



**EKONOMI
HÖGSKOLAN**
Lunds universitet

Klimatförändringens påverkan på jordbruket i Afrika, söder om Sahara

Viktor Knops och Martin Pehrsson

Augusti 2010

Handledare: Yves Bourdet och Joakim Gullstrand

Kandidatuppsats
Nationalekonomiska Institutionen

Abstract

Klimatförändringar har de senaste decennierna varit ett hett debatterat ämne. De flesta forskare är idag överens om att medeltemperaturen kommer att stiga och att medelnederbörden kommer att variera i större uträckningen till följd av bl.a. koldioxidutsläpp. Vi har i vår uppsats utgått från tidigare forskning och gjort en sammanställning hur Afrikas jordbruk påverkas av klimatförändringar. Utifrån dessa undersökningar har vi belyst vilka möjligheter och anpassningsmetoder som bör vidtas för att minska de negativa effekterna av klimatförändringar i Afrika. Vi har beskrivit tre vanligt förekommande forskningsmodeller som används för att beräkna klimatförändringarnas ekonomiska påverkan på jordbruket, dessa är: Agronomiska modellen, Ricardianska modellen och Landzon modellen. Vi har valt att göra en mer ingående analys av den Ricardianska modellen då den är mer frekvent återkommande i forskningen. Vi har inte kunnat använda oss av egna värden eftersom det är svårt att få fram tillförlitlig data för de ekonomiska värdena i Afrika. Vi drar slutsatsen utifrån tidigare studier att klimatförändringar påverkar jordbruket negativt men med hjälp av anpassningsmekanismer, humankapital och investeringar kan Afrika vända den negativa trenden och öka sin livsmedelsproduktion.

Nyckelord: Afrika, jordbruk, klimatförändringar, anpassningsmetoder, Ricardianska modellen

Akronymer

AVS	Afrika, Västindien och Stilla havet
BNP	Bruttonationalprodukt
CAADP	Comprehensive African Agricultural Development Program
CO2	Koldioxid
EPA	Environmental Protection Agency
FAO	Food and Agriculture Organization
FARA	Forum for Agricultural Research in Africa
FARM	Future agricultural resources model
FN	Förenta Nationerna
GCM	General Circulation model
GFDL	Geophysical fluid dynamics laboratory
GISS	Goddard Institute for Space Studies,
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
NE	Nationalencyklopedin
NGO	Non-governmental organization
OSU	Oregon State University
SRES	Special report on emission scenarios
UKMO	United Kingdom Meteorological Office
UNEP	United Nations Environment Programme
UNESCO	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization
USAID	United States Agency for International Development

Innehållsförteckning

1	Inledning	1
2	Afrika, klimatet och jordbruket	3
2.1	Klimatet	3
2.2	Afrika	7
2.2.1	Nederbörd	7
2.2.2	Temperatur	9
2.3	Afrikanska jordbruket	11
2.3.1	Struktur	11
2.3.2	Jordbruksprognoser	13
3	Grödor	15
3.1	Viktiga grödor	15
4	Klimatförändringarnas effekt på jordbruket i Afrika	20
4.1	Introduktion till klimatförändringsmodeller	20
4.2	Bakgrund climateffekter	22
5	Metod, valda teorier och forskningsmodeller	23
5.1	Agronomiska grödmodeller	26
5.2	Ricardianska modeller med utgångspunkt från en Ricardiansk analys	27
5.3	Landzon studier	30
6	Översikt över empiriska studier	33
6.1	Inledning	33
6.2	Tabell för översikt	33
6.3	Betydelsefulla studier	34
7	Klimatanpassning	37
7.1	Anpassningsmekanismer	38
7.1.1	Jordbruksanpassning	38
7.1.2	Monetär anpassning	39
7.1.3	Handelsanpassning	39
8	Resultat, Kritik och Slutsats	41
8.1	Resultat	41
8.2	Kritik	42

8.3 Slutsats	42
Appendix.....	45
Referenser	48

1 Inledning

Nästan två tredjedelar av världens undernärda människor bor i Afrika (USDA, 2010). Det afrikanska jordbruket har under längre tid haft en lägre produktionsnivå och avkastning på livsmedelsproduktionen, om man jämför med resten av världen. Det kan till viss del förklaras av bl.a. låg teknologisk nivå, svag organisering och oklara äganderättigheter.

Jordbrukssektorn står nu inför utmaningen att anpassa sig efter klimatförändringar. Klimatförändringar bidrar till högre medeltemperatur, högre havsnivåer, längre torkperioder och mer varierande nederbörd.

Den afrikanska jordbrukssektorn har en ”inbyggd” anpassningsförmåga, men de långsiktiga klimatförändringarna kommer att sätta nytt tryck på den redan befintliga anpassningsförmågan. De sekundära förändringarna som orsakas av klimatförändringar förväntas pressa människornas förmåga och ekosystem kommer att få det svårt att återhämta sig från väderförhållanden och andra naturkatastrofer. IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) uppmanar därför till en ”planerad anpassning” vilket många av de afrikanska länderna har dåliga förutsättningar att hantera om de inte får hjälp. Bristen på förutsättningar gör det svårt att möta de långsiktiga förändringarna inom klimatet (IPCC, 2007).

Syftet med uppsatsen är att analysera hur den afrikanska jordbruksproduktionen har och förväntas påverkas av klimatförändringar. Vår studie bygger på tidigare befintliga studier. Vi kommer endast att utreda de viktigaste aspekterna kring klimatförändringarnas påverkan på livsmedelsproduktionen i Afrika söder om Sahara. Uppsatsen kommer endast övergripande behandla de vetenskapliga teorierna som berör klimatförändringarna, då det ligger utanför det nationalekonomiska området.

