

# VATTNETS ROLL I TCHADS JORDBRUKSPRODUKTION – METODER FÖR FÖRBÄTTRAD ANALYS AV JORDBRUKSFÖRÄNDRING

## THE ROLE OF WATER IN CROP PRODUCTION IN CHAD – METHODS FOR IMPROVED ANALYSIS OF AGRICULTURAL CHANGE



*Erik Nilsson, Teknisk vattenresurslära, Lunds Universitet, Box 118, 221 00 Lund  
E-post: erik.nilsson@tvrl.lth.se*

### **Sammanfattning**

Jordbruk utgör den största ekonomiska sektorn och har den högsta sysselsättningsgraden i Tchad. Samtidigt så genomgår den hastiga förändringar på grund av populationsökning, institutionella reformer, konflikter i grannländerna, ökande globaliserade handelsnätverk, samt miljöförändringar. Men trots dess betydelse för lokala uppehållen och ekonomisk tillväxt, så är de specifika förändringsmönstrena och deras drivkrafter i jordbrukssektorn dåligt förstådda. Den här artikeln sammanfattar det rådande kunskapsläget om förändringsprocesserna inom jordbrukssektorn i Tchad och deras drivkrafter, samt de forskningsmetoder som används för att adressera dem. Den visar att en stor andel av förändringsprocesserna i dagsläget förblir oförklarade, vilket kräver förbättrade forsknings- och datahanteringsmetoder. Avslutningsvis så presenteras ett ramverk för hur en sådan förbättring kan realiseras.

*Nyckelord:* Jordbruksproduktion, Tchad, vatten, uppehållen, datahantering

### **Abstract**

Agriculture constitutes the largest economic sector and professional occupation in Chad, and is undergoing rapid changes due to processes of population increase, institutional reforms, conflicts in neighbouring countries, increasingly globalized trade networks, and environmental changes. But despite their importance for livelihoods and economic growth, the specific patterns and drivers of change in the agricultural sector are however poorly understood. This article summarizes the current state of knowledge about the processes of change in the agricultural sector in Chad and their drivers, as well as the research methods used to address them. It shows that a large part of the processes of change remain unexplained, which requires improved research- and data management methods. Finally, a framework is presented on how to realize such improvements.

*Keywords:* Crop production, Chad, water, livelihoods, data management

## Introduktion

Jordbruk och dess koppling till vattentillgänglighet är en central del i livsuppehållen, ekonomisk utveckling, och matsäkerhet i Tchad och dess grannländer. Vanligtvis bidrar jordbrukssektorn med 45–60 % av den ekonomiska produktionen, och är det främsta livsuppehållet för 25 % av befolkningen (INSEED, 2012; World Bank, 2018). En försvårande aspekt i hanteringen och optimeringen av jordbrukssektorn är att den är känslig för säsons- och årsvariationer i dess underliggande drivkrafter, däribland vattentillgänglighet, vilket skapar osäkerhet och ökade risker, som i sin tur leder till ett stagnerande investerings- och innovationslandskap. Som ett resultat av det här så är resurseffektiviteten och jordbruksskördarna ovanligt låga jämfört med andra regioner, och jordbrukssektorn utvecklas främst genom expansiva processer (Nilsson och Uvo, 2018). Trots den prioritet som jordbruksutveckling har getts under långa perioder av både Tchads regering och utländska utvecklingsorganisationer, så är förståelsen för, samt förmågan att hantera, variationerna i jordbruksproduktion låg (IRAM-ADE, 2016; Nilsson, 2018;

République du Tchad, 2017). Detta är främst på grund av tre anledningar. Först, eftersom jordbrukssektorn främst utgörs av småskaliga och ofta oberoende verksamheter så finns det en hög grad av komplexitet. Den här komplexiteten spås på ytterligare genom att produktionskapaciteten utgörs av en rad miljö- och samhällsekonomiska faktorer, där vattentillgänglighet endast utgör en del. Och till sist så försvåras all analys av jordbrukssektorn av att datatillgängligheten i många fall är låg eller inte tillförlitlig. Även om Tchads regering främst söker praktiskt inriktade och storskaliga investeringsprojekt, så finns det därmed tydliga behov av en ökad kunskapsnivå rörande variationerna i jordbruksproduktionen. En ökning av sådan kunskap skulle möjliggöra en förbättrad säsongsvis planering av jordbruksprogram och mathjälp, samt underlätta identifieringen av interventioner för ökade och stabiliserade skördar. Möjligheterna att kanalisera resurser för en förbättrad förståelse av variationer i jordbruksproduktionen i Tchad ökar i dagsläget till följd av den uppmärksamhet som klimat-, miljö-, och vattenrelaterade frågor kopplade till naturresurser och markanvändning ges inom politik och

