

# Insekte en voedselsekerheid in Suid-Afrika in die lig van klimaatsverandering

*Insects and food security in South Africa in the light of climate change*

FRANÇOIS DURAND

Departement Dierkunde  
Universiteit van Johannesburg  
Suid-Afrika  
E-pos: fdurand@uj.ac.za



François Durand

FRANÇOIS DURAND was 'n paleontoloog by die Raad vir Geowetenskap vir tien jaar. Hy is vanaf 1998 lektor en navorser in die Departement Dierkunde van die Universiteit van Johannesburg (voorheen die Randse Afrikaanse Universiteit). Benewens sy navorsing in paleontologie het hy karstekologiese navorsing in Suid-Afrika gevestig. Benewens die navorsing op die ekologie van grotte en grondwater, doen François en sy studente ook navorsing op die ekologie van vleilande en die uitwerking van suurmynwater op die ekologie en gesondheid van organismes. François het hom oor die laaste drie dekades beywer om paleontologie, ekologie, biologie en volhoubaarheid te bevorder. Hy tree vir die laaste 30 jaar as spreker oor die radio op en was die skrywer van meer as 60 populêre artikels. In sy vrye tyd is hy ook 'n kunstenaar en sy kunswerk is te sien in publikasies soos *Life etched in stone* (MacRae, 1999), 'n reeks seëls wat die hominien fossiele van Suid-Afrika herdenk (2006), twee reekse goue munte wat hy vir die SA Munt ontwerp het: *Archosauria of South Africa* (2018) en *Hominins of South Africa* (2019), en in sy boek *Die Menslike Dieretuin* (2022).

FRANÇOIS DURAND was formerly employed as a palaeontologist for ten years at the Council for Geoscience. Since 1998 he has been lecturer in zoology and palaeontology at the University of Johannesburg (originally the Rand Afrikaans University). Apart from his research on palaeontology, he established cave and groundwater ecology research in South Africa. He and his students also do research on wetlands and the ecological and health impacts of Acid Mine Drainage emanating from the gold fields of Johannesburg. François has endeavoured to popularise and promote palaeontology, ecology, biology and sustainability. He is a regular voice on the radio and wrote over 60 popular articles. He is also an artist and his illustrations can be seen in publications such as the book *Life etched in stone* (MacRae, 1999), a series of stamps commemorating the hominin fossils of South Africa (2006), two sets of gold coins he designed for the SA Mint: the *Archosaurs of South Africa* (2018) and the *Fossil Hominins of South Africa* (2019), and in his book *Die Menslike Dieretuin* (2022).

## Datums:

Ontvang: 2022-09-07

Goedgekeur: 2022-10-22

Gepubliseer: Desember 2022

**ABSTRACT*****Insects and food security in South Africa in the light of climate change***

*The Covid-19 pandemic has had a devastating socio-economic effect on the country, including the death of more than 102 000 people, many of whom were the breadwinners of their families. This could not have happened at a worse time, since the economy of the country was in a recession even before the pandemic. The situation is exacerbated by the highest level of unemployment in the world, widespread nepotism and corruption, the plundering of state coffers and the favouring of the business interests of BRICS partners by government officials over those of South Africans.*

*The government's commitment to prioritising their BRICS partners' business interests over those of the South African people contributes to food insecurity in South Africa. This includes the export of coal from mines in Mpumalanga to China and India, while nothing is done to rehabilitate the region, which was once known for its agriculture. The government handed over to the Chinese company SAEMB the Musina-Makhado Special Economic Zone, where four opencast mines, a 3 300 MW power station and an iron smelting plant will be developed. This development, however, requires the government to build a dam that will harvest 60% of the annual runoff of the Limpopo River, which in turn will have a devastating effect on farmers and communities downriver in South Africa, Zimbabwe and Mozambique who irrigate their crops with water from the Limpopo River.*

*The same kowtowing of the South African government to its BRICS partners can be seen in the reluctance with which the government responds to the plundering of our marine resources by Chinese fishing boats and abalone smugglers. The unfair competition imposed on local chicken farmers by distributors of dumped chicken, mainly from Brazil, with the approval of government, caused the closure of several South African chicken farms and the resulting loss of tens of thousands of jobs along the supply chain. The reluctance of the government to take sides in the Russia-Ukraine war is partly linked to the fact that South Africa imports fertilizer and wheat from Russia.*

*South Africa, a water-scarce country, is more vulnerable than many other countries to the effects of global climate change. The abnormal rain pattern, that is characterised by severe droughts in certain regions and heavy rainstorms and floods in others, has a devastating impact on the already economically struggling South African community. Abroad, attempts are made to ensure that mean temperatures do not exceed the pre-industrial level mark by more than 1,5 °C. South Africa, however, heats up twice as fast as many other countries, and has already exceeded the pre-industrial era level by more than 2 °C; it will continue to get warmer and drier, causing most of the country to become desertified by 2050.*

*A third of South African rivers do not reach the sea anymore because of over abstraction of water from rivers; similarly, there is extensive abstraction of groundwater. Together farming and forestry account for 70% of water use in South Africa. This over abstraction of water, worsened by the heat and aridification resulting from climate change, led to the degradation of most wetland and estuarine ecosystems and the drying and burning of irreplaceable peatlands.*

*These political, socioeconomic and environmental calamities create the worst possible scenario for food security in South Africa. Already one in four people in Africa suffers from food insecurity and this number will rapidly rise in the wake of global climate change, which will result in the loss of two thirds of arable land by 2025. South Africa is nearing socioeconomic collapse. This, in conjunction with continuing droughts, storms and rising temperatures associated with global climate change, will lead to food insecurity, starvation and anarchy.*

*The effect of global climate change will make it progressively more difficult to produce enough food for the South African population. It is imperative that South Africans consider alternative methods of food production, including water use.*

*Entomophagy is widely practiced throughout the world, but is especially prevalent in South America, the Far East and Africa, where approximately 2 billion people use 1 900 species of insects as food. The nutritional value of insects is unsurpassed and, in some respects, even more nutritious than meat. The larvae of the black soldier fly (BSF) *Hermetia illucens* are a source of high-quality proteins and unsaturated fats that are used worldwide as animal feed. Insects are a source of minerals such as iron, calcium, copper, zinc and magnesium and high levels of vitamin A, B<sub>2</sub> and C.*

*The ecological and socioeconomic benefits of using BSF larvae instead of grain as feed for fish, chickens and pigs are enormous. BSF larvae can be bred almost for free by feeding it a wide variety of organic waste, including rotten vegetables and fruit, manure and even carcasses that would have ended up in rubbish dumps and would have contributed to the methane and carbon dioxide pollution emanating from such dumps. The water use of BSF is negligible, because the water in the organic waste that would have been discarded in waste dumps is sufficient to sustain them. BSF affords the subsistence and small-scale farmer the opportunity to raise chickens at a lower input cost than ever before.*

*The conversion of feed to food in insects is far greater than that of chickens, pigs or cattle. In the case of the house cricket (*Acheta domestica*) the conversion rate of feed to food is twice as effective as that of chickens, four times as effective as pigs and twelve times greater than that of cattle. Compared to conventional farming, this implies that with insects far more exceptionally nutritious food can be produced in a smaller area, with little water and no poison or fertilizer whatsoever, while waste and the associated methane gas are removed from the environment at the same time.*

*A few South African companies have already seen the potential of insects as food and feed. Even though insect farming is still in its infancy, it is already generating jobs and new socioeconomic opportunities in South Africa. Insect farming, especially BSF farming, will in the near future probably grow in popularity all over the world as an affordable, healthy, ecologically sustainable alternative food source that will, directly or indirectly, be consumed by humans.*

*BSF afford the environmentally conscious homesteader who wants to produce livestock such as chickens, fish, or pigs in a sustainable manner an unsurpassed environmentally friendly alternative. BSF will also give the desperate, impoverished and starving population of the future an alternative free source of feed that will offer them economic prospects and food security.*

**KEYWORDS:** entomophagy, insects, black soldier flies, BSF, starvation, global climate change, food security, animal feed, methane, waste dump, sustainability, water use

**TREFWOORDE:** entomofagie, insekte, swart soldaatvlieë, hongersnood, klimaatsverandering, dierevoer, voedselsekerheid, metaan, afvalhope, volhoubaarheid, watergebruik

## OPSOMMING

Afgesien van die lewensverlies weens die Covid-19-pandemie gaan Suid-Afrika, soos die res van die wêreld, gebuk onder die sosioëkonomiese uitwerking daarvan, wat grootliks tot die agteruitgang van die ekonomie en werkverliese bygedra het. Dit, tesame met die toenemende uitwerking van klimaatsverandering, is van die grootste krisis wat Suid-Afrika tans teister.

Suid-Afrika gaan gebuk onder 'n abnormale reënpatroon, wat storms in sekere gebiede en droogtes in ander tot gevolg het. Hierdie omgewingskrisis maak die ekonomies worstelende Suid-Afrikaanse samelewing nog meer kwesbaar. Van die belangrikste gevolge van klimaatsverandering en die ekonomiese agteruitgang in Suid-Afrika is kospryse wat die hoogte inskiet, terwyl oproer al hoe meer dikwels voorkom. Hierdie situasie sal nog verder agteruitgaan na gelang die gevolge van klimaatsverandering op die landbou en dus die beskikbaarheid en bekostigbaarheid van kos oor die volgende dekades vererger.

Suid-Afrika se voedselsekerheid is ook in die gedrang weens die onvermoë van die regering om die Suid-Afrikaanse bevolking teen buitelandse belange in Suid-Afrika te beskerm. Die afhanklikheid van Suid-Afrika van kos uit Oos-Europa en Asië word geopenbaar wanneer mens die effek van die oorlog in Oekraïne op die beskikbaarheid van sonneblomolie en koring in Suid-Afrika sien. Vis, wat eens die goedkoopste vleisbron was, is nou vir die meeste Suid-Afrikaners onbetaalbaar duur weens die oorbenuiting van visbronne deur buitelandse vissers, veral van China, wat binne ons gebiedswaters vis vang. Suid-Afrika voer ongeveer 6 miljoen hoenders per week uit die buiteland in, hoofsaaklik uit Brasilië, wat die inheemse hoender- en graanboere ekonomies bedreig en werksgeleenthede in die gedrang bring. Hierdie ongesonde situasie ondermyn plaaslike landbou en vissery en veroorsaak dat Suid-Afrika se voedselsekerheid deur die politieke beleid van die regering jeens ander BRICS-lande in die gedrang kom.

Landbou is een van die grootste oorsake van die vernietiging van die natuur en een van die belangrikste redes vir klimaatsverandering. Boerderye is een van die hoofbronne van metaan en stikstofdiksied, wat veel erger kweekhuysgasse as koolstofdiksied is. Terselfdertyd word amper tweederdes van Suid-Afrika se water deur landbou en bosbou gebruik. Die oorbenuiting van water, die vergiftiging van riviere, vleilande en grondwater met landbou-chemikalieë, die toediening van gifstowwe en die gepaardgaande vernietiging van die ekologie, insluitende dié van riviere, stuur reeds op 'n ekologiese ramp af. 'n Derde van die riviere in Suid-Afrika bereik al klaar nie meer die see nie, wat tot die ineenstorting van vleilande en riviermonding ekosisteme gelei het. Oewerbosse, wat rivierwalle stabiliseer, vrek in plekke waar boere waterpompe in of langs rivierbeddings in gebruik het. Veenlande, wat oor duisende jare vorm en water stoor en suiwer wat deur vleilande vloei, droog uit en brand weens die ooronttrekking van grondwater op plase en bosbougebiede.

'n Groot deel van die uitwerking wat die landbou op die ekologie het, kan vermy word as alternatiewe kosproduksiemetodes ondersoek word. Dit is 'n wanpersepsie dat 'n vegetariese dieet minder skade aan die ekologie doen as een wat vleis bevat. Gewasverbouing het 'n veel groter uitwerking op die natuur as wat natuurlike vleisproduksie het. Die grootste negatiewe uitwerking wat vleisproduksie op die natuur het, is metaangas, hoë watergebruik en die verbouing van graan wat as voer gebruik word.