Uppsatsens huvudfråga är: *”Vilka möjligheter finns det för den afrikanska livsmedelsproduktionen att utvecklas utifrån klimatförändringen?”* Vi kommer med hjälp av delfrågor försöka besvara huvudfrågan. Uppsatsen delfrågor ser ut på följande sätt:

- *Vilka förändringar har skett och kommer att ske inom jordbrukssektorn som en följd av klimatförändringen?*
- *Hur ser forskningen kring klimatförändringarna och jordbruksutveckling i Afrika ut?*
- *Vilka möjligheter finns det för det afrikanska jordbruket att utvecklas trots klimatförändringar?*

Vi har valt att disponera uppsatsen i sju kapitel. Kapitel två tar upp hur klimatet och jordbruket ser ut i dagens Afrika, samt hur dessa förändrats och förväntade framtida förändring. Kapitel tre tar upp vanligt förekommande grödor och hur de påverkas av klimatförändringar. I det fjärde kapitlet analyseras klimatförändringarnas effekter på jordbruket i Afrika. Kapitel fem förklara visar vilka metoder som främst används vid mätning av effekterna på jordbruk vid klimatförändringar. För att få en klar översikt behandlas andra empiriska studier i kapitel sex.

Klimatanpassningar och vilka anpassningsmekanismer och strategier som kan användas analyseras i kapitel sju. Slutligen sker en resultat, kritik och slutsats i kapitel åtta.

2 Afrika, klimatet och jordbruket

2.1 Klimatet

Klimatförändring orsakas främst av en ökad växthuseffekt, som till viss del beror på ökade utsläpp av koldioxid (CO₂). Utsläppen av koldioxid sker främst vid förbränningen av fossila bränslen, vilket påverkar växthuseffekten (Nationalencyklopedin NE, 2010). Växthuseffekten är en av de största orsakerna till den ökade medeltemperaturen i världen, speciellt de senaste decennierna. Forskning visar att medeltemperaturen kommer att fortsätta öka oavsett mänskliga ingrepp under minst de två kommande årtiondena (IPCC, 2007). En höjning i temperaturen kommer att bli en stor utmaning för jordbrukssektorn i utvecklingsländerna.

Förlängda torrperioder, minskad regnnivå och höjd temperatur antas främst slå hårt mot de länder som ligger i de tropiska och subtropiska regionerna i världen. Den ökade temperaturen medför en försämrade vattenbalans som förväntas skada ländernas redan hårt pressade jordbrukssektor. En global uppvärmning kan skapa en obalans genom att exempelvis ge ökad nederbörd i delar av världen och en minskad i andra (Padgham, 2009, s 17). Exempelvis har områden i östra och södra Afrika redan drabbats av klimatförändringarna hårt eftersom många hushåll är beroende av redan marginaliserade naturresurser för sin försörjning. Klimatförändringarna kommer att ställa den redan hårt pressade afrikanska jordbruksproduktionen på ytterligare prov (FAO, 2007).

Klimatet på den afrikanska kontinenten beror på kontinentens position i den tropiska zonen, svala havsvindar och avsaknaden av stora bergskedjor som fungerar som klimatgränser. Afrika brukar delas upp i åtta klimatzoner.

- 1) *Tropiskt regnskogsklimat* i den centrala delen av kontinenten runt ekvatorn, där den årliga medeltemperaturen är ca 27°C och medelnederbörden ca 1800 mm per år.
- 2) *Ekvatorialt klimat*, som liknar tropiskt regnskogsklimat dock koncentreras nederbörden till en regnsäsong.

3) *Tropiskt savannklimat*, som omfattar 1/5 av kontinenten. Denna klimatzon karaktäriseras av en regnsäsong på sommaren och en torrperiod på vintern. Den årliga nederbörden varierar från 550 mm till mer än 1550 mm.

4) *Savannklimat* som gradvis övergår till torrare stäppklimat.

5) *Stäpp klimat*, där nederbörden varierar mellan 250 och 500 mm och är koncentrerad till en regnsäsong.

6) *Ökenklimat*, som involverar Saharaöknen, Afrikas horn i öst, samt Kalahari- och Namibiaöknen i södra Afrika. I dessa områden är den årliga medelnederbörden mindre än 250 mm och den årliga medeltemperaturen mer än 30°C.

7) *Medelhavsklimat* som finns i nordvästra och sydvästra Afrika, dessa regioner karaktäriseras av milda, regniga vintrar och varma, torra somrar.

8) *Marint klimat* finns i sydöstra Afrika och delar av Madagaskar, denna klimatzon upplever nederbörd året runt med störst nederbörd under sommaren. Temperaturen varierar mellan 0°C och 18°C.

Avvikande klimat finns, i Östafrika - främst i Kenya och Uganda där nederbörden är jämnt fördelad och små skillnader i medeltemperaturen över året - samt på högplatån i Södra Afrika där klimatet är tempererat (Africanaonline).

Om klimatzonerna kan även nämnas att 50 % av Afrikas yta har otillräcklig nederbörd, 92 % av kontinenten upplever klimatkontraster såsom vattenbrist i områden där det finns störst behov och överutbud där vattentillgången inte kan användas till fullo. 8 % av den Afrikanska landytan har tropiskt klimat med 10 till 12 månader nederbörd.