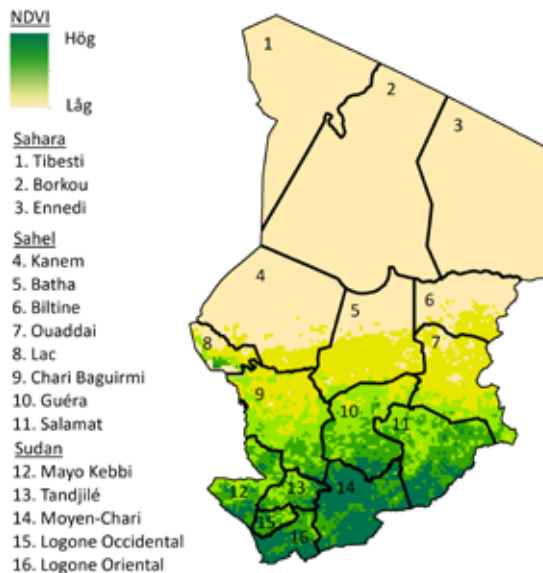


Fig. 1 – Normalized Difference Vegetation Index (NDVI), ekologiska zoner, och administrativa regioner i Tchad (NDVI data för Juli 2015, se Pinzon och Tucker 2014)

forskning. Den här artikeln presenterar den rådande kunskapen om variationerna i jordbruksproduktionen i Tchad, och introducerar ett ramverk för hur forskningen om jordbruksförändring kan avanceras och finansieras.

### Variationer inom Tchads jordbruk

De ekologiska områdena i Tchad täcker Sahara-öken i norr, semiöken och savann i Sahelbandet i mitten, samt en övergång från torr till humid savann i Sudanområdet i syd (se Figur 1). Eftersom livsuppehållena främst är engagerade i markanvändning eller djurhållning så följer de distinkta geografiska mönster, med främst nomadisk djurhållning i norr och en ökad jordbruksintensitet mot syd.

Figur 2 visar hur arealen och skörden för spannmålsproduktionen i Sahel- och Sudan-regionerna har förändrats över de senaste 30 åren (Nilsson och Uvo, 2018). Utöver de tydliga interannuella variationerna i både areal och skörd så framgår markanta ökningarna i både areal och skörd. Den starkare ökningen i areal än skörd har under den här perioden resulterat i att ca 80 % av ökningen i produktion är på grund av arealökningen.

I övergripande termer kan den här expansiva förändringsprocessen förstås som ett resultat av en hög grad av osäkerhet och risk inför produktionsutfallet för varje växtsäsong, sammankopplat med hög befolkningstillväxt och god landtillgång. En analys av jordbrukets förändringsmönster på en mer detaljerad spatial nivå har även visat att det som ser

ut som gradvisa och linjära trendökningar i Figur 2 i själva verket främst utgörs av kombinationer av abrupta brytpunkter, där tids- och platsspecifika förändringar skapar nya normaltillstånd för jordbrukssystemen som sedan bibehålls de kommande åren (Nilsson och Uvo, 2018). En konsekvens av det här är att jordbrukets förändringsprocesser och variationer måste förstås som icke-linjära, och därmed identifieras och hanteras på en mer detaljerad nivå än vad stabila linjära processer skulle kräva.

### Jordbrukets drivkrafter

Drivkrafterna kan identifieras till både de markanta variationerna i jordbruksproduktionen och de abrupta förändringarna bakom den långsiktiga utvecklingen. Då jordbruket främst är regnvattenbaserat, med liten andel bevattningssystem, möjliggör det en utvärdering av regnsäsongens roll bakom både mellanårliga variationer och långsiktiga trender. Figur 3 sammanfattar till vilken grad satellituppskattat jordvattentillgänglighet kan förklara de interannuella variationerna på regional skala de senaste 20 åren.

Figur 3 visar att förklaringskapaciteten skiljer sig för olika regioner, att vissa regioners produktionsvariationer är väl identifierade ( $X R^2 \geq 50$ ), men även att stora delar av de produktionsvariationerna på regional skala förblir oförklarade (Nilsson et al., 2019a). En tolkning av de här resultaten är att förklaringsgraden begränsas av påverkan från exkluderade faktorer, t.ex. detaljerad information om skadeinsekter, förändrade jordbruksmetoder,

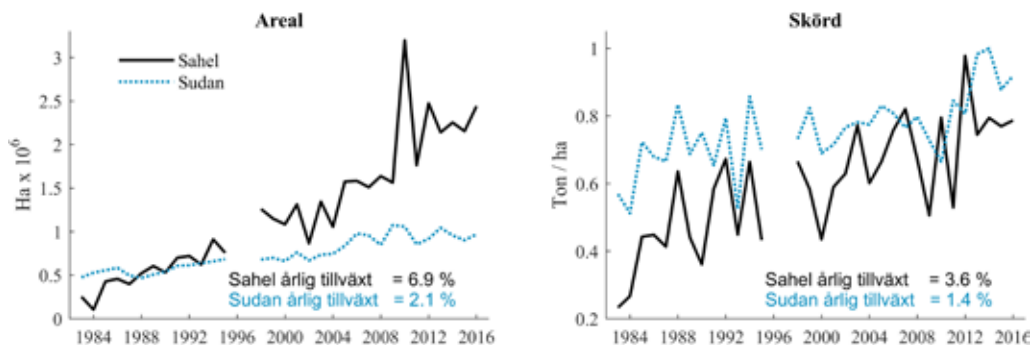


Fig. 2 – Areal och skörd av spannmål i Sahel- och Sudan-regionerna i Tchad 1983-2016 (Nilsson och Uvo, 2018)