Insekte bied egter 'n alternatiewe bron van voer, wat op 'n baie goedkoper en betroubare manier tot voedselsekerheid in Suid-Afrika kan bydra en talle plaaslike werksgeleenthede kan skep. Die larwes van insekte soos die swart soldaatvlieg (*Hermetia illucens*) word reeds wêreldwyd, maar veral in die Verre Ooste, met groot sukses as voer vir lewende hawe gebruik. Hierdie hoëkwaliteitbron van proteïene, onversadigde vette, vitamienes, minerale en vesel kan

bykans gratis met behulp van organiese afval geproduseer word. Daarbenewens kan hierdie insekte sonder gif of kunsmis en met min water in 'n relatief klein gebied, vergeleke met weiding of mielielande, geproduseer word.

## 1. Inleiding

Afgesien van die lewensverlies weens die Covid-19-pandemie, steier Suid-Afrika, soos die res van die wêreld, ook steeds onder die sosioëkonomiese uitwerking daarvan, wat grootliks tot die agteruitgang van die ekonomie, onttrekking van beleggers en werkverliese bygedra het (Arndt *et al.*, 2021). Die Covid-19-pandemie se nagevolge word nog erger in Suid-Afrika gevoel, waar van die hoogste werkloosheid ter wêreld reeds voor die pandemie voorgekom het, terwyl die land se ekonomie weens wanbestuur en korrupsie afwaarts tol (Ofusori, 2020). Die gevolge van klimaatsverandering gaan voorts algaande vererger en alle pogings om die agteruitgang van die ekonomie te keer in die wiele ry. Reeds kan ons die effek van klimaatsverandering op die omgewing en boerdery in Suid-Afrika sien (Scholes & Engelbrecht, 2021). Ongelukkig word die voedselsekerheid van Suid-Afrika nie slegs deur die gevolge van bogenoemde faktore bedreig nie, maar ook deur die invloed van buitelandse state, wat ook onder die uitwerking van oorbevolking, ekonomiese agteruitgang en klimaatsverandering gebuk gaan. Dit is belangrik dat voedselsekerheid tot elke prys in Suid-Afrika beskerm word om hongersnood, algehele sosioëkonomiese ineenstorting en anargie wat daarop sal volg, af te weer.

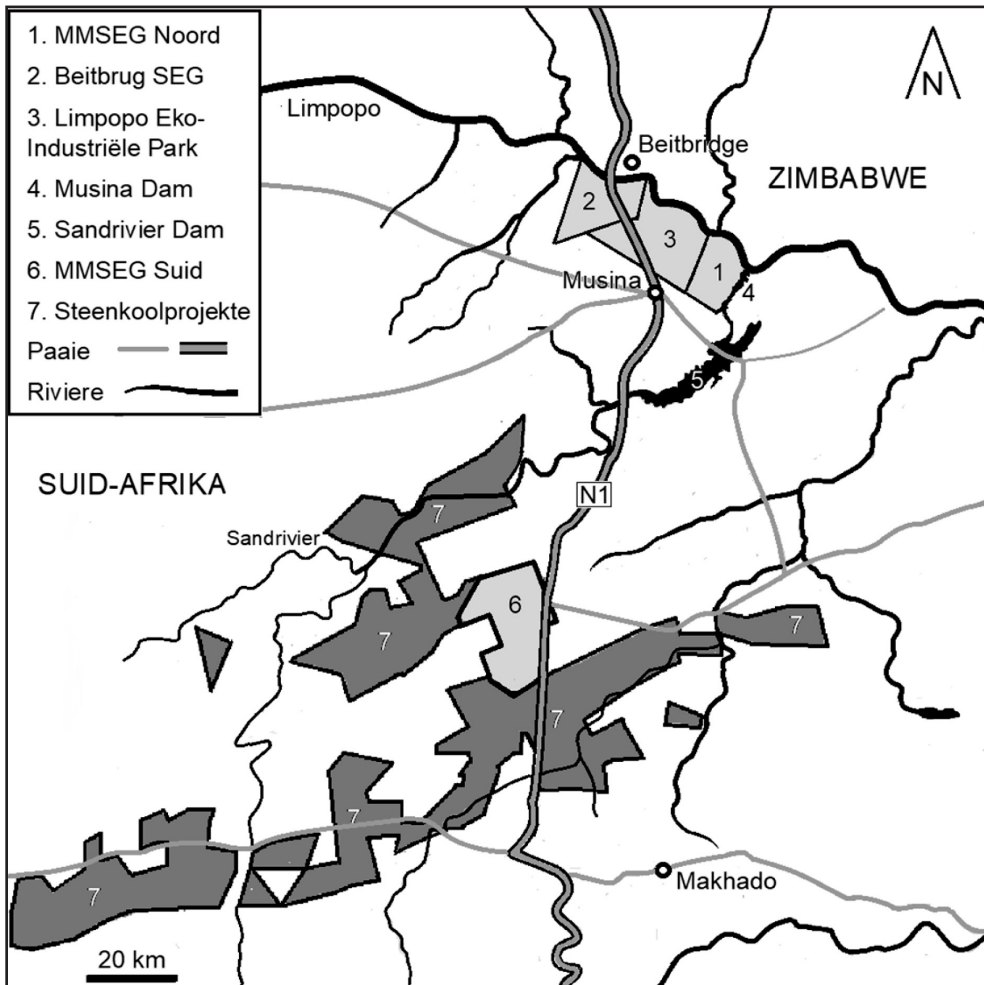
## 2. Die uitwerking van BRICS op voedselsekerheid in Suid-Afrika

Die regering se behoefte om sy verbintenis tot BRICS (Brasilië, Rusland, Indië, China & Suid-Afrika) gestand te doen, maak Suid-Afrikaners geweldig kwesbaar vir uitbuiting deur belangegroepes uit Suid-Afrika se BRICS-vennote. Terwyl die Guptas se betrokkenheid by staatskaping in die pers en deur die Zondo-Kommissie oopgeplek is (Commission of Inquiry into Allegations of State Capture, 2022), is daar baie meer subtile aanslae vanuit die BRICS-lande op die Suid-Afrikaanse ekonomie.

Die regering verdedig die uitvoer van steenkool deur te wys op die miljarde rande wat dit in die land inbring en die duisende werksgeleenthede wat dit skep (Hermanus, 2021). Die feit dat kabinetministers en hul gesinne direkteure van hierdie mynmaatskappye is, is nie toevallig nie (Leonard, 2019). Ongelukkig weier die regering om verantwoordelikheid te aanvaar vir die onherstelbare skade wat die myne aan die omgewing aanrig (Olufemi *et al.*, 2018). In gebiede soos Mpumalanga, waar die myne 'n regstreekse en onherstelbare uitwerking het op riviere en die gebiede wat eens vir landbou gebruik is, is dit duidelik dat die regering mynbou en sy betrekkinge met China en Indië, ons grootste steenkoolkopers, bo die voedselsekerheid van die land stel (Sand, 2021; Feffer, 2021).

Die aanwysing van die Musina-Makhado Spesiale Ekonomiese Gebied (MMSEG) deur Rob Davies, gewese Minister van Handel en Nywerheid (*Staatskoerant*, No. 41287 van 1 Desember 2017), is sprekend van hierdie ANC-BRICS-verbintenis. Ongeag die teenkanting van bewaringsorganisasies en boere in die omgewing het die regering in samewerking met China die plase in 'n gebied van 7 262 hektaar 40 km suid van Musina oteien en vir ontwikkeling aan die Chinese maatskappy South African Energy Metallurgical Base (SAEMB) beskikbaar gestel (Thompson, 2022) (sien Fig. 1).





**Figuur 1:** Die Spesiale Ekonomiese Gebiede (SEG) en damme wat deur die regering in samewerking met China vanaf Messina tot Makhado ontwikkel word. Steenkoolprojekte verwys na omliggende plase waar internasionale maatskappye die mineraalregte bekom het. Hierdie steenkoolmyne gaan steenkool aan die smelters en kragssentrale van die MMSEG verskaf. (Aangepas uit Munnik, 2020 en Van Zyl, 2022).

Die regering is van plan om 60% van die jaarlikse vloei van die Limpoporivier in damme op te gaar en van omliggende gebiede te pomp vir hierdie ontwikkeling (Delta Built Environment Consultants (Pty) Ltd., 2019; Munnik, 2020). Dit sal 'n geweldig nadelige uitwerking op die boerderye in die Limpopo-provinsie, die suidelike deel van Zimbabwe en suidelike Mosambiek hê, asook 'n enorme negatiewe uitwerking op voedselsekureit in hierdie gebied hê (Munnik, 2020). In die lig van die gevolge van klimaatsverandering op die beskikbaarheid van water in hierdie droogtegeteisterde gebied, as gevolg van verhoogde wisselvalligheid, skrei hierdie besluit ten hemele (Munnik, 2020).

Die ontwikkeling van die Musina-Makhado Spesiale Ekonomiese Sone sluit vier oopgroefsteenkoolmyne, 'n 3 300 MW-kragssentrale en 'n ystersmeltery in (Delta Built Environment Consultants (Pty) Ltd., 2019). Die regering se bevoordeling van SAEMB bo die Suid-Afrikaanse publiek behels onder meer besigheidsbelasting van slegs 15%, vergeleke met die 27% wat Suid-Afrikaanse besighede moet betaal, die onderhoud van die pad- en spoornetwerke vanaf die aanleg, die verskaffing van goedkoop water en BTW-kortings (Liebenberg, 2022). Dit is net die mees naïewe persoon wat die Chinese beloftes van werkskepping nie as 'n Trojaanse perd sal sien en nie sal insien dat dit 'n gesofistikeerde geval van staatskaping is nie (Ning Yat Hoi, 2019; Deng Yaowen, 2021). Die stroping van Suid-Afrikaanse minerale is immers tot die voordeel van China ten koste van die Suider-Afrikaanse belastingbetaler en voedselsekureit in die streek.

Dieselfde verdraagsaamheid van die regering teenoor die sakebelange van BRICS-vennote in Suid-Afrika en sy ongeërgdheid teenoor die belange van die Suid-Afrikaanse burgers kan gesien word in die traagheid om teenoor Chinese vistreilers wat onwettig die vis in ons gebiedswaters stroop (Klevin, 2016), op te tree. Dit word ook gesien in die onvermoë van die regering om genoeg mannekrag en befondsing beskikbaar te stel om die stroping van perlemoen vir die Chinese mark hok te slaan (Lambrechts, 2013). Die strengste optrede wat hierdie onwettige dade van Chinese in ons gebiedswaters kan verwag, is 'n boete, waarna die vissertreilers weer vry is om ons gebiedswaters te verlaat (Department of Forestry, Fisheries and the Environment, 2020).

Verreweg die meeste kunsmis wat in Suid-Afrika gebruik word, word uit die buiteland ingevoer. Die drie lande wat in 2017 die meeste kunsmis na Suid-Afrika uitgevoer het, is China (104 848 000 ton), Rusland (39 220 000 ton) en Indië 36 282 000 ton) (Department of Agriculture, Forestry and Fisheries, 2019). Ongeveer 40% van die koring wat in Suid-Afrika verbruik word, moet ingevoer word, want ons produseer nie genoeg koring om aan ons behoeftes te voldoen nie (Department of Agriculture, Land Reform and Rural Development, 2020). Onder die grootste koringinvoerders ter wêreld is Suid-Afrika 28ste op die ranglys. Die toptien lande wat aan ons koring lewer, is die Russiese Federasie, Duitsland, Argentinië, Kanada, die VSA, Roemenië en Oekraïne (Department of Forestry, Fisheries and the Environment, 2020). Die oorlog tussen Rusland en Oekraïne, wat tesame ongeveer 'n derde van ons koringbehoefte voorsien, plaas ons in 'n netelige posisie, wat juis in pres. Ramaphosa se aandrang op neutraliteit jeens die konflik tussen die twee lande weerspieël word.