(Dinar et al, 2008, sid 18)

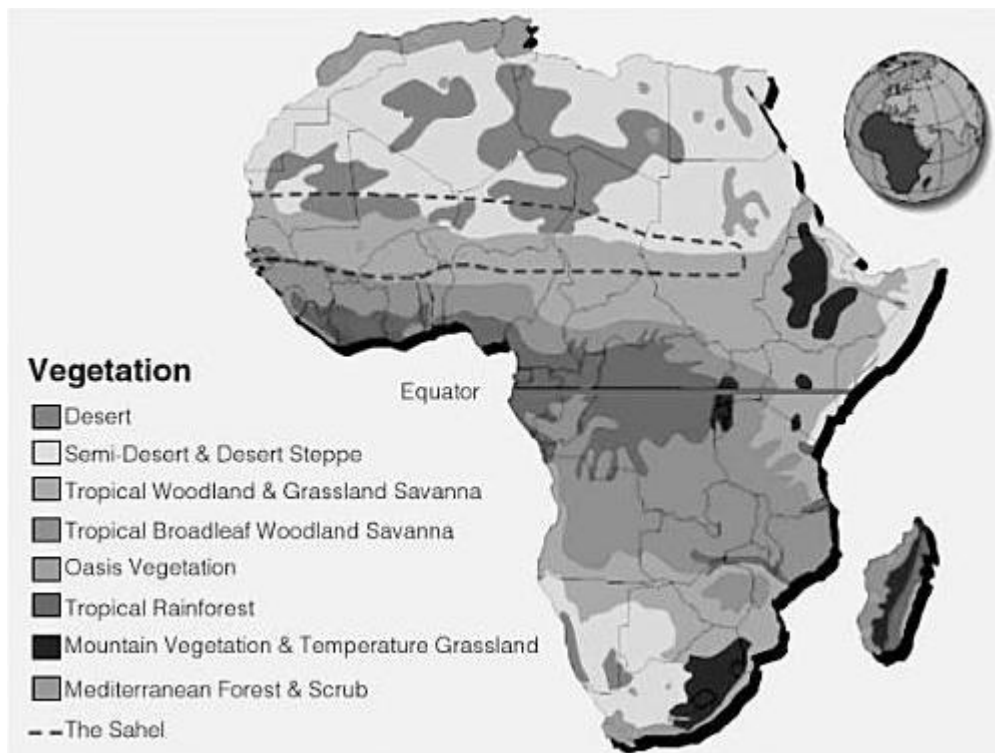
Historiskt sett visar klimatet oroväckande tendenser för de flest länder i Afrika. Under 1900-talet har det skett en uppvärmning på ca 0,7°C över större delen av kontinenten. Det förväntas att öka med ca 0,05 grader per decennium med något högre uppvärmning i juni-november än i perioden december-maj. Det kommer att ske en minskad nederbörd över stora delar av Sahel (det halvtorra området söder om Sahara), och en ökad nederbörd i östra Centralafrika (Magadza, 2001; Hulme et al., 2001).

Kopplat till klimatzonerna brukar Afrika även delas upp i nio olika vegetationszoner:

1) *Ökenvegetation*, med stenig och sandig mark där är växtligheten obefintlig förutom några växter som har anpassat sig till ett begränsat vattenutbud.

- 2) *Ökenstepp* som innehåller brun eller svart jord med hög bördighet som täcks av kort gräs eller buskar med ytliga rötter.
- 3) *Grässavann* som består av lågväxande träd och buskar, till följd av återkommande torrperioder är gräs nästan helt frånvarande.
- 4) *Tropisk savann* karaktäriseras av medelhöga träd (15-20 meter) och hög gräsväxtlighet.
- 5) *Oasvegetation* där bevattningssystem är ihopkopplad med underjordiska vattensystem
- 6) *Tropisk regnskog*, som har den största artvariationen i grödor. Skogen domineras av höga lövträd (45-55 meter)
- 7) *Högplatå och tempererad vegetation* innehåller lågväxande träd samt jordar med hög bördighet och gynnsamt jordbruksklimat
- 8) *Medelhavsvegetation* består av blandad löv- och barrskog samt buskskog, vanliga träd är Ek och Tall.
- 9) *Sahel* är en bred region söder om Sahara öken. Detta är en region som sakta håller på att omvandlas från tropisk savann till öken. (Dinar et al, 2008, s 19)

Figur 1 Afrikas vegetationszoner



Källa: Dinar et al, 2008, s 19

Kartan visar Afrikas vegetationszoner och dessa gränser.

Att många hushåll inte kan möta klimatförändringen beror till viss del på bristfällig information till befolkningen. Dock finns det många hjälporganisationer vars mål är att upplysa bönder i u-länder om klimatförändringarna.(Ziervogel, G m.fl. s.28).

Trots den bristande informationen om klimatförändringarnas påverkan på jordbruket försöker de afrikanska jordbrukarna anpassa sig till klimatvariationerna utifrån sina egna erfarenheter. Som en effekt av klimatförändringarna har stora regioner med en redan marginell produktion tvingats ut ur produktion p.g.a. längre torkperioder, utökning av ökenområden och minskad tillgång till grundvatten. Även utan klimatförändring kommer afrikanska jordbrukare ha stora problem med vattentillgång och förväntad vattenmiljö. Vissa områden i Afrika är väldigt känsliga för vattenvariationen eftersom det inte ens har tillräckligt med vatten för att underhålla sina grödor eller boskap (Dinar et al, 2008 p.1).