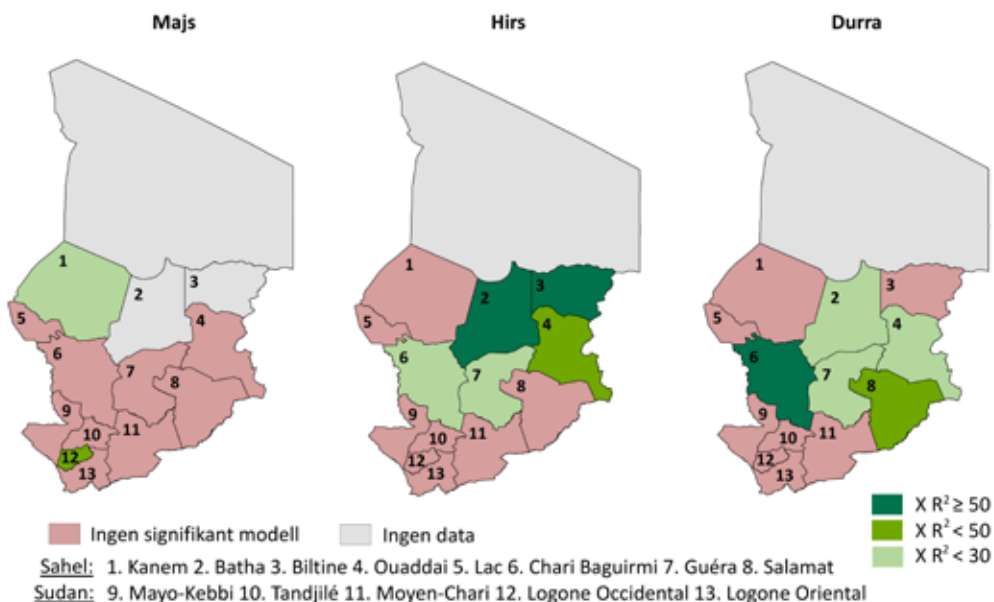


Fig. 3 – Förklaringsgrad från jordvattentillgänglighet till interannuella variationer i regional jordbruksproduktion.  $X R^2$  = kross-validerad determinationskoefficient (se Nilsson et al., 2019a).

marknadspriser, och lokala politiska beslut, som gör att relationen till vattentillgänglighet förändras över tid på ett okänt sätt. En annan faktor är att datakvaliteten, både för jordbruket och vattentillgängligheten, har låg precision eller kan innehålla fel.

Ett sätt att adressera potentiellt exkluderade faktorer är att öka datatäckningen, genom att inkludera de matsäkerhets- och projektrapporter som genereras från de ca 140 utvecklingsorganisationer aktiva i Tchad (OCHA, 2018). Dessa rapporter genereras både för att bevaka matsäkerhet och hälsoaspekter, planera humanitära insatser, men även för att utvärdera pågående projekt och politiska program. Samtidigt som dessa rapporter tillsammans ger en god täckning av händelser och drivkrafter inom den rurala sektorn, så begränsas den analytiska potentialen av att innehållet främst är textbaserat med varierande innehåll, form, och användningsfokus. Användandet av rapporternas informationsrikedom blir därmed tydligt tidsbegränsat, vilket har resulterat i ett sparsamt användande i jordbruksrelaterad forskning, som istället

ofta har fokuserat på lättillgänglig agronomisk och klimatologisk data. Rapportinnehållet lämpar sig därmed bäst för väldefinierade forskningsfrågor inom specifika platser och tidpunkter. Figur 4 visar ett exempel på hur sådan information kan komplimentera de korrelationsbaserade statistiska sambanden mellan jordvattentillgänglighet och jordbruksproduktion från Figur 3.

I exemplet i Figur 4 så ges en närmast fullständig bild av drivkrafterna bakom produktionsvariationerna, vilket öppnar upp för både effektiva övervakningsprogram och interventionsstrategier, medan fortsatt och förbättrad forskning är nödvändig för att erhålla liknande förklaringsgrader i övriga regioner.