Suid-Afrika is die slagoffer van hoenderstorting van nóg 'n BRICS-land, naamlik Brasilië (Hobbs *et al.*, 2018). Meer as 'n dekade lank reeds stort Brasilië hoender in Suid-Afrika, met ander woorde Brasilië verkoop hoender in Suid-Afrika vir minder as wat dit in Brasilië kos om te produseer. Hierdie predatoriese handelspraktyk is geweldig skadelik vir die plaaslike mark. Dit bedreig die voortbestaan van die ondernemings van plaaslike hoenderboere, graanprodusente en maatskappye wat afhanklik is van die pluimveewaardeketting, en vernietig plaaslike werksgeleenthede (Hobbs *et al.*, 2018). Storting van voedselprodukte dra op die lange duur by tot die verlies van voedselsekerheid en werksverliese in die ontvangerland.

Die Suid-Afrikaanse Pluimveevereniging (SAPV) het by die Internasionale Handelsadministrasiekommissie om die heffing van teenstortingstariewe aansoek gedoen. Nadat die gewese Suid-Afrikaanse Minister van Handel en Nywerheid, Rob Davies, met die Brasiliaanse regering onderhandel het, het hy geweier om die heffing wat deur die Internasionale Handelsadministrasiekommissie aanbeveel is, in te stel (Gumede, 2013). In 2012 is daar reeds 5 miljoen hoenders per week in Suid-Afrika gestort. Dit sou 20 000 werksgeleenthede in Suid-Afrika geskep het as daardie hoenders plaaslik geproduseer is (Ensor, 2012). Die situasie

het algaande vererger, en ongeag die sluiting van talle plaaslike hoenderplase en die aflegging van duisende werkers word net nóg meer hoenders ingevoer. In 2020 het Suid-Afrika 339 000 ton hoender ingevoer, waarvan meer as die helfte uit Brasilië afkomstig was (Galal, 2022).

### 3. Die sosioëkonomiese uitwerking van die Covid-19-pandemie in Suid-Afrika

In 2020, voor die uitbreek van die Covid-19-pandemie, was Suid-Afrika reeds kniediep in 'n resessie. Ekonomiese groei het op 0,2% gestaan, grootliks deur die agteruitgang van landbou beïnvloed (Naidu, 2021). Werkloosheid algeheel het op 29% gestaan, maar werkloosheid onder die jeug het amper op 60% beloop (World Bank, 2022a, 2022b). Graderingsmaatskappye soos Fitch en Standard & Poor het Suid-Afrika van stabiel tot negatief afgegradeer. Huishoudelike skuld het toe reeds op 34% van die bruto binnelandse produk gestaan (Naidu, 2021). Die stygende elektrisiteits- en petrolpryse en die agteruitgang van die rand, saam met die stygende voedselprijs, het huishoudings reeds voor die pandemie erg kwesbaar gelaat. Die uitbraak van Covid-19 het hierdie sosioëkonomiese agteruitgang versnel, deurdat daar in 2020 in Suid-Afrika 2,2 miljoen afleggings plaasgevind het, wat die werkloosheid tot 32% laat styg het (Naidu, 2021).

Voedselsekerheid is in talle lande oor die wêreld heen een van die grootste probleme. Die toenemende armoede wat weens die inperkings, werksverliese en ekonomiese agteruitgang met die Covid-19-pandemie gepaardgegaan het, het die situasie vererger (World Bank, 2022b). Wêreldwyd het ongeveer 2,37 miljard mense reeds nie toegang tot voldoende voedsel nie (FAO, IFAD, WFP, UNICEF & WHO, 2021). Die situasie in Suid-Afrika lyk ewe sleg. Voedselsekerheid het in die tydperk 2019–2021 so afgeneem dat ongeveer 23,6% van die Suid-Afrikaanse samelewing teen 2020 onder voedselonsekerheid gebuk gegaan het (Statistics South Africa, 2022).

Die World Food Summit (1996) het bepaal dat daar voedselsekerheid is wanneer alle mense in 'n land dermate toegang tot genoeg, gesonde en voedsame kos het dat dit 'n gesonde en aktiewe lewenswyse kan onderhou.

### 4. Die uitwerking van klimaatsverandering op voedselsekerheid

Suid-Afrika is, as 'n waterskaars en semi-ariëde land, meer kwesbaar vir klimaatsverandering as baie ander lande (Scholes & Engelbrecht, 2021). Daar word bereken dat ongeveer tweederdes van die grond in Afrika suid van die Sahara wat vir landbou gebruik word, teen 2025 weens droogte en hitte wat met klimaatsverandering gepaardgaan, vir voedselproduksie verlore sal gaan (Liliana, 2005).

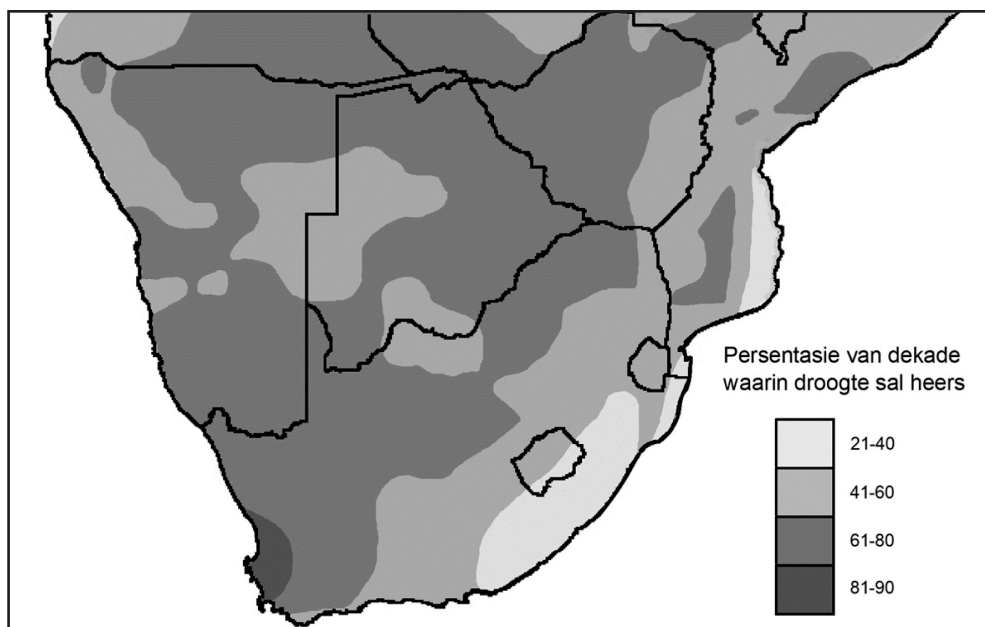
Die uitwerking van klimaatsverandering is reeds sigbaar in Suid-Afrika en die land gaan reeds gebuk onder ongekende hittegolwe, droogtes, opdroging van damme en vloede (Scholes & Engelbrecht, 2021). Landbou en bosbou gebruik reeds 70% van die oppervlaktewater en grondwater in Suid-Afrika (Skowno *et al.*, 2018). Hierdie oorbenutting van water het veroorsaak dat 'n derde van die Suid-Afrikaanse riviere nie meer by die see uitkom nie en dat die ekologie van die meeste van ons vleilande en riviermondings reeds erg beskadig is (Skowno *et al.*, 2018).

Suid-Afrikaanse boere moet, weens die gebrek aan reënval en toenemende uitdroging en hitte, al hoe meer op grondwater staatmaak (Skowno *et al.*, 2018). Die ooronttrekking van grondwater lei tot die uitdroging van veenlande wat oor duisende jare in vleilande gevorm het (Grundling *et al.*, 2021). Hierdie uitgedorde ondergrondse veen slaan aan die brand wanneer



die veld bogronds brand. Daar is tans reeds, sover bekend, 49 veenlande wat tussen 2016 en 2021 gebrand het, vergeleke met die 23 veenlande wat gebrand het in die 24 jaar wat dit voorafgegaan het (Grundling *et al.*, 2021). Die uitbrand van veenlande is 'n geweldige ekologiese terugslag. Veen vorm oor duisende jare in water versadigde vleilande. Danksy die veselryke aard van veen en die bakterieë, swamme, alge en protiste wat daarin voorkom, dien veen as 'n organiese filter wat gifstowwe en besoedeling kan absorbeer en in groot mate neutraliseer deur dit af te breek of in ander minder skadelike organiese verbindings te verander (Grundling *et al.*, 2017). Dit is onmoontlik vir die mens om veenlande weer tot hul oorspronklike staat te rehabiliteer, veral as die water waarvan dit eerstens afhanklik was, nie meer daar is nie, en daarbenewens kan mens nie duisende jare se opbou van veen naboots nie. Die verlies van veenlande lei tot die degradering van hele rivierstelsels verder stroomaf (Grundling *et al.*, 2017).

Wat klimaatsverandering betref, is Afrika weens uitdroging die mees kwesbare kontinent ter wêreld (Liliana, 2005; Intergovernmental Panel on Climate Change, 2007; World Bank, 2016). Droogtes, die temperatuurstyging en plaas bedreig reeds voedselsekerheid in Afrika, waar een uit vier mense al honger ly (Masipa, 2017). Ongeveer tweederdes van die grond wat tans in Afrika vir landbou gebruik word, sal waarskynlik teen 2025 weens klimaatsverandering onbewerkbaar wees (Liliana, 2005; European Commission, 2009). 'n Groot bydraende faktor wat voedselsekerheid in Afrika in die wiele ry, is dat die bevolkingsaanwas vinniger is as die groei in kosproduksie (Masipa, 2017). Oorbevolking sal in die lig van klimaatsverandering ongekende konflik en menslike lyding binne die volgende dekades teweegbring, veral ook omdat voedselsekerheid in lande wat in die verlede kos aan Afrika geskenk het, ook weens die uitwerking van klimaatsverandering onder druk sal kom.



**Figuur 2:** Suider-Afrika sal weens die uitwerking van klimaatsverandering teen 2050 waarskynlik grootliks in 'n woestyn verander (aangepas uit Woetzel *et al.*, 2020).

Wêreldwyd probeer klimaatbewustes hul regerings deur protesaksies oortuig om wetgewing in te stel en regulasies af te dwing om te verhoed dat die gemiddelde temperatuur tot meer as 2 °C bo dié van die voorindustriële era styg. Suid-Afrika, wat twee keer vinniger as die res van die wêreld verhit, is reeds verby hierdie punt (Scholes & Engelbrecht, 2021).

Die verslag *Climate impacts in southern Africa during the 21st Century* (Scholes & Engelbrecht, 2021) beskryf hoe Suid-Afrika binne die volgende dekades sal uitdroog en aan geweldige droogtes en storms blootgestel sal word wat tot massa-uitsterwing van spesies sal lei. Landbou sal mettertyd in die weste van die land bykans onmoontlik word namate dit uitdroog (sien Fig. 2). Die temperatuur in die noorde van die land sal dit vir mense onmoontlik maak om dit in die middel van die dag buite te waag. Die uiteinde van hierdie veranderings sal wees dat water- en voedselsekerheid in die land verlore sal wees, wat tot groot sosioëkonomiese agteruitgang sal lei.

## 5. Bestaansboere en voedselsekerheid in Suid-Afrika

Die Geïntegreerde Voedselsekerheidstrategie (Department of Agriculture, 2002) het die volgende bedreigings vir voedselsekerheid geïdentifiseer: swak institusionele ondersteuningsnetwerke en rampbestuurstelsels, onvoldoende en onstabiele huishoudelike kosproduksie, gebrek aan koopkrag en die swak voedingswaarde van kos wat mense genoop is om te eet.