2.2 Afrika

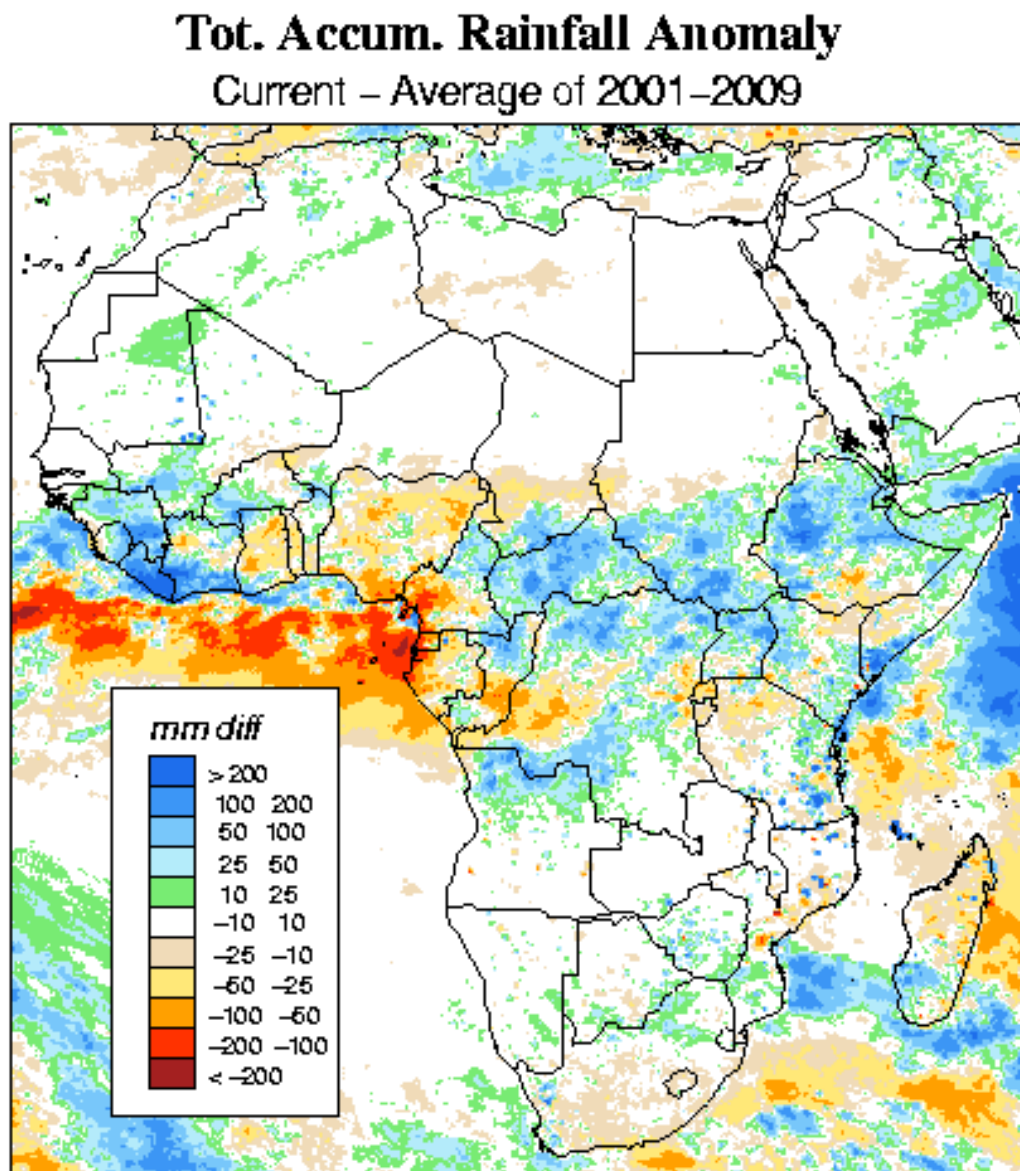
2.2.1 Nederbörd

Den genomsnittliga nederbörden i Afrika har minskat väsentligt sedan 1968 (UNEP, 1999). Den minskade nederbörden beror på kortare regnperioder vilket förvärrar den redan otillräckliga vattenförsörjningen för jordbruksproduktionen. Eftersom många länder i Afrika får mindre än 500 mm nederbörd, klassas dessa länder som torra länder av FN (UNEP, 2006).

Den minskade nederbörden förväntas bestå till följd av klimatförändringarna. Under de senaste åren har mönstret av den minskade nederbörden ökat frekvensen av torka och översvämningar. Många länder, däribland Botswana, Burkina Faso, Tchad, Etiopien, Kenya, Mauretanien och Moçambique, har erfarenhet av en regelbunden torka (UNEP, 2006). Trots den minskade nederbörden över större delen av kontinenten blir översvämningar allt vanligare. Exempelvis skedde en stor översvämning 2007 i Västafrika, drabbade länder var Ghana, Benin, Togo, Burkina Faso och Nigeria. Översvämningen var förödande och ledde till förlust av mycket jordbruksmark, skador på transportnätet, sjukdomsutbrott och människoliv. Afrika har redan ett stort underskott i livsmedelproduktionen i många områden och p.g.a. ytterligare nedgång i markfuktighet och/eller översvämningar förväntas det afrikanska jordbruket få det fortsatt svårt (Manneh, et al, 2007, s 4).

Förutom minskad nederbörd och ökade översvämningar finns det flera faktorer som kan leda till torka, men som inte alltid är uppenbara. Den ”osynliga” torkan är en faktor som hindrar bönder på existensminimum från att nå en regelbunden och hög avkastning. Den ”osynliga” torkan sker genom miljöförstöring och ökenutbredning. (R. Gommès, F. Petrassi, 1996).

Figur 2, Medelvärdet av nederbörden under perioden 2001 – 2009



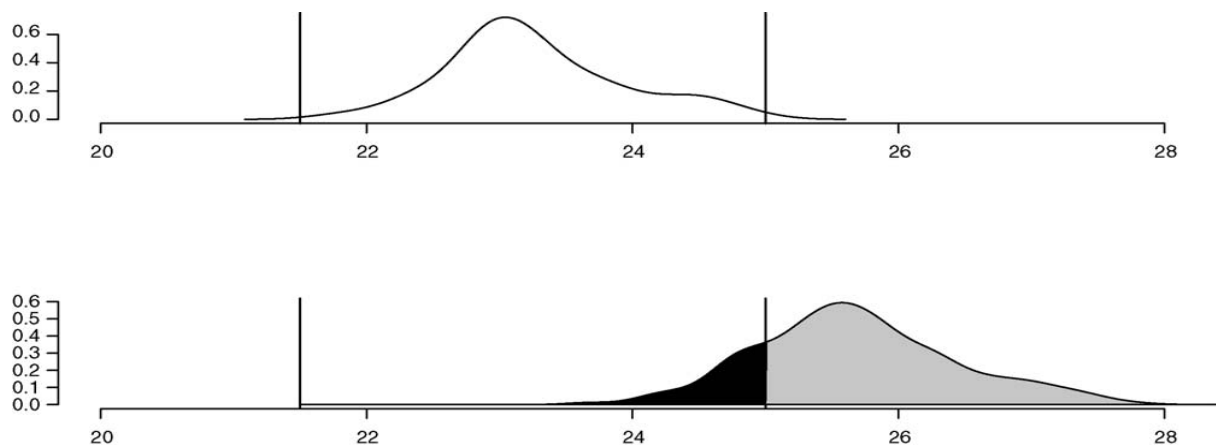
Källa: <http://earlywarning.usgs.gov/ftp2/afrraindry/rsum100601.png>

Figur 2 visar hur mycket medelnederbörden har minskat eller ökat mellan 2001 och 2009.