Ett problem med förklaringsgraden till produktionsvariationerna i Figur 3 och 4 är att de långgående trenderna, som tydligt syns in Figur 2, är borttagna genom en statistisk analys för att isolera variations sambanden. För att vara praktiskt implementerbara, och då trenderna främst drivs av icke-linjära processer, så behöver drivkrafterna bakom trenderna identifieras och till viss del kunna för-

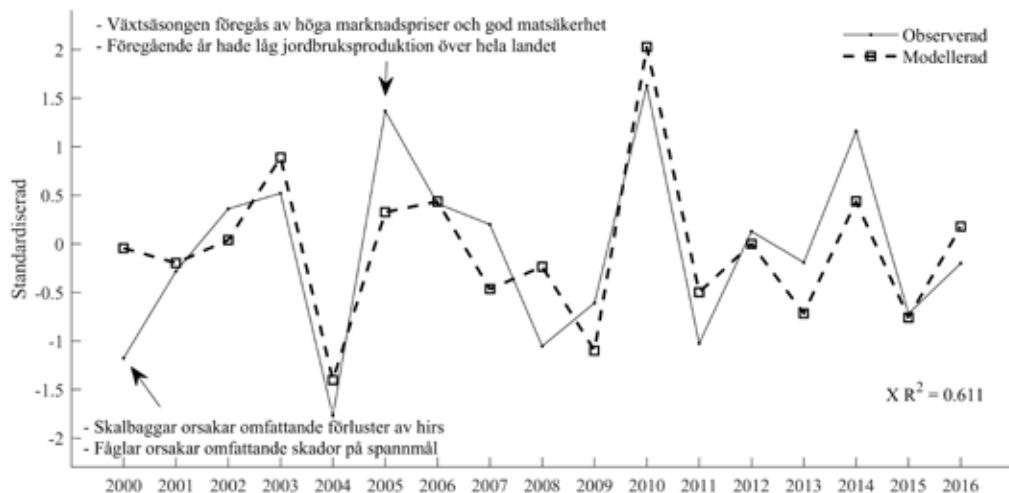


Fig. 4 – Korrelation mellan jordvattentillgänglighet och jordbruksproduktion för hirs i Batha, samt rapportbaserad information för avvikande produktionsmönster. Observera att trender i jordbruksdatan är borttagna för att isolera variabilitetsmönstret (se Nilsson et al., 2019a).

utses. Drivkrafterna bakom trenderna kan inledningsvis delas upp i graduella och abrupta faktorer, som öppnar upp för olika associeringsmetoder och användningsområden. Vanligt förekommande graduella faktorer i ekonomier baserade på lågintensiva och småskaliga jordbruk är: befolkningstillväxt, rural befolkningstäthet, urbanisering, ekonomisk tillväxt, och utvecklingsbistånd. En utvärdering av dataset kopplade till de här faktorerna visade att både totalt befolkningsantal, jordbruksengagerad befolkning, samt total mängd utvecklingsbistånd var starka faktorer bakom skillnaderna i långsiktig jordbruksutveckling mellan de olika regionerna i Tchad (Nilsson et al., 2019b).

Abrupta faktorer kan sedan användas för att ge en mer detaljerad bild av hur den långsiktiga jordbruksutvecklingen sker. Genom att undersöka särskilda händelser under de år och växtsäsonger där jordbruksproduktionen uppvisar brytpunkter kan potentiella orsaker identifieras. Precisionen och tillförlitligheten i en sådan identifikation begränsas däremot av en låg tids- och rumsdetalj i den tillgängliga datan, vilket ökar risken att samband identifieras som missar de egentliga drivkrafterna. De grupper av orsaker som oftast identifierades

var: jordbruksstöd genom förbättrade jordbruksprodukter och maskiner, byten av primärgrödor, utbildningsprogram inom jordbrukshandtering, humanitärt bistånd till flyktingar, förändrade regionala handelsmönster, och även översvämningar (Nilsson et al., 2019b). I sin helhet ger den här samlingen faktorer en omfattande bild av drivkrafterna inom jordbruket, och kan därmed användas för att informera långsiktiga jordbruksstrategier. Å andra sidan så är dess effekter svårkvantifierade samt starkt kontextberoende, vilket innebär att de svårigen appliceras för säsongs- och årsvisa förutsägelser.

Figur 5 visar en sammanställning av produktionen från alla grödor för en region, Guéra, jämförd med de uppskattade trendnivåerna utifrån mängden utvecklingsbistånd, punktspecifika abrupta händelser, samt säsongsvis jordvattentillgänglighet. Samtidigt som ökningen av utvecklingsbistånd sammanfaller väl med de ökade trendnivåerna i jordbruksproduktionen, så framgår det att de markanta variationerna inte kan representeras tillfredställande av kombinationen av tidsspecifika händelser och jordvattentillgänglighet när samtliga grödor sammanställs på en regional nivå. Och av-