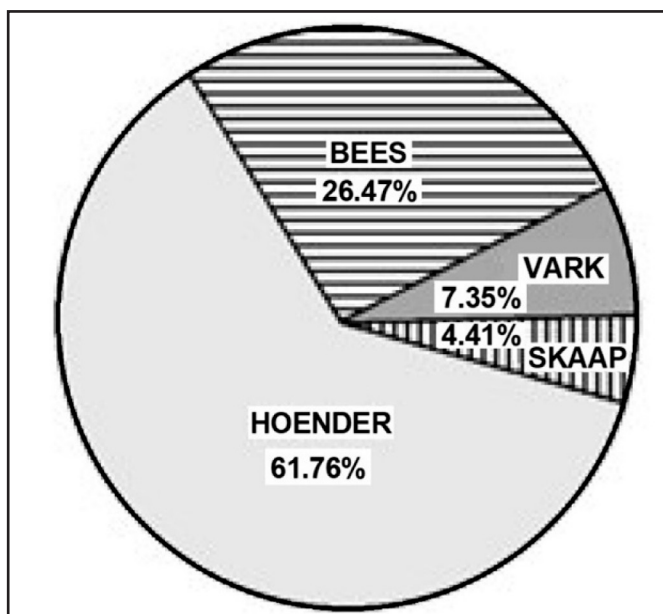
Een van die belangrikste prioriteite wat die Geïntegreerde Voedselsekerheidstrategie identifiseer, is die noodsaaklikheid daarvan dat huishoudelike kosproduksie verhoog word. Werklose mense sal noodgedwonge hul eie kos moet verbou om nie van honger te vergaan nie. Volgens Statistieke Suid-Afrika het minder as 15,2% van huishoudings in 2017 hul eie kos gekweek, maar dit het teen 2020 tot 17,2% gestyg. Hierdie merkbare toename in landboubeoefening dui daarop dat om voedsel te kweek as aanvullende manier om voedsel vir huishoudings te bekom 'n reaksie is op afleggings en 'n verlies aan inkomste wat op die uitbraak van Covid-19 gevolg het (Statistics South Africa, 2022).

Die meeste huishoudings wat hul eie kos verbou, kom in die Oos-Kaap, Limpopo en Mpumalanga voor, waar minstens 'n kwart van die huishoudings sedert 2017 kos hoofsaaklik vir huishoudelike gebruik verbou. Gedurende die Covid-19-pandemie was daar 'n beduidende toename in die kweek van kos vir eie gebruik in Mpumalanga, die Noord-Kaap, die Vrystaat, die Oos-Kaap en KwaZulu-Natal (Statistics South Africa, 2022).

Die konvensionele boerderypraktyke wat in Suid-Afrika toegepas word, benodig groot hoeveelhede water (Skowno *et al.*, 2018). Elders in die wêreld word drupbesproeiing in droogtegeteisterde gebiede gebruik, wat goedkoper as besproeiing is en daarbenewens minder water verbruik (Valentin *et al.*, 2020). Ongelukkig sluit die regering se planne vir voedselsekerheid nie die vermindering of meer effektiewe gebruik van water in nie. Dit is 'n fatale flater in die lig van die uitwerking wat klimaatsverandering en bevolkingsaanwas op ons reeds skaars waterbronne het.

'n Belangrike saak wat die regering se voedselsekerheidstrategieë uit die oog verloor, is dat die mense van Suid-Afrika nie vegetaries is nie. Die gemiddelde Suid-Afrikaner eet 60-70 kg vleis per jaar (Ndlela & Murcott, 2021) (sien Fig. 3).

Hoender, bees, vark en skaap is die hoofbronne van vleis vir die gemiddelde Suid-Afrikaner (Shahbandeh, 2019). Hoender, wat heelwat goedkoper as ander vleissoorte is, maak ongeveer tweederdes van die Suid-Afrikaanse vleisgebruik uit (Department of Agriculture, Forestry and Fisheries, 2019). Suid-Afrikaners verbruik meer vleis per capita as enige ander land in Afrika (Ndlela & Murcott, 2021).



**Figuur 3:** Die per capita-gebruik van vleis in Suid-Afrika in 2017 (aangepas uit Berkhout, 2019).

Die grootste probleem wat bestaansboere wat vleis, melk of eiers produseer, in die gesig staar, is die hoë en steeds stygende voerpryse. Wit- en geelmielies, wat meer as 50% van veevoer uitmaak, het in Julie 2022 meer as R4 300 per ton gekos (Standard Bank, 2022). Hierdie enkele feit maak dit bykans onmoontlik vir kleinboere en bestaansboere om met hoenders te boer, veral in die lig van die onbillike mededinging met die verspreiders van gestorte hoenders.

## 6. Metaangas en klimaatsverandering

Alle kos kom direk of indirek van fotosintese. Ongeveer 1,67 miljard hektaar word wêreldwyd vir landboudoeleindes gebruik (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2020). Ongeveer 12% en 26% van die aarde se kontinentale ysvrye landoppervlakte word vir onderskeidelik die verbouing van gewasse en veeweiding gebruik (Science Communication Unit, 2013). Daar word bereken dat jaarliks gemiddeld nog 'n verdere 6 miljoen hektaar natuurlike veld en woude in landerye omskep word (Deininger & Byerlee, 2011).

Ongelukkig beteken dit ook dat die ekologie in die gebiede wat vir landbou gebruik word, vernietig word (Tilman, 1999). Die plante en diere wat oorspronklik in 'n gebied voorgekom het, word eenvoudig uitgewis wanneer die veld skoongemaak word vir die verbouing van gewasse. Voorts word die riviere, grondwater en die grond self oorbenut en met landbouchemikalieë vergif, wat 'n veel groter gebied as die betrokke stuk landbougrond ekologies benadeel (Pimental & Levitan, 1986; Relyea, 2005).

Ongeveer 60% van metaangasafskiedings word deur antropogeniese aktiwiteite veroorsaak (Jackson *et al.*, 2020). Drie tipes antropogeniese aktiwiteite dra by tot meer as die helfte van die metaangas wat jaarliks in die atmosfeer vrygestel word. Die belangrikste bronne van

antropogeniese metaangasuitlatings is boerderybedrywighede (40%), fossielbrandstowwe (35%) en afvalhoop en afvalwater (20%) (Ravishankara *et al.*, 2021) (sien Fig. 4A).

Boerdery is die bron van drie kweekhuiskasse: koolsuurgas, metaan en stikstofdiksied (Ravishankara *et al.*, 2021), waarvan die een erger as die ander is. Metaangas se uitwerking as kweekhuiskas is 28 keer groter as dié van koolsuurgas en stikstofdiksied se effek op die atmosfeer is 265 keer groter as dié van koolsuurgas (Myhre *et al.*, 2013).

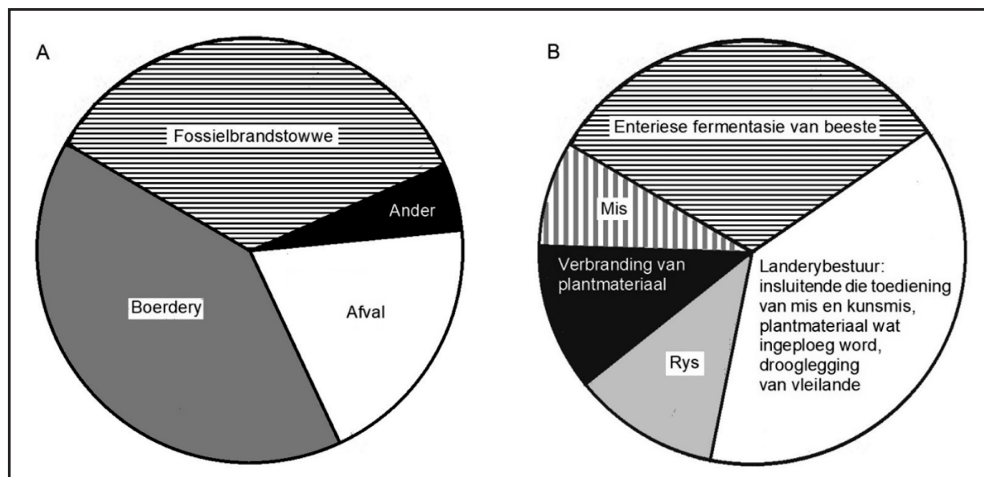
Die skuld vir die meeste metaangasvrystelling deur boerderye word meestal voor die deur van beesboerdery gelê. Een van die grootste wanpersepsies oor voedselproduksie wat deesdae al hoe meer algemeen in die media en selfs navorsingsreferate voorkom, is dat mense eerder groente as vleis moet eet om die planeet te red (Eshel *et al.*, 2019). Die hoofrede wat hiervoor aangevoer word, is dat vleisproduksie die grootste bydrae tot kweekhuiskasse lewer (Ritchie, 2020). Beeste, wat soos alle herkouters metaangas as deel van die herkouingproses opbring, word as die grootste bron van hierdie enteriese besoedeling beskou. Volgens Ravishankara *et al.* (2021) is beeste verantwoordelik vir 32% van die metaangasvrystellings deur boerderybedrywighede.

Wat die vleiskritici uit die oog verloor, is dat daar tot 'n eeu of twee gelede oorspronklik reusetrokke wild op die graslande en savannas en Karoo in suider Afrika gewei het. Hierdie wild is grootliks gedurende die vorige eeue deur jagters uitgewis (Stassen, 2010). Hierdie herkouters het voordat mense hulle uitgeskiet het, net soveel metaangas vervaardig as die beeste en skape wat nou daar loop. Solank oorbeweiding nie plaasvind nie, herstel beeste en skape juis die ekologie, terwyl miljoene hektaar se grasvelde en omliggende landskappe wêreldwyd deur gewasverbouing vernietig is (Ramankutty *et al.*, 2008; Kleijn *et al.*, 2009; Corbeels, 2012).

Grasvelde wat as weiding gebruik word, bevat, vergeleke met landerye, nog baie van die ekologiese komponente wat oorspronklik daar voorgekom het (Isbell *et al.*, 2019). Die aspek van die ekologie van grasvlaktes en savannas, wat die ergste deur antropogeniese aktiwiteite benadeel is, is die uitwissing van die groot grasvreters wat oorspronklik daar voorgekom het (Teague & Kreuter, 2020). Hierdie soogdiere, en veral die bokke en sebras, het oorspronklik 'n reuserol in die instandhouding van die grasveldekologie gespeel (Teague & Kreuter, 2020).

Bees-, skaap- en bokboerdery herstel die grasveldekologie in 'n mate deurdat hierdie gedomestiseerde spesies die gras vreet, mis in die grond intrap en 'n magdom diere direk en indirek met hul mis, sweet, bloed, uriene en karkasse onderhou (Van Klink *et al.*, 2014; Teague & Kreuter, 2020). Die bosluise, luise, vlieë, kewers en hul larwes wat hierop voed, is weer die voedsel vir visse, paddas, akkedisse, voëls en insekvetende soogdiere. In hierdie semiherstelde ekosisteme speel die mens, by afwesigheid van die soogdierkarnivore soos leeu, hiëna, luiperd en wilde hond wat ons uitgewis het, die rol van die predator en aasdiër. In hierdie aangepaste ekosisteme omskep beeste, skape en bokke jaarliks wêreldwyd 2,7 miljard ton plantmateriaal wat in plekke voorkom wat nie vir landbou geskik is nie, in eetbare proteïene wat deur mense benut word, terwyl hulle terselfdertyd 'n lewensbelangrike ekologiese rol speel (Poore & Nemecek, 2018; Teague & Kreuter, 2020).

Beeste wat met mielies in voerkrale gevoer word, is meer ekologies destruktief, omdat hulle met mielies gevoer word wat op landerye verbou word waar die ekologie totaal vernietig is en wat dan boonop met kunsmis bemis en met gifstowwe behandel word (United Nations Environment Programme, 2021). Ongeveer 'n derde van die graan wat jaarliks geproduseer word, word vir diervoer gebruik (Godfray *et al.*, 2010). Die metaangasproduksie van beeste wat op weivelde voorkom, word verdiskonteer deur die allerbelangrike ekologiese rol wat hulle vervul. Die ekologie trek egter geen voordeel uit gewasverbouing nie.



**Figuur 4A:** Antropogeniese metaangasbronne. **4B:** Bronne van metaangas en stikstofdioksied in die boerderysektor (aangepas uit Niggli et al., 2007, en Ravishankara et al., 2021).