2.2.2 Temperatur

Medeltemperaturen i Afrika har under de senaste 30 åren visat på en uppåtgående trend och långt över det långsiktiga genomsnittet under de senaste 100 åren. De fem varmaste åren i Afrika under det senaste århundradet inträffade sedan 1988, med 1988 och 1995 som de två varmaste åren (Magadza, 2001). Den ökande temperaturen har lett till en snabbare snösmältning i bergen. Exempelvis har glaciärerna på Kilimanjaro krympt med 73 % under det senaste århundradet (Mastny, 2000) även glaciärerna på Mount Kenya och Ruwenzoribergen har också successivt börjat minska (UNEP, 2002). Detta har lett till att många vattendrag kring bergen som tidigare försörjts med vatten från den årliga snösmältningen har torkat ut. (Hulme, 2001)

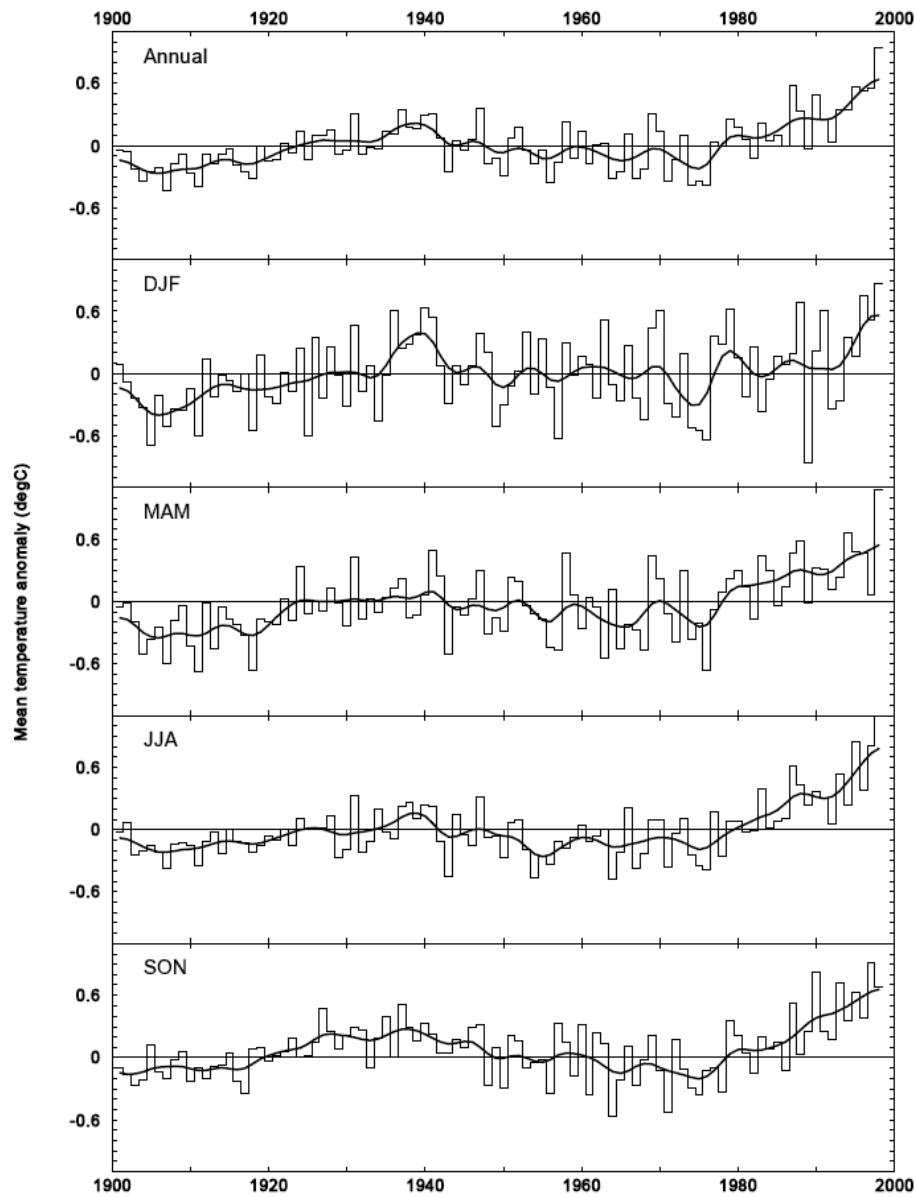
Figur 3, Hypotetisk förändring i odlingsäsongstemperatur



(Källa: Marshall B. Burke, et al, 2009 s. 318)

Figur 3 visar en teoretisk regions odlingsäsongstemperatur i Afrika. Y-axeln visar den procentuella fördelningen av temperaturen och X-axeln visar medeltemperaturen. Den övre grafen är baserat på historiska temperaturer mellan 1960-2002 i °C i ett konfidensintervall där sträcken anger 5 och 95 percentilen av observationerna. Den nedre grafen är en simulerad säsongstemperatur år 2050 baserat på motsvarande historiska variationer plus förväntade förändringar i medeltemperaturen.