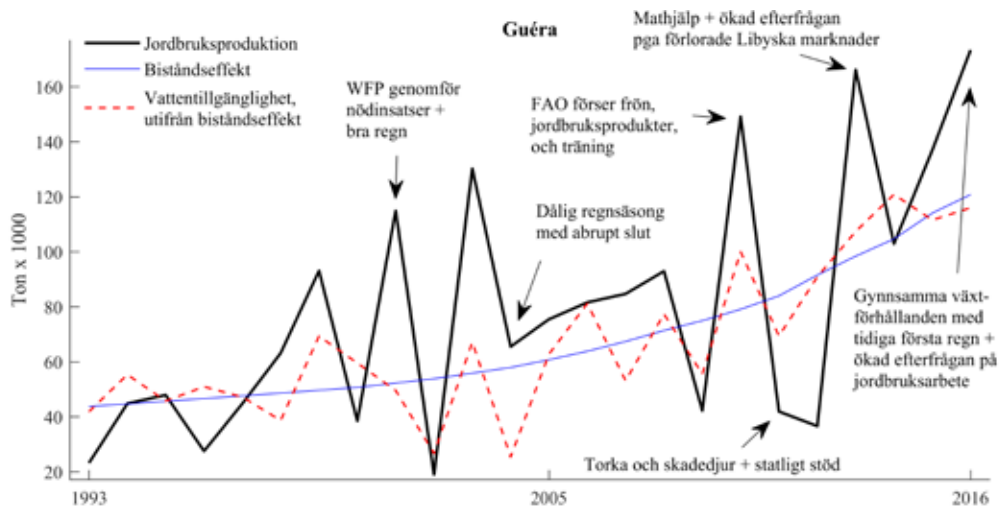


Fig. 5 – Sammanställning av uppskattade trendnivåer utifrån utvecklingsbistånd, tidspecifika händelser, samt jordvattentillgänglighet för all produktion i Guéra (se Nilsson et al., 2019b).

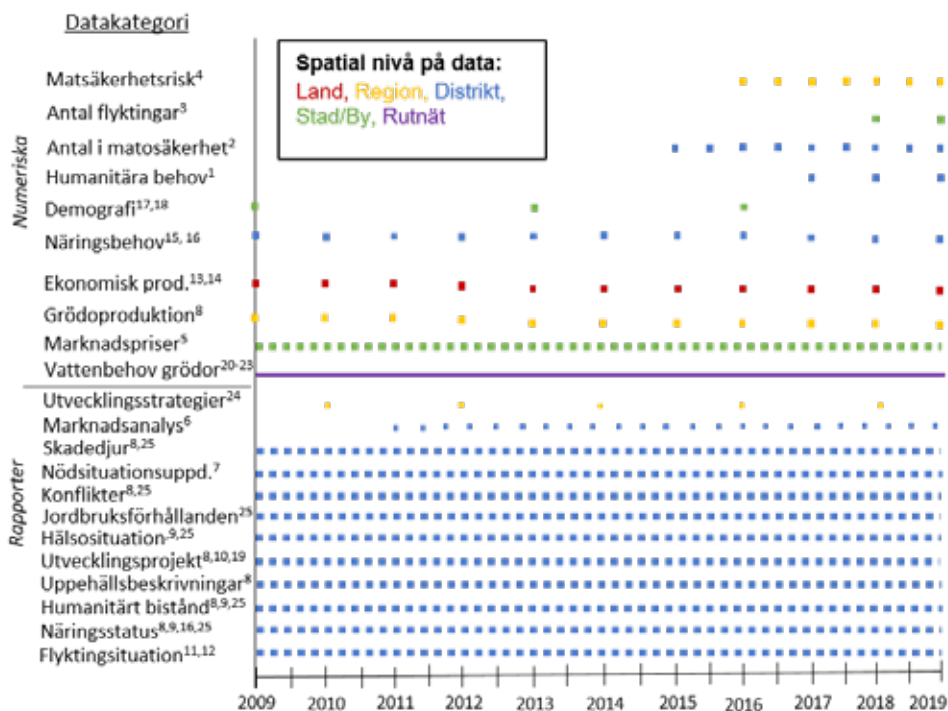
saknad av mer detaljerad biståndsdata och grödospecifika rapportinformation gör att grödospecifika samband inte går att etablera i dagsläget.

### Ramverk för framtida forskning om jordbrukets drivkrafter

Utifrån de presenterade metoderna och kunskapsnivån så kan ett ramverk för förbättrad datahantering och analys av jordbrukets förändringsmönster och drivkrafter sättas upp. Det första steget omfattar en sammanställning av datatillgängligheten, inklusive dess spatiotemporal täckning och uppdateringsfrekvens. Figur 6 ger en överblick av de främsta dataflödena kopplade till respektive datakategori och källa. Den visar att en stor mängd jordbruksrelaterad data finns och ständigt lanseras, ner till månatlig och distriktsvis detaljnivå. Det framgår även att en stor andel av datan utgörs av textbaserade rapporter, medan numeriska dataset genereras mer sällan. Utöver datan i Figur 6 så utför de ca 140 humanitära- och biståndsorganisationerna i Tchad återkommande projektutvärderingar, vilket resulterar i ett ytterligare flöde av textbaserade rapporter. Sammantaget så resulterar det här i ett dataflöde som är aktivt och utsträckt, men även komplext och varierat, vars analytiska potential därmed ofta är förbisedd.

