j.1600-0587.2009.06142.x

Warren D.L., Seifert S.N. 2011. Ecological niche modeling in Maxent: the importance of model complexity and the performance of model selection criteria C ommunications C ommunications. Ecological Applications 21, 335–342. doi:10.1890/10-1171.1

Zuur A.F., Ieno E.N., Smith G.M. 2007. Analysing Ecological Data. Springer.