Figur 4, Medelluftstemperaturen för den afrikanska kontinenten



(Källa: Pak Sum, Low, 2005, s 31)

Figur 4 visar medelluftstemperaturen för den afrikanska kontinenten, 1901-1998, uttryckt i förhållande till 1961-1990 i genomsnitt per år med fyra säsonger (DJF - december, januari, februari, MAM - mars, april, maj, JJA - juni, juli, augusti, SON - september, oktober, november)

2.3 Afrikanska jordbruket

Utveckling av det afrikanska jordbruket de senaste 10-15 åren präglas i stora drag av utveckling från självständighetsperioden under 1950-talet, då en stor del av jordbruket reglerades av statligt styrda institutioner. Jordbruket formades under denna period av statliga uppköp, låg ersättning till bönder för livsmedelsgrödor, subventioner på insatsvaror som utsäde och handelsgödsel, satsning på exportinriktade grödor dessutom förekom en utbredd korruption och misshushållning. I slutet av 1980-talet ställde Världsbanken omfattande reformkrav på de afrikanska länderna i syfte att marknadsanpassa jordbruket. Detta skifte gick till en början trögt eftersom det saknades fungerande marknadsaktörer, infrastruktur och kommunikation. Sedan mitten av 1990-talet har läget för den afrikanska ekonomi förbättrats vilket i sin tur påverkat jordbruket, genom en ökad livsmedelsproduktion och förbättrad konkurrenskraft för exportgrödorna. Sedan 2001 har tillväxttakten i jordbruksexport, såväl i volym som värde, överstigit medelvärdet för samtliga länder i världen. Afrikas andel av den totala jordbruksexporten i världen har stabiliserats kring 2-3 % och förväntas öka. Organisationen CAADP (Comprehensive African Agricultural Development Program) har satt upp tillväxtmålet 6 % per år för jordbrukssektorn i varje land. 2005 hade 14 länder uppnått detta mål (Gerremo, 2009, s 8).

Parallellt har den låga investeringstakten i jordbruket i förhållande till industrisektorn bidragit till att moderniseringen inom jordbrukssektorn gått långsamt. Den långsamma utvecklingen har i sin tur fördröjt nödvändiga teknologiska förändringar samt olika former av effektiviseringar och mekanisering (Haggblade 2007).

2.3.1 Struktur

Många länder i Afrika har en dualistisk lantbruksstruktur som består av små familjelantbruk och stora plantagelantbruk. Regeringarna är i stor mån den formella ägaren av all mark på landsbygden (Gerremo, 2009, s 5). Eftersom jordbruket och hantering av naturresurser är viktiga för de afrikanska ekonomierna, blev decentraliseringen av jordbrukets

forskningsinstitutioner till regionalnivå betydande för den framtida utvecklingen av jordbruket. (Prage, 2004, s 5)

Av kontinentens totala areal på 30 miljoner km², används ca 6 % till produktivt jordbruk, och ytterligare 26 % används som betesmark. Förutsättningar för det afrikanska jordbruket skiljer i många avseende från andra världsdelar. Dels genom att stora arealer inte alls eller enbart marginellt passar jordbruk, beroende på öken, savann eller låg bördighet i jorden, (NE), dels genom större årsnederbördsvariationer, med över 2000 mm i Västafrikanska kustområden och nära 0 mm i de inre delarna av Sahara.(Gerremo, 2009, s 4) En stor del av de afrikanska jordarna är näringsfattiga, tidigare användes svedjejordbruk för att tillföra näring till jordarna, men för att upprätthålla ett mer produktivt lantbruk krävs näringstillförsel i form av handelsgödsel, framförallt behöver de afrikanska jordarna få en ökning av fosfor. (Gerremo 2009, s 6) De bästa jordbruksmarkerna är begränsad till högländsområden i Kamerun och Östafrika, floddeltan längs floderna Nilen, Kongo m.fl. samt tempererade områden i Norra och Södra Afrika. (NE)

I många afrikanska länder är jordbruket en betydande del av landets ekonomi. I länder som Tchad, Demokratiska Republiken Kongo och Centralafrikanska republiken står jordbruket för mer än 50 % av bruttonationalprodukten (BNP). Av den arbetsföra befolkningen i Afrika beräknas drygt hälften vara verksamma i jordbrukssektorn. I länder som Angola, Namibia, Kenya och Tanzania arbetar över 80 % av arbetskraften inom jordbrukssektorn (CIA World factbook). En ekonomisk tillväxt och en aktiv fattigdomsbekämpning kräver produktivitetsökningar i jordbruket (Haggblade 2007). Detta eftersom jordbruket kan ge de fattigaste en snabb förbättring i inkomst genom en direkt och förbättrad tekniköverföring. Det är först genom ökad produktion och produktivitet som jordbrukarna får ökade inkomster. "No country has achieved mass dollar poverty reduction without prior investment in agriculture" enligt Michael Lipton 2007.

Tidigare studier tyder på att investeringar i kollektiva nyttigheter som jordbruksforskning, jordbruksinvesteringar och vägnät utgör ett av de mest effektiva sätten som finns tillgängliga för att stimulera ekonomisk tillväxt och minska fattigdom (Funk, C & Brown, M, 2009 s.287).

2.3.2 Jordbruksprognoser

En vetenskaplig bedömning om hur den framtida jordbruksproduktionen i Afrika kommer att utvecklas är fortfarande mycket svårbedömd. Eftersom forskare använder beräkningar och prognoser av jordbrukets bidrag till BNP och konsekvenser för BNP p.g.a. klimatförändringar.