Koolsuurgas, metaan en stikstofdioksied word deur onder meer verrotting van dooie plantmateriaal en organiese materiaal in die grond, die kap-en-brandmetode van ontbossing vir landbougrond en die verbranding van plantmateriaal op plase vrygestel (Ravishankara *et al.*, 2021). Die bestuur van landbougrond, die drooglegging van vleilande en die toediening van bemesting is ook groot bronne van kweekhuysgasse (Smith *et al.*, 2014; Grundling *et al.*, 2021). Ryslande is verantwoordelik vir 9-11% van metaangasvrystellings wat van boerderybedrywighede afkomstig is (Smith *et al.*, 2014; Ravishankara *et al.*, 2021). Van die grootste bronne van metaangas en stikstofdioksied wat van boerderybedrywighede afkomstig is, word deur bemesting van landerye met mis (15%) en kunsmis (12%) vrygestel (Smith *et al.*, 2014; Tian *et al.* 2020). Die verbranding van landbouafval, kap-en-brand van bosse vir landbougrond en die gebruik van biobrandstof dra tot nog 6-12 % van die metaan- en stikstofdioksiedvrystelling deur die boerderysektor by (Smith *et al.*, 2014) (sien Fig. 4B).

Daar word bereken dat ongeveer 'n derde van die kos wat wêreldwyd geproduseer word, uiteindelik nie geëet word nie en dus vermors word (Gustavsson *et al.*, 2011; Vilariño *et al.*, 2017). Kaloriegewys dra graan teen 53% vermorsing die meeste hiertoe by, gevolg deur wortels en knolle (14%), vrugte en groente (13%) en vleis (7%). Gewigsgewys word tot 44% van vrugte en groente en 20% van wortels en knolle vermors (Food and Agriculture Organization, 2011). Vleiskritici ignoreer die feit dat organiese materiaal in afvalhope, wat hoofsaaklik uit verboude gewasse bestaan, reushoeveelhede metaangas en koolsuurgas afskei; dit maak trouens die grootste deel uit van die 20% van die jaarlikse antropogeniese metaangasbesoedeling wat deur afvalhope afgeskei word (Ravishankara, 2021).

Wanneer al die voor- en nadele van vleisproduksie teenoor gewasproduksie opgeweeg word, is dit duidelik dat gewasproduksie 'n veel groter negatiewe uitwerking op die natuur as vleisproduksie het. Dit is egter belangrik om te let op die feit dat hoenders wêreldwyd verreweg die grootste bron van diereproteïen is en nie beesvleis nie. Die metaangasvrystellings van hoenders, vis en varke is ook nie naastenby soveel soos dié van herkouers soos beeste, skape en bokke nie (Gerber *et al.*, 2013; Poore & Nemecek, 2018). Hierdie feit maak die hele poging



om die vegetariese dieet as die meer verantwoordelike ekologiese keuse voor te hou, belaglik. Die grootste bydrae wat hoenders ten opsigte van ekologiese vernietiging lewer, is die feit dat hulle wêreldwyd met graan gevoer word, terwyl varke met afvalgroente en -vrugte, wat andersins op afvalhoop sal beland en daar metaangas sal vrystel, gevoer kan word (Salemdeeba *et al.*, 2017; Yapura, 2021). Op moderne varkplase word varke egter hoofsaaklik met intensief-verboude graangewasse gevoer (Yapura, 2021).

Opsommend is van die grootste negatiewe aspekte van boerdery die volgende:

- Die verwydering van inheemse plante en diere deur ontbossing en die omploeg van natuurlike grasvelde, vleilande, bosse en woude om landerye te vestig.
- Die ekologiese vernietiging wat deur boerdery veroorsaak word omdat inheemse plante en diere verwyder word ten einde landerye te skep, en deur die vergiftiging van plante en diere, insluitende nie-teikenorganismes soos bestuiwers en diere in omliggende rivierstelsels.
- Die gebruik van grondwater en water uit riviere vir besproeiing en vir diere, veral waar daar gepoog word om plase te bedryf in gebiede wat nie hoë reënval kry nie. In Suid-Afrika is daar weens die hoë temperatuur vergeleke met die prairies van die VSA en Kanada, wat heelwat koeler is, baie hoë evapotranspirasie, wat dit veral moeilik maak om in Suid-Afrika gewasse te verbou (Moore, 1988).
- Die produksie van kweekhuysgasse, insluitende metaangas en stikstofdoksied.

## 7. Alternatiewe boerderymetodes en voedselsekerheid in Suid-Afrika

Daar is egter 'n volhoubare alternatief vir voedselproduksie wat al hierdie negatiewe aspekte van tradisionele en moderne boerdery vermy. Sekere insekte bied 'n ekologies volhoubare alternatief vir graan as voer vir varke en hoenders. Die larwes van die swart soldaatvlieg (*Hermetia illucens*) (sien Figs. 5 & 6) word reeds in talle lande kommersieel geteel, gedroog en gemaal as voer vir visse, varke en hoenders (Wang & Shelomi, 2017; Chia *et al.*, 2021).

Die voedingswaarde van insekte is uitstekend, en insekte is in sommige opsigte voedsamer as werweldierprodukte (Orkusz, 2021). Kakkerlakmelk het byvoorbeeld drie keer die voedingswaarde van beesmelk (Banerjee *et al.*, 2016). Die larwes van die *H. illucens*, wat 'n wêreldwye verspreiding het, is 'n onverbeterlike bron van hoëgehalteproteïene en van onversadigde vette wat vir voer gebruik kan word (De Souza-Vilela *et al.*, 2019; Kaya *et al.*, 2021). Insekte is ook 'n goeie bron van minerale, maar daar is bevind dat verskillende spesies verskillende hoeveelhede van hierdie minerale het. Kriek, sprinkane en meelwurms het ook hoër konsentrasies van opneembare yster, kalsium, koper, sink en magnesium as beesvleis (Latunde-Dada *et al.*, 2016). Insekte bevat ook hoë vlakke van vitamien A, B<sub>2</sub> en C (Bernard & Womeni, 2017).

Die rede waarom minerale afkomstig van insekte so maklik opneembaar is en, vanuit die menslike perspektief gesien, so voedsaam is, is 'n bewys dat ons en ons voorouers se spysverteringstelsels en fisiologie oor miljoene jare so aangepas het om insekte as kosbron te benut. Trouens, die rede hoekom die eerste tetrapode die water verlaat het, was om insekte op land te eet (Shear & Selden, 2001). Omtrent al ons voorsate het van daardie tyd af insekte geëet: van die sinapsiede wat uit die vroeë tetrapode ontwikkel het, na die eerste soogdiere, die eerste primate, die hominiene, en uiteindelik die moderne mense (Tutin *et al.*, 1991; Jones *et al.*, 1994). Ons voorsate het hulle na vleisetery gewend toe hulle ongeveer twee miljoen jaar gelede wapens begin vervaardig het (Pobiner, 2013). Aanvanklik was hulle vleisdieet tot die aas van karkasse beperk, maar later, namate hul tegnologiese vaardigheid verbeter het, het hulle jagters

geword (Durand, 2010). Die domestisering van beeste het, saam met die domestisering van grane, ongeveer elf duisend jaar gelede plaasgevind (Scheu *et al.* 2015).

Die ekologiese en sosioëkonomiese voordele van *H. illucens* in plaas van graan as voer vir visse, varke en hoenders is enorm. *H. illucens* kan bykans gratis geteel word deur hulle organiese afval (verrotte groente, vrugte, mis en selfs karkasse) te voer, waardeur organiese afval wat in afvalhope sou beland, bowendien verminder word en dus selfs die toevoeging van metaangas en koolsuurgas tot die atmosfeer (Čičková *et al.*, 2015). Daarbenewens word die grootste struikelblok, naamlik die koste van graan, wat die bestaansboer en kleinboer verhoed om bekostigbare vleis te produseer uit die weg geruim.



**Figuur 5:** Die swart soldaatvlieg (*Hermetia illucens*)  
(Foto: François Durand).

Die gebruik van *H. illucens*-larwes as hoender- en varkvoer sal 'n groot bydrae lewer tot die afskaling van graan as voer. Dit sal weer grootliks bydra tot die gedeeltelike herstel van die ekologie omdat die gebruik van water en grond verminder word en dus ook die gebruik van kunsmis en gifstowwe. Die feit dat organiese afval wat in rommelhope beland, reeds 'n hoë waterinhoud bevat (Marston *et al.*, 2021), skakel die watergebruik wat kenmerkend op plase voorkom, in soldaatvlieg-larwe-aanlegte uit. Trouens, die water in die vrugte, groente en graanprodukte wat weggegooi word, kom alles reeds van plase af; in soldaatvlieg-larwe-aanlegte word dit egter hergebruik in stede daarvan dat dit in rommelhope beland (Amrul *et al.*, 2022).

Reeds in die vorige eeu is die potensiaal van die vervaardiging van veevoer uit huisvlieg-larwes (*Musca domestica*) bewys, maar die vrees vir die verspreiding van siektes het mense daarvan weerhou om dit as 'n lewensvatbare boerderypraktik aan te wend (Miller *et al.*, 1974; Hussein *et al.*, 2017). Die feit dat die volwasse soldaatvlieg nie voed nie, is baie voordelig in hierdie opsig, want dit verminder die moontlikheid dat hulle, in teenstelling met huisvlieë, as draers van siektes sal optree (Newton *et al.*, 2005).

Die soldaatvliegwyfies lê hul eiers naby die verrottende materiaal of mis, maar vermy dit andersins (Hoc *et al.*, 2019). Die larwes kruip uit die eiers na die verrottende materiaal en bly daarin vir die tydperk waartydens hulle voed en groei (Hoc *et al.*, 2019). Die voorpapias, wat nie meer voed nie, verlaat die verrottende materiaal en soek grond om in te tunnel om papias te vorm. Hierdie gedrag word gebruik om die soldaatvlieglarwes te oes, naamlik deur kanale om die migrerende voorpapias te maak sodat hulle in voerkrippe of houters val (Giannetti *et al.*, 2022).



**Figuur 6:** Larwes van die swart soldaatvlieg (*Hermetia illucens*)  
(Foto: François Durand).

Soldaatvliegmaaiers kan op bykans enige tipe organiese afval oorleef en kan aangewend word om bees-, vark- en hoendermis in bruikbare voedingstowwe om te skakel (Sheppard *et al.*, 1994; Liu *et al.*, 2022). Mis op plase is, net soos afvalhope, 'n groot bron van metaangas. Deur die mis as voeding vir soldaatvlieglarwes aan te wend, word dit as 'n omgewingsprobleem nie slegs met tot die helfte verminder nie, maar in 'n nuttige bron van voer omskep. Die larwes het die vermoë om die mikroflora van die verrottende materiaal en selfs mis te verander en sodoende skadelike bakterieë soos *Escherichia coli* en *Salmonella enterica* drasties te verminder (Van Huis *et al.*, 2013); daar word trouens vermoed dat die larwes natuurlike antibiotika besit (Sheppard *et al.*, 2008).

Die omskakeling van afval na insekte is baie meer effektief as die omskakeling van gras of graan na bees, vark of hoender (Oonincx *et al.*, 2015). Die omskakeling van voer na voedsel word bereken op grond van die massa kos wat 'n organisme moet eet voordat dit as kositem deur die mens benut kan word. Ongeveer 10 kg voer word byvoorbeeld benodig om 'n braaikuiken van 4,65 kg te produseer (Akinbobola, 2018). Die voedselomskakeling van voer na voedsel in die geval van die huiskriek (*Acheta domestica*) is twee keer meer effektief as by hoenders, vier keer beter as by varke en twaalf keer beter as by beeste (Van Huis *et al.*, 2013). 'n Soldaatvlieg-aanleg kan dus baie meer voedsel in 'n kleiner gebied met minder voer vervaardig as die vleis wat uit gras of graan vervaardig word. Insekte vorm een van die weinige kosprodukte wat sonder gifstowwe geteel moet word, wat voordele vir beide die natuur en menslike gesondheid inhou.