Den stora och varierade mängd information som finns i det här dataflödet kan användas för att avancera kunskapsnivån inom Tchads jordbrukssektor. Flödets komplexitet innebär att det krävs en blandning av tvärdisciplinära, kvantitativa, och kvalitativa forskningsmetoder. Forskningsresultaten från de tidigare sektionerna har även visat att de olika drivkrafterna och sambanden inom jordbruket till stor grad är sammanlänkade, och därmed måste förstås som en helhet snarare än separata delar.

Figur 7 presenterar hur den här situationen kan adresseras genom ett ramverk för datahantering och analys. Det första steget utgörs av att göra den stora mängden information hanterbar, genom att identifiera relevanta informationspaket, och kategorisera dem med avseende på plats, tid, ämne, samt pålitlighet. Detta möjliggör en överskådlig sammanställning av en stor mängd informationspaket för specifika kategorier (t.ex. information relaterad till jordbruksproduktion för ett särskilt område och tidpunkt). Mängden tillgänglig information (se Figur 6) gör dock att det här kan bli en mycket tidskrävande process. Arbetet måste därför följa prioriterade ansatser, baserade på en god förståelse av de mest relevanta informationskällorna. Kategoriseringsprocessen utgörs samtidigt av enkla



Datakällor: 1. OCHA, 2019a. 2. Cadre Harmonisé, 2019. 3. International Organization for Migration, 2019. 4. IASC & EU, 2019. 5. WFP, 2019a. 6. WFP, 2019b. 7. IFRC, 2019. 8. FEWSNET, 2019. 9. Food Security Cluster, 2019. 10. OCHA, 2019b. 11. UNHCR, 2019. 12. Global Shelter Cluster, 2019. 13. AfDB, 2019. 14. World Bank, 2019. 15. e.g. WFP, 2012. 16. UNICEF, 2019. 17. INSEED, 2012 & 2016. 18. WFP, 2013. 9. REACH, 2019. 20. Novella & Thiaw, 2013. 21. Berrisford, 2009. 22. Kalnay et al., 1996. 23. EODC, 2017. 24. e.g. Government of Chad, 2014. 25. SISAAP, 2019.

Fig. 6 – Sammanställning av datatillgängligheten för jordbrukssektorn i Tchad.

steg, vilket öppnar upp för möjligheter att både automatisera och crowdsourca delar av den.

Metoder för att sedan utvärdera och etablera samband mellan faktorer utifrån urvalet och sammanställningen av informationspaket (punkt 4 och 5 i Figur 7) bygger på metoderna från forskningen i de föregående sektionerna, nämligen:

1. Identifiera perioder av statistisk stabilitet samt brytpunkter i målvariabeln (förutsätter att målvariabeln är numerisk med ett tillräckligt stort antal observationspunkter, minst 10).
2. Inom perioder av statistisk stabilitet, utvärdera samband mellan numeriska dataset, (t.ex. vattentillgänglighet, marknadspriser, befolkningstäthet) med multivariabla regressionsanalyser, där koefficientsbegränsningar sätts upp enligt för-

väntade samband (t.ex. ökad vattentillgänglighet i jordbruksområden med vattenbrist bör öka jordbruksproduktionen).

3. Använd informationspaket från expertanalyser och lokala narrativ från de textbaserade rapporterna för att utvärdera kausala samband till brytpunkter och avvikande observationer i målvariabeln. Genom att basera den här analysen på en sammanställning och visualisering av ett stort antal informationskällor så kan informationspaketet krossvalideras, samt rankas utifrån pålitlighet och förekomstfrekvens.
4. Utifrån de identifierade kvantitativa och kvalitativa sambanden från steg 2 och 3, identifiera sambandslikheter och olikheter mellan områden, tidsperioder, och spatiala skalor.