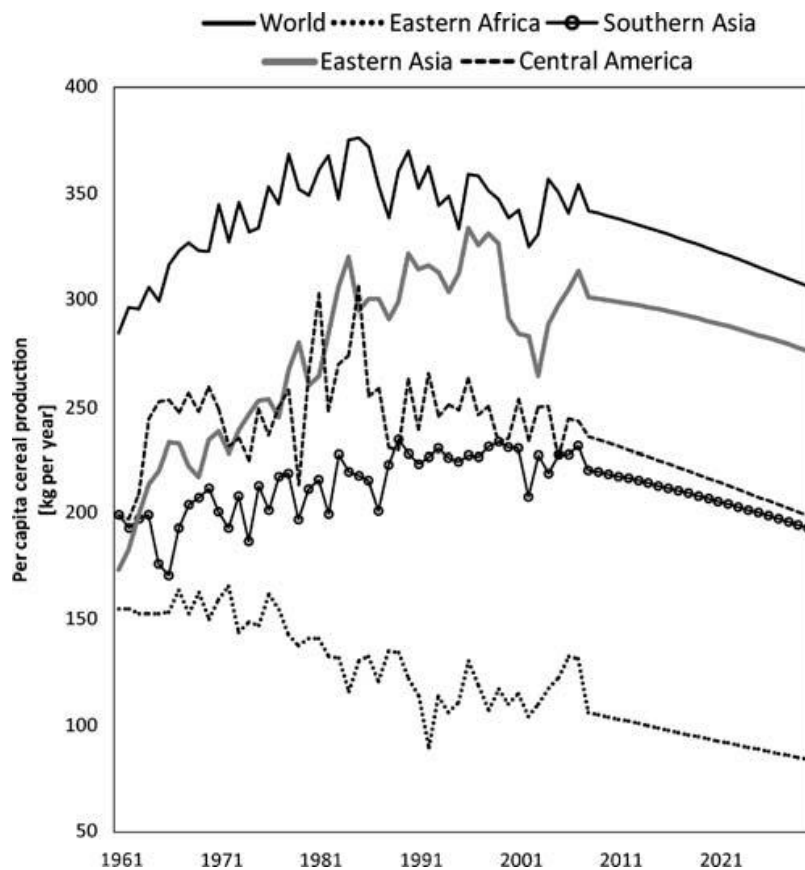
Konsekvenserna av klimatförändringarna behöver inte alltid vara negativa. Jordbruk i t.ex. Moçambique kan förlänga sina växtperioder som en effekt av klimatförändringarna, detta till följd av kombinationen ökad temperatur och ökad nederbörd. Klimatförändringarna kan även mildra klimatet i delar av Afrika, vilket gynnar odlingsmark som bedriver bevattning och framförallt gårdar som lider av torka. Det är dock värt att notera att även under dessa gynnsamma scenarier förväntas befolkade områden i Medelhavets kust, centrala, västra och södra Afrika påverkas negativt

Jordbruket är en viktig källa för inkomsten i Afrika, men de senaste åren har inkomsterna ökat även inom andra sektorer. Urbanisering och ökade inkomster inom andra sektorer är betydande faktorer till det minskade antalet gårdar och dess storlek. För att kunna få ett mera verklighetstroget resultat på framtidsscenarier och prognoser kommer forskare behöva inkludera sådana förändringar samt relevanta befolkningsberäkningar och effekterna av hiv/aids, för uppskattning av gårdens arbetsproduktivitet (IPCC, 2007).

Enligt IPCC:s rapport "*Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (2007)*" uppskattar IPCC att år 2100 kommer länder omkring Sahara få produktionsminskningar i jordbruket som bidrar till minskad BNP mellan 2 och 7 %. Västra och centrala Afrika antas få förluster på mellan 2 och 4 %. Medan norra och södra Afrika endast förväntas få förluster på 0,4 till 1,3 %. Resultaten bygger på utvärderingar av effekterna av klimatförändringarna på jordbruket av olika klimatmodeller och SRES (Special report on emission scenarios) utsläppsscenarier.

En del av anpassningen är att bönderna tvingas att hitta nya grödor att odla när temperaturen och nederbörden påverkas av klimatförändringen. Forskare uppskattar att veteproduktionen kommer att försvinna från Afrika omkring 2080-talet och majs produktionen kommer att minska kraftigt, främst i de södra delarna av Afrika.

Figur 5 Världsproduktion av spannmål i termer av per capita 1960-2050



(Källa: Funk, C & Brown, M, 2009, s 279).

Figur 5 visar att produktionen per capita förväntas minska, vilket beror på att befolkningen ökar i högre takt än produktionen av spannmål. Detta kan förklaras till viss del av klimatförändringarna och långsam anpassningsförmåga. Den långsamma anpassningen beror på att jordbrukarnas odlingsteknik inte tillåter mindre regn, höjd medeltemperatur och mindre odlingsbar areal.

3 Grödor

Effekter av förändringar i jordbrukspotential fram till 2080 visar en betydande minskning av både nederbörd och produktionskapacitet för spannmål. Beräkningar visar för samma tidshorisont att torra och halvtorra landområden i Afrika kommer att öka med 5-8 % (60-90 miljoner hektar). Veteproduktionen kommer sannolikt att försvinna från Afrika omkring 2080-talet och södra Afrika skulle sannolikt uppleva betydande minskningar av majsproduktionen. Ytterligare risker som skulle kunna förvärras av klimatförändringarna innefattar ökad erosion, brister i avkastningen från jordbruk som kräver regn på upp till 50 % under perioden 2000-2020, samt kortare odlingsperioder. Det finns dock möjligheter att anpassning kan minska dessa negativa effekter (IPCC, 2007).