Die geleentheid wat swart soldaatvlieë bied, is reeds deur 'n paar Suid-Afrikaanse entrepreneurs aangegryp. BSF Breeding in Kaapstad en Jozi Bugs in Johannesburg is twee van die maatskappye wat lewende soldaatvlieg-larwes aan kopers landwyd verskaf. Inseco, die grootste insekproteïenvervaardiger in die suidelike halfgrond, vervaardig tans 100 ton ontvette insekproteïen en -olie per maand uit organiese afval (Squazzin, 2022). Hierdie aanleg van 10 000 vierkante meter buite Kaapstad verskaf voer vir die pluimvee, akwakultuur en die troeteldiermark in Suid-Afrika, maar beplan om mettertyd sy produkte oorsee ook te verkoop (Smout, 2022). Al is die swartsoldaatvliegbedryf nog in sy kinderskoene, word daar reeds talle werksgeleenthede geskep.

*H. illucens*-larwes kan selfs direk vir menslike gebruik aangewend word. Gourmet Grubb, 'n maatskappy in Kaapstad, vervaardig 'n tipe melk wat uit die larwes van die swart soldaatvlieg vervaardig word. Hierdie produk, wat onder die handelsnaam Entomilk verkoop word, bevat geen suiker nie, maar bevat yster, sink en kalsium en kan deur laktose-intolerante mense gebruik word (Noemdoe, 2019). Die maatskappy gebruik hierdie insekmelk om roomys te vervaardig, waarvoor hulle wêreldwye bekendheid verwerf het (Bailey, 2019). Onlangs het 'n restaurant, The Insect Experience, wat in insekdisse spesialiseer, in Kaapstad oopgemaak (Caboz, 2019).

Dit is hoogs waarskynlik dat larwes van die swart soldaatvlieg in die toekoms wêreldwyd as goedkoop, gesonde, ekologies volhoubare, alternatiewe voedselbron direk en indirek deur mense gebruik sal word (Van Huis *et al.*, 2013; Bessa *et al.*, 2020). Entomofagie, ofte wel die eet van insekte, is 'n algemene gebruik wat wêreldwyd voorkom. Ongeveer 1 900 spesies insekte word reeds deur ongeveer 2 miljard mense, veral in Asië, Suid-Amerika en Afrika, geëet (Bernard & Womeni, 2017). Dit is 'n nutjie vir die meeste Westerlinge, wat, sonder om objektief daaroor na te dink, krapstokkies, garnale, kreef, mossels, slakke en heuning sal eet, terwyl hulle die eet van sprinkane, termiete en mopaniewurms met afgryse bejeën. Hierdie kulturele vooroordele is slegs dit – daar is geen wetenskaplike, mediese of voedingskundige rede vir die vooroordele nie.

Vir die omgewingsbewuste persoon wat op 'n volhoubare wyse voedsel wil produseer, is die gebruik van die larwes van die swart soldaatvlieg 'n uitstekende, omgewingsvriendelike alternatief wat as voer in akwakultuur en hoender- en varkboerdery gebruik kan word. Vir die verarmde Suid-Afrikaner wat verhongering in die gesig staar na gelang die land al hoe meer onder sosioëkonomiese verval en die aanslag van klimaatsverandering gebuk gaan, bied swart soldaatvlieë die enigste volhoubare en bekostigbare alternatief vir ekonomiese vooruitgang en voedselsekuriteit.



## BIBLIOGRAFIE

- Akinbobola A. 2018. Broiler feeding guide, growth & weight chart. <https://www.livestocking.net/standard-broiler-feed-chart-growth-weight> [5 September 2022].
- Amrul, NF; Kabir Ahmad, I; Ahmad Basri, NE; Suja, F; Abdul Jalil, NA; Azman, NA. 2022. A review of organic waste treatment using black soldier fly (*Hermetia illucens*). *Sustainability* 14, 4565. <https://doi.org/10.3390/su14084565> [30 Oktober 2022].
- Arndt, C; Davies, R; Gabriel, S; Harris, L; Makrelov, K; Modise, B; Robinson, S; Simbanegavi, W; Van Seventer, D & Anderson L. 2020. Impact of Covid-19 on the South African economy: An initial analysis. Southern Africa –Towards Inclusive Economic Development (SA-TIED), Working Paper 111. April 2020. <https://sa-tied.wider.unu.edu/sites/default/files/pdf/SA-TIED-WP-111.pdf> [30 Oktober 2022].
- Bailey, S. 2019. This luxury ice cream is made from insects. *CNN Business*. <https://edition.cnn.com/2019/07/25/business/gourmet-grubb-insect-ice-cream-intl/index.html> [5 September 2022].
- Banerjee, S; Coussens, NP; Gallat, F-X; Sathyanarayanan, N; Srikanth, J; Yagi, KJ; Gray, JSS; Tobe, SS; Stay, B; Chavas, LMG & Ramaswamy S. 2016. Structure of a heterogeneous, glycosylated, lipid-bound, in vivo-grown protein crystal at atomic resolution from the viviparous cockroach *Diploptera punctata*. *IUCrJ* 3(4):282-293.
- Berkhout, N. 2019. Chicken meat imports dominate the South African poultry market. *BizCommunity*. 5 November 2019. <https://www.bizcommunity.com/Article/196/742/197520.html> [5 September 2022].
- Bernard, T & Womeni, HM. 2017. Entomophagy: Insects as food. In: Shields, VDC (ed.). *Insect physiology and ecology*, pp. 233-253. [https://www.researchgate.net/publication/316431740\\_Entomophagy\\_Insects\\_as\\_Food/link/590067ebaca2725bd71f1b9e/download](https://www.researchgate.net/publication/316431740_Entomophagy_Insects_as_Food/link/590067ebaca2725bd71f1b9e/download) [5 September 2022].
- Bessa, LW; Pieterse, E; Marais, J & Hoffman, LC. 2020. Why for feed and not for human consumption? The black soldier fly larvae. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 19(5):2747-2763.
- Caboz, J. 2019. South Africa's first all-insect restaurant is open for business – and the bugs are delicious. *Business Insider SA*. <https://www.businessinsider.co.za/south-africas-first-all-insect-restaurant-is-open-for-business-and-the-bugs-are-delicious-2019-7> [5 September 2022].
- Chia, SY; Tanga, CM; Osuga, IM; Alaru, AO; Mwangi, DM; Githinji, M; Dubois, T; Ekesi, S; Van Loon, JJA & Dicke, M. 2021. Black soldier fly larval meal in feed enhances growth performance, carcass yield and meat quality of finishing pigs. *Journal of Insects as Food and Feed*, 7(4):433-447.
- Čičková, H; Newton, GL; Lacy, RC & Kozánek, M. 2015. The use of fly larvae for organic waste treatment. *Waste Management*, 35(1):68-80.
- Commission of Inquiry into Allegations of State Capture. 2022. Hillside House, 17 Empire Road, Parktown, Johannesburg, South Africa. 2193 <https://www.statecapture.org.za/site/information/reports>
- Corbeels, M. 2012. Agro-ecological attributes of conservation agriculture for sustainable land use. The International Symposium Agriculture and the Environment, 2012. <http://library.wur.nl/ojs/index.php/AE2012/article/view/12448/12595> [5 September 2022].
- Davies, R. 2017. Die aanwysing van die Musina-Makhado Spesiale Ekonomiese Gebied (MMSEG). *Staatskoerant*, No. 41287 van 1 Desember 2017.
- Deinlinger, K & Byerlee, D. 2011. Rising global interest in farmland: Can it yield sustainable and equitable benefits? Washington: The International Bank for Reconstruction and Development / The World Bank. <https://www.sifi.se/wp-content/uploads/2011/02/Rising-global-interest-in-farmland-WB.pdf> [5 September 2022].
- Delta Built Environment Consultants (Pty) Ltd. 2019. Musina-Makhado Special Economic Zone Development, Final Scoping Report. [https://cer.org.za/wp-content/uploads/2019/11/P17102\\_REPORTS\\_1\\_REV-03-Final-Scoping-Assessment-Report-2019-06-05.pdf](https://cer.org.za/wp-content/uploads/2019/11/P17102_REPORTS_1_REV-03-Final-Scoping-Assessment-Report-2019-06-05.pdf) [30 Oktober 2022].
- Deng Yaowen. 2021. Musina Makhado: South Africa's budding carbon emitter. *China Dialogue*, 6 Mei 2021. <https://chinadialogue.net/en/business/musina-makhado-south-africa-budding-carbon-emitter/> [30 Oktober 2022].



- Department of Agriculture, Forestry and Fisheries. 2019. *South African fertilizers market analysis report*. <https://www.dalrrd.gov.za/doaDev/sideMenu/Marketing/Annual%20Publications/South%20African%20Fertilizer%20Market%20Analysis%20Report%202020.pdf> [5 September 2022].
- Department of Forestry, Fisheries and the Environment. 2020. Environmental Affairs fines Chinese fishing trawlers for being on South African waters. 26 April 2020. <https://www.gov.za/speeches/environmental-affairs-fines-chinese-fishing-trawlers-being-south-african-waters-26-apr-2020> [5 September 2022].
- Department of Agriculture. 2002. *The integrated food security strategy for South Africa*. <https://www.gov.za/documents/integrated-food-security-strategy-south-africa> [5 September 2022].
- Department of Agriculture, Land Reform and Rural Development. 2020. *A profile of the South African wheat market value chain*. <https://www.dalrrd.gov.za/doaDev/sideMenu/Marketing/Annual%20Publications/Commodity%20Profiles/field%20crops/Wheat%20Market%20Value%20Chain%20Profile%202020.pdf> [5 September 2022].
- De Souza-Vilela, J, Andrew, NR, & Ruhnke, I. 2019. Insect protein in animal nutrition. *Animal Production Science*, 59(11):2029-2036.
- Durand, JF. 2010. The rise of the human predator and the transcendence of consciousness. In: Du Toit, CW (ed.), *Homo transcendentalis? Transcendence in science and religion: Interdisciplinary perspectives*. *South African Science and Religion Forum (SASRF) series*, 14:53-75.
- Ensor, L. 2012. SA poultry producers unmoved by Davies' tariff plan. *Business Live*, 27 December 2012.
- Eshel, G; Stainier, P; Shepon, A & Swaminathan, A. 2019. Environmentally optimal, nutritionally sound, protein and energy conserving plant based alternatives to U.S. Meat. *Scientific Reports* 9, Article number: 10345. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-46590-1> [5 September 2022].
- European Commission. 2009. Food security: Understanding and meeting the challenges of poverty, Publications Office of the European Union, Luxembourg. <https://socialprotection.gov.bd/wp-content/uploads/2017/06/EU-on-Food-security.pdf> [30 Oktober 2022].
- Feffer, J. 2021. Chinese fossil fuel investments in Africa. *Foreign Policy in Focus*. <https://fpif.org/chinese-fossil-fuel-investments-in-africa/> [5 September 2022].
- FAO, IFAD, UNICEF, WFP and WHO. 2021. The state of food security and nutrition in the world 2021: Transforming food systems for food security, improved nutrition and affordable healthy diets for all. Rome, FAO. <https://www.fao.org/3/cb4474en/online/cb4474en.html> [5 September 2022].
- Food and Agriculture Organization, 2011. Global Food Losses and Waste. Extent, Causes and Prevention. <http://www.fao.org/docrep/014/mb060e/mb060e00.pdf> [30 Oktober 2022].
- Food and Agriculture Organization. 2020. Land use in agriculture by the numbers. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. [https://www.fao.org/sustainability/news/detail/en/c/1274219/#:~:text=Global%20trends,and%20pastures\)%20for%20grazing%20livestock](https://www.fao.org/sustainability/news/detail/en/c/1274219/#:~:text=Global%20trends,and%20pastures)%20for%20grazing%20livestock) [5 September 2022].
- Galal, S. 2022. Import volume of meat in South Africa 2020, by type. STATISTA. <https://www.statista.com/statistics/1310512/import-volume-of-meat-in-south-africa-by-type/> [5 September 2022].
- Gerber, PJ; Steinfeld, H; Henderson, B; Mottet, A; Opio, C; Dijkman, J; Falcucci, A & Tempio, G. 2013. Tackling climate change through livestock: A global assessment of emissions and mitigation opportunities.: *Food and Agriculture Organization of the United Nations* (FAO), Rome. 115 pp.
- Giannetti, D; Schifani, E; Reggiani, R; Mazzoni, E; Reguzzi, MC; Castracani, C; Spotti, FA; Giardina, B; Mori, A; Grasso, DA. 2022. Do it by Yourself: Larval Locomotion in the Black Soldier Fly *Hermetia illucens*, with a novel "self-harvesting" method to separate prepupae. *Insects* 13(2) <https://doi.org/10.3390/insects13020127> [30 Oktober 2022].
- Godfray, HCJ; Beddington, JR; Crute, IR; Haddad, L; Lawrence, D; Muir, JF; Pretty, J; Robinson, S; Thomas, SM & Toulmin, C. 2010. Food security: The challenge of feeding 9 billion people. *Science*, 327, 812 (5967):812-818.
- Grundling, P-L; Grundling, AT; Pretorius, L; Mulders, J & Mitchel S. 2017. South African peatlands: ecohydrological characteristics and socio-economic value. *Water Research Commission Report No. 2346/1/17*.
- Grundling, P-L; Grundling, AT; Van Deventer, H & Le Roux, JP. 2021. Current state, pressures and protection of South African peatlands. *Mires and Peat*, 27(26):1-25.