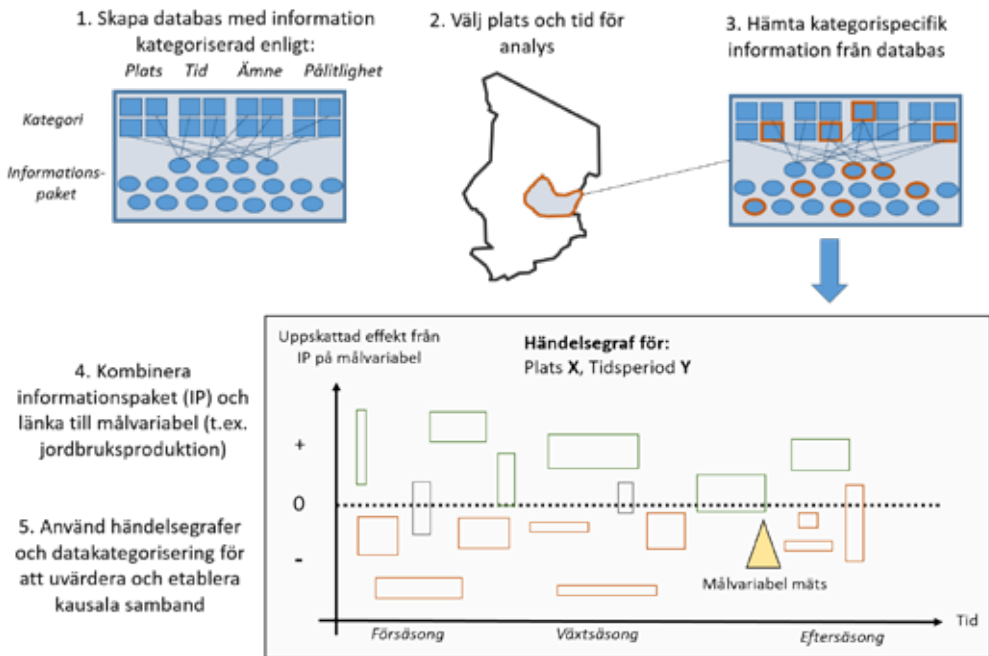


Fig. 7 – Ramverk för databantering och analys inom jordbrukssektorn i Tchad.

Den slutliga delen av ramverket består av att använda de identifiera sambanden bakom jordbruksprocesserna för att förbättra utformningen av strategier och projekt inom jordbrukssektorn. Genom att göra den kategoriserade och sökbara databasen offentligt tillgänglig, tillsammans med de visualiseringsverktyg som tas fram för sammanställningen och utvärderingen av informationspaketen, så kommer dess analytiska möjligheter att kunna spridas till berörda aktörer inom jordbrukssektorn, som t.ex. lokala och nationella jordbruksorganisationer, utvecklingsorganisationer, humanitära organisationer, samt icke-statliga organisationer. För ännu starkare genomslag och användbarhet så bör metoder för decentraliserade informationsbidrag och analys utforskas via databasen, där enskilda användare ges tillgång att förse kategorispecifik information, identifiera analysbehov, samt utföra analyser.

### Slutsats

Den här artikeln har presenterat en sammanställning av den rådande kunskapsnivån om drivkrafterna bakom jordbruksförändring i Tchad. Utifrån

en blandning av tvärdisciplinära metoder har den identifierat, och i varierande grad kvantifierat, både förändringsprocesserna samt ett antal drivkrafter. Bland annat så framgår det att förändringsprocesserna har en stark samhällsekonomisk komponent, och att en användbar analys måste omfatta mer än den fokus som vanligen ligger på vattentillgänglighet och miljöfaktorer, vilket även gäller för de tydliga interannuella variationer som ses inom jordbruksproduktionen. Bristerna i tidigare metoder har identifierats, som har lett till utformandet av ett ramverk för framtida forskning om jordbruksprocesser i Tchad. Mängden och variationen av relevant och nödvändig data innebär att ramverket blir tidskrävande, men samtidigt har en god potential att förbättra både den analytiska potentialen och styrningen inom jordbrukssektorn. Samtidigt som ramverket har skapats utifrån data- och kunskapsituationen i jordbruket i Tchad, så gör dess generella karaktär att det till hög grad går att applicera i andra områden och länder med liknande institutionella-, ekologiska-, och jordbruksförhållanden, som t.ex. Tchads grannländer.