- Gumede, W. 2013. *South Africa in BRICS: Salvation or ruination?*. Tafelberg-Short-Africa-Salvation-ruination-ebook/dp/B00FRHV7LC.
- Gustavsson, J; Cederberg, C; Van Otterdijk, R & Meybeck, A. 2011. Global food losses and food waste – extent, causes and prevention. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. [https://www.fao.org/fileadmin/user\\_upload/sustainability/pdf/Global\\_Food\\_Losses\\_and\\_Food\\_Waste.pdf](https://www.fao.org/fileadmin/user_upload/sustainability/pdf/Global_Food_Losses_and_Food_Waste.pdf) [5 September 2022].
- Hermanus, L. 2021. Making sense of jobs in South Africa's just energy transition: Managing the impact of a coal transition on employment. Trade & Industrial Policy Strategies, Policy Brief: 3/2021, April 2021. [https://www.tips.org.za/images/Policy\\_Brief\\_Making\\_sense\\_of\\_jobs\\_in\\_South\\_Africas\\_just\\_energy\\_transition\\_Managing\\_the\\_impact\\_of\\_a\\_coal\\_transition\\_on\\_employment\\_April\\_2021.pdf](https://www.tips.org.za/images/Policy_Brief_Making_sense_of_jobs_in_South_Africas_just_energy_transition_Managing_the_impact_of_a_coal_transition_on_employment_April_2021.pdf) [30 Oktober 2022].
- Hobbs, J; Draper, P & Beswick, C. 2018. Poultry tariffs in South Africa: Levelling the playing field or rewarding inefficiency? *Africa's Competitiveness in the Global Economy*, pp. 351-386.
- Hoc, B; Noël, G; Carpentier, J; Francis F & Megido, RC. 2019. Optimization of black soldier fly (*Hermetia illucens*) artificial reproduction. *PLoS One*, 14(4): e0216160. Published online 2019 Apr 30. doi: 10.1371/journal.pone.0216160. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6490921/#pone.0216160.ref016> [2- Oktober 2022].
- Hussein, M; Pillai, VV; Goddard, JM; Park, HG; Kothapalli, KS; Ross, DS; Ketterings, QM; Brenna, JT; Milstein, MB; Marquis, H; Johnson, PA; Nyrop, JP & Selvaraj, V. 2017. Sustainable production of housefly (*Musca domestica*) larvae as a protein-rich feed ingredient by utilizing cattle manure. *PLoS One*. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0171708> [5 September 2022].
- Intergovernmental Panel on Climate Change. 2007. Climate Change 2007. Impacts, adaptation and vulnerability. [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/ar4\\_wg2\\_full\\_report.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/ar4_wg2_full_report.pdf) [30 Oktober 2022].
- Isbell, F; Tilman, D; Reich, PB & Clark, AT. 2019. Deficits of biodiversity and productivity linger a century after agricultural abandonment. *Nature Ecology and Evolution* 3:1533-1538. <https://doi.org/10.1038/s41559-019-1012-1> [30 Oktober 2022].
- Jackson, RB; Saunio, M; Bousquet, P; Canadell, JG; Poulter, B; Stavert, AR, Bergamaschi, P; Niwa, Y; Segers, A & Tsuruta, A. 2020. Increasing anthropogenic methane emissions arise equally from agricultural and fossil fuel sources. *Environmental Research Letters*, 15 071002. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/ab9ed2> [30 Oktober 2022].
- Jones, S; Martin, R; Pilbeam, D. 1994. *The Cambridge Encyclopedia of Human Evolution*. Cambridge University Press.
- Kaya, C; Generalovic, TN; Ståhls, G; Hauser, M; Samayoa, AC; Nunes-Silva, CG; Roxburgh, H; Wohlfahrt, J; Ewusie, EA; Kenis, M; Hanboonsong, Y; Orozco, J; Carrejo, N; Nakamura, S; Gasco, L; Rojo, S; Tanga, SM; Meier, R; Rhode, C; Picar, CJ; Jiggins, CD; Leiber, F; Tomberlin, JK; Hasselmann, M; Blanckenhorn, WU; Kapun, M & Sandrock, C. 2021. Global population genetic structure and demographic trajectories of the black soldier fly, *Hermetia illucens*. *BMC Biology*, 19(1):1-22. <https://doi.org/10.1186/s12915-021-01029-w> [5 September 2022].
- Kleijn, D; Kohler, F; Báldi, A; Batáry, P; Concepción, ED; Clough, Y; Díaz, M; Gabriel, D; Holzschuh, A; Knop, E; Kovács, A; Marshall, EJP; Tschernitzke, T & Verhulst, J. 2009. On the relationship between farmland biodiversity and land-use intensity in Europe. *Proceedings of the Royal Society*, 276(1658):903-909.
- Kleven, A. 2016. China's fishing fleet plundering African waters. *The Japan Times*, 4 September 2016.
- Lambrechts, D. 2013. Chinese syndicates and poaching in South Africa: the case of abalone. CCS Commentary 3 Junie 2013. Centre for Chinese Studies. [http://www0.sun.ac.za/ccs/wp-content/uploads/2013/06/CCS\\_Commentary\\_Abalone\\_DL\\_2013.pdf](http://www0.sun.ac.za/ccs/wp-content/uploads/2013/06/CCS_Commentary_Abalone_DL_2013.pdf) [30 Oktober 2022].
- Latunde-Dada, GO; Yang, W & Aviles, MV. 2016. In vitro iron availability from insects and sirloin beef. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 64(44):8420-8424.
- Leonard, L. 2019. Communities, mining corporations and corruption in South Africa. *News 24*, 12 Februarie 2019.
- Liebenberg, L. 2022. The rationale for Musina-Makhado Special Economic Zone is an industrial-scale lie. *Daily Maverick*, 24 April.

- Liliana, H. 2005. *The food gaps: The impacts of climate change on food production: A 2020 perspective*, Universal Ecological Fund, Alexandria, VA, USA.
- Liu, T; Klammersteiner, K; Mikhailovich, A; Vinay, D; Yuwen, K; Zengqiang, Z; Mukesh, Z & Awasthia, K. 2022. Black soldier fly larvae for organic manure recycling and its potential for a circular bioeconomy: A review. *Science of The Total Environment*, 833(1):155122.
- Marston, LT; Read, QD; Brown, SP & Muth, MK. 2021. Reducing water scarcity by reducing food loss and waste. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 5:651476. doi: 10.3389/fsufs.2021.651476 <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fsufs.2021.651476/full> [30 Oktober 2022].
- Masipa, TS. 2017. The impact of climate change on food security in South Africa: Current realities and challenges ahead. *Jamba*, 2017; 9(1): 411, doi: 10.4102/jamba.v9i1.411. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6014268/> [5 September 2022].
- Miller, BF; Teotia, JS & Thatcher, TO. 1974. Digestion of poultry manure by *Musca domestica*. *British Poultry Science*, 15(2):231-234.
- Moore, A; Van Eck, JAJ; Van Niekerk, JP & Robertson, BL. 1988. Evapotranspiration in three plant communities of *Rhizogonum trichotomum* habitat at Upington. *Journal of the Grassland Society of Southern Africa*, 5:80-84.
- Munnik, V. 2020. Water risks of coal driven mega projects in Limpopo: the MCWAP and the EMSEZ, Technical Report. <https://www.researchgate.net/publication/341160046> [30 Oktober 2022].
- Myhre, G; Shindell, D; Bréon, F-M; Collins, W; Fuglestedt, J.; Huang, J; Koch, D; Lamarque, J-F; Lee, D; Mendoza, B; Nakajima, T; Robock, S; Stephens, G; Takemura, T & Zhang, H. 2013. Anthropogenic and Natural Radiative Forcing. In: Stocker, TF; Qin, D; Plattner G-K; Tignor, M; Allen, SK; Boschung, J; Nauels, A; Xia, Y; Bex, V & Midgley PM. (eds). *Climate change 2013: The physical science basis*. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- Naidu, S. 2021. The impact of COVID-19: The conundrum of South Africa's socio-economic landscape. *Accord*, 3 March 2021. <https://www.accord.org.za/analysis/the-impact-of-covid-19-the-conundrum-of-south-africas-socio-economic-landscape/> [5 September 2022].
- Ndlela, TS & Murcott, MJ. 2021. Innovative regulation of meat consumption in South Africa: An environmental rights perspective. *Potchefstroom Electronic Law Journal*, 24:1-47. <https://doi.org/10.17159/1727-3781/2021/v24i0a7519> [5 September 2022].
- Newton, L; Sheppard, C; Watson, DW; Burtle, G; Dove, R; Tomberlin, J & Thelen, E. 2005. Using the black soldier fly, *Hermetia Illucens*, as a value-added tool for the management of swine manure. <https://www.scirp.org/%28S%28351jmbntvnsjt1aadkposzje%29%29/reference/referencespapers.aspx?referenceid=2263506> [30 Oktober 2022].
- Niggli, U; Schmid, H & Fliessbach, A. 2007. Organic farming and climate change. Briefing prepared by the Research Institute of Organic Agriculture FiBL, Frick, Switzerland, for the International Trade Centre ITC, Geneva, Switzerland. [https://www.researchgate.net/publication/28684793\\_Organic\\_Farming\\_and\\_Climate\\_Change](https://www.researchgate.net/publication/28684793_Organic_Farming_and_Climate_Change) [5 September 2022].
- Ning Yat Hoi. 2019. Onderhoud met die EMSEZ projekbestuurder in die *China Reform Daily*, 15 Mei 2019.
- Noemdoe, D. 2019. The world's first ever dairy alternative made with insect larvae created in Mzansi. [www.foodformzansi.co.za](http://www.foodformzansi.co.za) [30 Oktober 2022].
- Ofusori, A. 2020. Implication of corruption on economic growth in South Africa. Democracy Development Program. 6 October 2020. <https://ddp.org.za/blog/2020/10/06/implication-of-corruption-on-economic-growth-in-south-africa/> [30 Oktober 2022].
- Olufemi, AC; Oluwatosin, P & Mji, A. 2018. Conflict implications of coal mining and environmental pollution in South Africa – Lessons from Niger Delta, Nigeria. *African Journal on Conflict Resolution*, 2018(1):7-35.
- Ooninx, DGAB; Van Broekhoven, S; Van Huis, A & Van Loon JJA. 2015. Feed Conversion, Survival and Development, and Composition of Four Insect Species on Diets Composed of Food By-Products. *PLoS One*, 10(12): e0144601. Published online 2015 Dec 23. doi: 10.1371/journal.pone.0144601.
- Orkus, A. 2021. Edible insects versus meat – nutritional comparison: knowledge of their composition is the key to good health. *Nutrients*, 13(4):1207. doi: 10.3390/nu13041207.

- Pimental, D & Levitan, L. 1986. Pesticides: amounts applied and amounts reaching pests. *BioScience*, 36(2):86-91.
- Pobiner, B. 2013. Evidence for meat-eating by early humans. *Nature Education Knowledge*, 4(6):1. <https://www.nature.com/scitable/knowledge/library/evidence-for-meat-eating-by-early-humans-103874273/> [30 Oktober 2022].
- Poore, J & Nemecek, T. 2018. Reducing food's environmental impacts through producers and consumers. *Science*, 360(6392):987-992.
- Ramankutty, N; Evan, AT; Monfreda, C & Foley, JA. 2008. Farming the planet: Geographic distribution of global agricultural lands in the year 2000. *Global Biogeochemical Cycles*, 22(1), DOI:10.1029/2007GB002952.
- Relyea, R. 2005. The impact of insecticides and herbicides on the biodiversity and productivity of aquatic communities. *Ecological Applications*, 15(2):618-627.
- Ravishankara, AR; Kuylenstierna, JCI; Michalopoulou, E; HöglundIsaksson, L; Zhang, Y; Seltzer, K; Ru, M; Castolino, R; Faluvegi, G; Naik, V; Horowitz, L; He, J; Lamarque, J-F; Sudo, K; Collins, WJ; Malley, C; Harmsen, M; Stark, K; Junkin, J; Li, G; Glick, A & Borgford-Parnell, N. 2021. *Global methane assessment: Benefits and costs of mitigating methane emissions*. United Nations Environment Programme and Climate and Clean Air Coalition. Nairobi: United Nations Environment Programme. <https://www.unep.org/resources/report/global-methane-assessment-benefits-and-costs-mitigating-methane-emissions> [5 September 2022].
- Ritchie, H. 2020. The carbon footprint of foods: are differences explained by the impacts of methane? *Our World in Data*. <https://ourworldindata.org/carbon-footprint-food-methane> [30 Oktober 2022].
- Salemdeeba, R; Zu Ermgassen, EKHJ; Hyung Kim, M; Balmford, A & Al-Tabbaa, A. 2017. Environmental and health impacts of using food waste as animal feed: a comparative analysis of food waste management options. *Journal of Cleaner Production*, 140(2):871-880.
- Sand, P. 2021. South Africa sees coal market in China as demand shoots up. *The Africa Logistics*, April 9, 2021. <https://www.theafricalogistics.com/2021/04/09/south-africa-sees-coal-market-in-china-as-demand-shoots-up/> [30 Oktober 2022].
- Scheu, A; Powell, A; Bollongino, R; Vigne, J-D; Tresset, A; Çakırlar, C; Benecke, N & Burger J. 2015. The genetic prehistory of domesticated cattle from their origin to the spread across Europe. *BMC Genet*, 16:54. doi: 10.1186/s12863-015-0203-2. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4445560/#> [30 Oktober 2022].
- Scholes, R & Engelbrecht, F. 2021. Climate impacts in southern Africa during the 21st Century. Report for Earthjustice and the Centre for Environmental Rights. <https://lifeaftercoal.org.za/wp-content/uploads/2021/10/Scholes-and-Engelbrecht.2021.Climate-impacts-in-Southern-Africa-during-the-21st-Century.pdf> [30 Oktober 2022].
- Science Communication Unit, University of the West of England, Bristol. 2013. Science for environment policy in-depth report: Sustainable food. Report produced for the European Commission DG Environment. <http://ec.europa.eu/science-environment-policy> [5 September 2022].
- Sguazzin, A. 2022. Biggest insect protein plant in Southern Hemisphere raises seed funding. *Bloomberg Africa Edition*, 21 April 2022. <https://www.bloomberg.com/news/articles/2022-04-21/biggest-insect-plant-in-southern-hemisphere-raises-seed-funding> [30 Oktober 2022].
- Shahbandeh, M. 2019. Per capita consumption of meat in the South Africa by type 2010-2017. *Statista*, 31 Januarie 2019. <https://www.statista.com/statistics/963216/per-capita-consumption-of-meat-by-type-south-africa/> [30 Oktober 2022].
- Shear, WA & Selden, PA. 2001. Rustling in the undergrowth: animals in early terrestrial ecosystems. In: Gensel, PG & Edwards, D (eds). *Plants invade the land: evolutionary and environmental perspectives*. New York: Columbia University Press, pp. 29-51.
- Sheppard, DC; Newton, GL; Thompson, SA & Savage, S. 1994. A value added manure management system using the black soldier fly. *Bioresource Technology*, 50(3):275-279.
- Sheppard, DC; Newton, GL; & Burtle, G. 2008. Black soldier fly prepupae: A compelling alternative to fish meal and fish oil. A public comment prepared in response to a request by the National Marine Fisheries Service, 15 November 2007, to gather information on alternative feeds for aquaculture. NOAA-USDA Alternative Feeds Initiative. Public Comment on Alternative Feeds for Aquaculture: Comments received by NOAA 15/11/2007 - 29/2/2008.



- Skowno, AL; Poole, CJ; Raimondo, DC; Sink, KJ; Van Deventer, H; Van Niekerk, L; Harris, LR; Smith-Adao, LB; Tolley, KA; Zengeya, TA; Foden, WB; Midgley, GF & Driver, A. 2019. *National biodiversity assessment 2018: The status of South Africa's ecosystems and biodiversity. Synthesis Report*. South African National Biodiversity Institute, an entity of the Department of Environment, Forestry and Fisheries, Pretoria. pp. 1-214.
- Smith P; Bustamante, M; Ahammad, H; Clark, H; Dong, H; Elsiddig, EA; Haberl, H; Harper, R; House, J; Jafari, M; Masera, O; Mbow, C; Ravindranath, NH; Rice, CW; Robledo Abad, C; Romanovskaya, A; Sperling, F & Tubiello, F. 2014. Agriculture, forestry and other land use (AFOLU). In: Edenhofer, O; Pichs-Madruga, R; Sokona, Y; Farahani, E; Kadner, S.; Seyboth, K; Adler, A; Baum, I; Brunner, S; Eickemeier, P; Kriemann, B; Savolainen, J; Schlömer, S; Von Stechow, C; Zwickel T & Minx, JC (eds). *Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change*. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, United Kingdom, and New York, NY, USA: Cambridge University Press.
- Smout, J. 2022. Black soldier fly – Tiny insect holds potential to transform our waste, agricultural, medical, and food landscapes. *Daily Maverick*, 21 June 2022. <https://www.dailymaverick.co.za/article/2022-06-21-tiny-insect-holds-potential-to-transform-our-waste-agricultural-medical-and-food-landscapes/> [5 September 2022].
- Standard Bank. 2022. *Field Crops* 1 July 2022. [AgribusinessInsights@standardbank.co.za](mailto:AgribusinessInsights@standardbank.co.za). [5 September 2022].
- Stassen, N. 2010. Die Dorslandtrekke na Angola en die redes daarvoor (1874-1928). *Historia*, 55(1):32-54.
- Statistics South Africa. 2022. *Measuring food security in South Africa: Applying the food insecurity experience scale*. Statistics South Africa, Report 03-00-19.
- Teague, R & Kreuter, U. 2020. Managing grazing to restore soil health, ecosystem function, and ecosystem services. In: *Livestock production and the functioning of agricultural ecosystems*, Volume I, Frontiers in Sustainable Food Systems 29, <https://doi.org/10.3389/fsufs.2020.534187> [5 September 2022].
- Thompson, L. 2022. Final rubber stamp for the Musina-Makhado Special Economic Zone travesty. *Mail and Guardian*, 1 March 2022.
- Tian, H; Xu, R; Canadell, P; Thompson, R; Winiwarter, W; Suntharalingam, P; Davidson, E; Ciais, P; Jackson, RB; Janssens-Maenhout, G; Prather, M; Regnier, P; Pan, N; Pan, S; Peters, G; Shi, H; Tubiello, F; Zaehle, S; Zhou, F; Arneeth, A; Battaglia, G; Berthet, S; Bopp, L; Bouwman, A; Buitenhuis, E; Chang, J; Chipperfield, M; Dangal, S; Dlugokencky, E; Elkins, J; Eyre, B; Fu, B; Hall, B; Ito, A; Joos, F; Krummel, P; Landolfi, A; Laruelle, G; Lauerwald, R; Li, W; Lienert, S; Maavara, T; MacLeod, M; Millet, D; Olin, S; Patra, PK; Prinn, R; Raymond, P; Ruiz, D; Van der Werf, G; Vuichard, N; Wang, J; Weiss, R; Wells, KC; Wilson, C; Yang, J & Yao, Y. 2020. A comprehensive quantification of global nitrous oxide sources and sinks. *Nature*, 584:248-256.
- Tilman, D. 1999. Global environmental impacts of agricultural expansion: The need for sustainable and efficient practices. *PNAS*, 96(11):5995-6000.
- Tutin, CE; Fernandez, M; Rogers, ME; Williamson, EA; McGrew, WC; Altmann, SA; Southgate, DAT; Crowe, I; Tutin, CEG; Whiten, A; Conklin, NL; Barrett, L. 1991. Foraging profiles of sympatric lowland gorillas and chimpanzees in the Lopé Reserve, Gabon. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences*. 334(1270):179-186.
- United Nations Environment Programme. 2021. Our global food system is the primary driver of biodiversity loss. Press Release 3 February 2021. <https://www.unep.org/news-and-stories/press-release/our-global-food-system-primary-driver-biodiversity-loss> [30 Oktober 2022].
- Valentin, F; Nortes, PA; Dominguez, A; Sánchez, JM; Intrigliolo, DS; Alarcón, JJ & López-Urrea, R. 2020. Comparing evapotranspiration and yield performance of maize under sprinkler, superficial and subsurface drip irrigation in a semi-arid environment. *Irrigation Science*, 38:105-115.
- Van Huis, A; Van Itterbeeck, J; Klunder, H; Mertens, E; Halloran, A; Muir, G & Vantomme, P. 2013. Edible insects: future prospects for food and feed security. *FAO Forestry Paper* No. 171, Rome. <http://www.fao.org/docrep/018/i3253e/i3253e00.htm> [5 September 2022].
- Van Klink, R; Van der Plas, F; Van Noordwijk, CGE; Wallis de Vries, MF & Olff, H. 2014. Effects of large herbivores on grassland arthropod diversity. *Biological Reviews*, 90(2):347-366.



- Van Zyl, A. 2022. Government trying to steamroller MMSEZ project, says SOLVE. Zoutpansberger 8 Julie 2022. <https://www.zoutpansberger.co.za/articles/news/56254/2022-07-08/government-trying-to-steamroller-mmsez-project-says-solve> [3 November 2022].
- Vilariño, MV; Franco, C & Quarrington, C. 2017. Food loss and waste reduction as an integral part of a circular economy. *Frontiers in Environmental Science*, 17 May 2017. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2017.00021> [5 September 2022].
- Wang, YS & Shelomi, M. 2017. Review of black soldier fly (*Hermetia illucens*) as animal feed and human food. *Foods*, 6(10):91. doi: 10.3390/foods6100091. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5664030/#B48-foods-06-00091> [30 Oktober 2022].
- Woetzel, J; Pinner, D; Samandari, H; Engel, H; Krishnan, M; McCullough, R & Melzer, T. 2020. How will African farmers adjust to changing patterns of precipitation? Case study: Agriculture in Africa. Physical hazards and socioeconomic impacts. McKinsey Global Institute, pp. 19. <https://www.mckinsey.com/~media/mckinsey/business%20functions/sustainability/our%20insights/climate%20risk%20and%20response%20physical%20hazards%20and%20socioeconomic%20impacts/mgi-climate-risk-and-response-full-report-vf.ashx> [5 September 2022].
- World Bank. 2020a. South Africa Unemployment Rate 1991–2022. <https://www.macrotrends.net/countries/ZAF/south-africa/unemployment-rate> [30 Oktober 2022].
- World Bank. 2020b. South Africa Youth Unemployment Rate 1991–2022. <https://www.macrotrends.net/countries/ZAF/south-africa/youth-unemployment-rate> [30 Oktober 2022].
- World Food Summit. 1996. *Report of the World Food Summit, 13–17 November 1996, Rome*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Yapura, S. 2021. Importance of corn in animal production. *Veterinaria Digital*. <https://www.veterinariadigital.com/en/articulos/importance-of-corn-in-animal-production/> [30 Oktober 2022].