## Referenser

- AfDB (2019) Socioeconomic database. <https://data.humdata.org/dataset/afdb-socio-economic-database-1960-2016>.
- Berrisford, P., Dee, D., Fielding, K., Fuentes, M., Kallberg, P., Kobayashi, S., Uppala, S. (2009) The ERA-Interim Archive, ERA report series.
- Cadre Harmonisé (2019) Food Security and Nutrition Working Group. [https://data.humdata.org/organization/fsnwg?sort=metadata\\_modified+desc](https://data.humdata.org/organization/fsnwg?sort=metadata_modified+desc).
- EODC (2017) Product Specification Document (D1.2.1 Version 1.9). ESA Clim. Chang. Initiat. Phase II - Soil Moisture.
- FEWS NET (2019) Publication archive. Famine Early Warning Systems Network. <https://www.fews.net/archive>.
- FEWS NET (2011) Chad Rapid livelihood zone profiles - A special report by the Famine Early Warning Systems Network (FEWS NET).
- Food Security Cluster (2019) Monthly bulletins and topic reports. [https://fscluster.org/chad/documents?f%5B0%5D=field\\_document\\_sources%3A227](https://fscluster.org/chad/documents?f%5B0%5D=field_document_sources%3A227)
- Global Shelter Cluster (2019) Camp coordination and camp management in Chad. [https://reliefweb.int/country/tcd?advanced-search=%28PC55\\_S9677%29#content](https://reliefweb.int/country/tcd?advanced-search=%28PC55_S9677%29#content).
- IASC & EU (2019) The regional INFORM Sahel model. Inter-Agency Standing Committee (IASC) & European Commission. [https://data.humdata.org/organization/ocha-rowca?sort=metadata\\_modified+desc](https://data.humdata.org/organization/ocha-rowca?sort=metadata_modified+desc).
- IFRC (2019) Information bulletin and operations updates. International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies. [https://reliefweb.int/country/tcd?advanced-search=%28PC55\\_S1242%29#content](https://reliefweb.int/country/tcd?advanced-search=%28PC55_S1242%29#content).
- INSEED (2012) Deuxième Recensement Général de la Population et de l'Habitat 2009 - Resultat Globaux Définitifs. N'Djamena.
- INSEED, Ministère de la Santé Publique, ICF International (2016) Enquête Démographique et de Santé et à Indicateurs Multiples (EDS-MICS 2014-2015). Rockville, Maryland, USA.
- International Organization for Migration (2019) Chad displacement data. <https://data.humdata.org/dataset/chad-displacement-data-baseline-assessment-iom-dtm>.
- IRAM-ADE (2016) Evaluation de la coopération de l' Union Européenne avec la République du Tchad 2008-2014. Paris.
- Kalnay, E., Kanamitsu, M., Kistler, R., Collins, W., Deaven, D., Gandin, L., Iredell, M., Saha, S., White, G., Woollen, J., Zhu, Y., Chelliah, M., Ebisuzaki, W., Higgins, W., Janowiak, J., Mo, K., Ropelewski, C., Wang, J., Leetmaa, A., Reynolds, R., Jenne, R., Joseph, D. (1996) The NCEP/NCAR 40-year reanalysis project. *Bull Amer Meteor Soc* 77 SRC-, 437–470.
- Nilsson, E. Uvo, C.B., Becker, P., Persson, M. (2019a) Drivers of regional crop variability in Chad. Kommande publikation.
- Nilsson, E., Becker, P., Uvo, C.B. (2019b) Drivers of abrupt and gradual changes in agricultural systems in Chad. Kommande publikation.
- Nilsson, E., Uvo, C.B., (2018) Nonlinear dynamics in agricultural systems in Chad. *African Geogr. Rev.* doi:<https://doi.org/10.1080/19376812.2018.1485585>.
- Nilsson, E. (2018) Patterns and drivers of regional crop production in Chad. Doktorsavhandling, Lunds Universitet.
- Novella, N.S., Thiaw, W.M. (2013) African Rainfall Climatology Version 2 for Famine Early Warning Systems. *J. Appl. Meteorol. Climatol.* 52, 588–606. doi:10.1175/JAMC-D-11-0238.1.
- OCHA (2019a) Chad Humanitarian Needs. United Nations Office for the Coordination of Humanitarian Affairs. <https://data.humdata.org/dataset/chad-humanitarian-needs-overview>.
- OCHA (2019b) Sahel food security reports. United Nations Office for the Coordination of Humanitarian Affairs. <https://data.humdata.org/dataset/sahel-food-security-projects-2015-2016>.
- Pinzon, J. E., & Tucker, C. J. (2014) A Non-Stationary 1981–2012 AVHRR NDVI3g Time Series. *Remote Sensing*, 6(8), 6929–6960. <http://doi.org/10.3390/rs6086929>
- République du Tchad (2017) Plan National de Développement 2017-2021.
- République du Tchad (2014) Plan National d'Investissement du Secteur Rural du Tchad (2014-2020).
- SISAAP (2019) SISAAP bulletins. Système d'Information sur la Sécurité Alimentaire et d'Alerte Précoce, Tchad. <https://fscluster.org/chad/documents?text=sisaap>.
- REACH (2019) REACH Humanitarian monitoring. [https://reliefweb.int/country/tcd?advanced-search=%28PC55\\_S9965%29#content](https://reliefweb.int/country/tcd?advanced-search=%28PC55_S9965%29#content).
- UNHCR (2019) Refugee updates. United Nations High Commissioner for Refugees. <https://reliefweb.int/report/chad/chiffres-des-personnes-relevant-de-la-comp-tence-du-hcr-au-tchad-r-sum-la-date-du-4>.
- UNICEF (2019) Smart surveys and malnutrition updates. United Nations Children's Fund. <https://www.humanitarianresponse.info/en/operations/chad/document/tchad-rapport-final-de-lenqu%C3%Aate-smart-2018>.
- WFP (2019a) Monthly price data. United Nations World Food Programme. <http://foodprices.vam.wfp.org/Analysis-Monthly-Price-DataADV.aspx>.
- WFP (2019b) Market assessments and bulletins. United Nations World Food Programme. [https://www.wfp.org/publications/list?term\\_node\\_tid\\_depth=1661&tid\\_3=All&tid\\_2=111&tid\\_1=All](https://www.wfp.org/publications/list?term_node_tid_depth=1661&tid_3=All&tid_2=111&tid_1=All).
- WFP (2013) Enquête Nationale de la Sécurité Alimentaire des ménages ruraux (ENSA). N'Djamena. doi:10.4267/2042/51110.
- WFP (2012) Enquête Nationale Post-Récoltes sur la Sécurité Alimentaire des Ménages Ruraux du Tchad.
- World Bank (2018) World Development Indicators. <http://data.worldbank.org/data-catalog/world-development-indicators>.