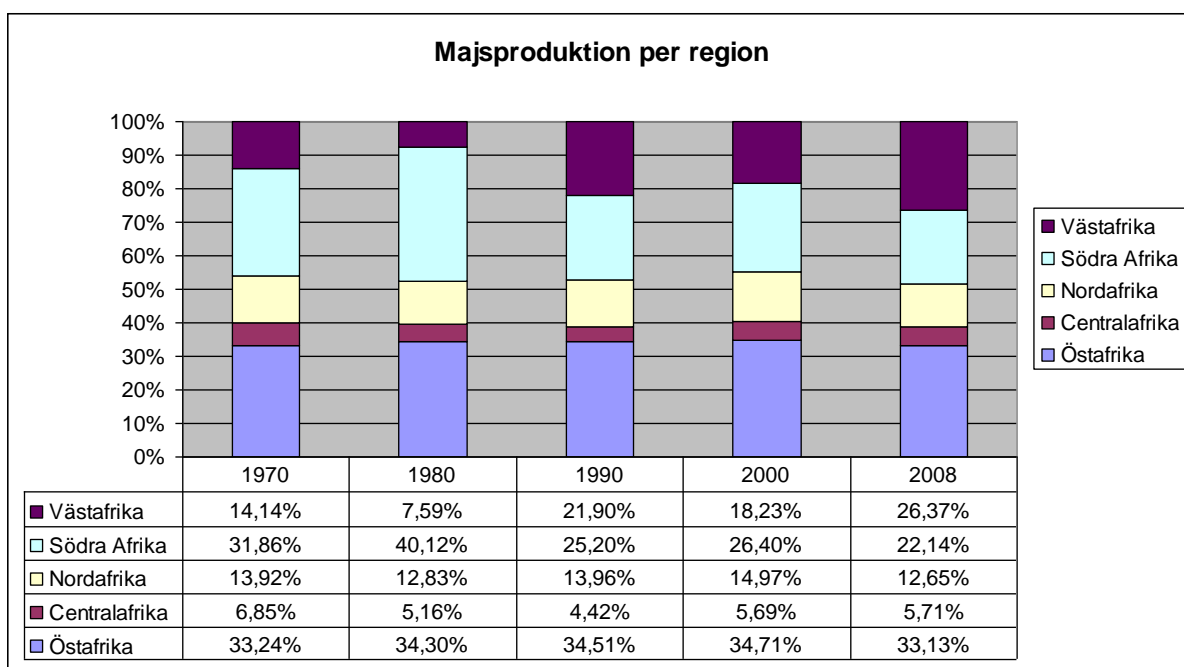
3.1 Viktiga grödor

Storleken på jordbruksproduktionen beror till stor del om det är små familjelantbruk eller stora plantagelantbruk. De små familjelandbruken svarar för ca 60 % av jordbruksmarken och ca 40 % av produktionsvolymen.(NE) Vid båda dessa typer av lantbruk odlas livsmedelsgrödor för den inhemska marknaden samt exportgrödor, s.k. cashcrops, som kaffe, te, kakao, jordnötter, cashewnötter, tobak och bomull. Viktiga livsmedelsgrödor i stora delar av Afrika är majs, ris, durra och hirs. I en majoritet av länder odlas även rotfrukter som kassava, jams och sötpotatis främst för hushållsbehovet men med en ökad försäljningsvolym de senaste åren. Veteproduktion och odling av sockerrör förekommer i huvudsak på de stora plantagejordbruken. (Gerremo, 2009, s 6)

Odlingsmönster och grödkombinationer varierar stort över kontinenten, men gemensamma drag finns. I stor grad kombineras livsmedel och exportgrödor på små enheter som en försäkring mot prisvariationer för exportgrödorna och missväxt för livsmedelsgrödorna. I många länder har jordbrukarna utvecklat ekologiskt anpassade odlingsystem för att bevara jordens näringsinnehåll och minska erosionen. Ett exempel är s.k. intercropping där olika grödor kombineras på samma fält. (NE)

Bland de mest betydelsefulla grödorna på den afrikanska kontinenten räknas majs, durra, kassava och potatis. För att få en överblick har vi valt att visa de olika regionernas produktionsandel i relativa tal samt Afrikas produktion i förhållande till världsproduktionen i absoluta tal.

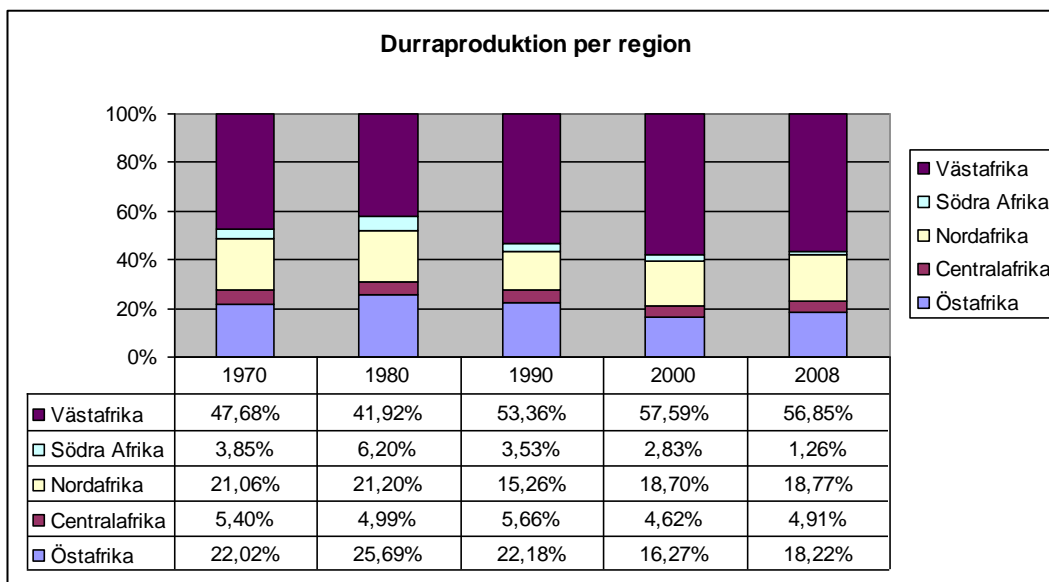
Diagram 1 Majsproduktion



(Källa <http://faostat.fao.org/site/567/default.aspx#ancor>) gäller samtliga diagram och tabeller)

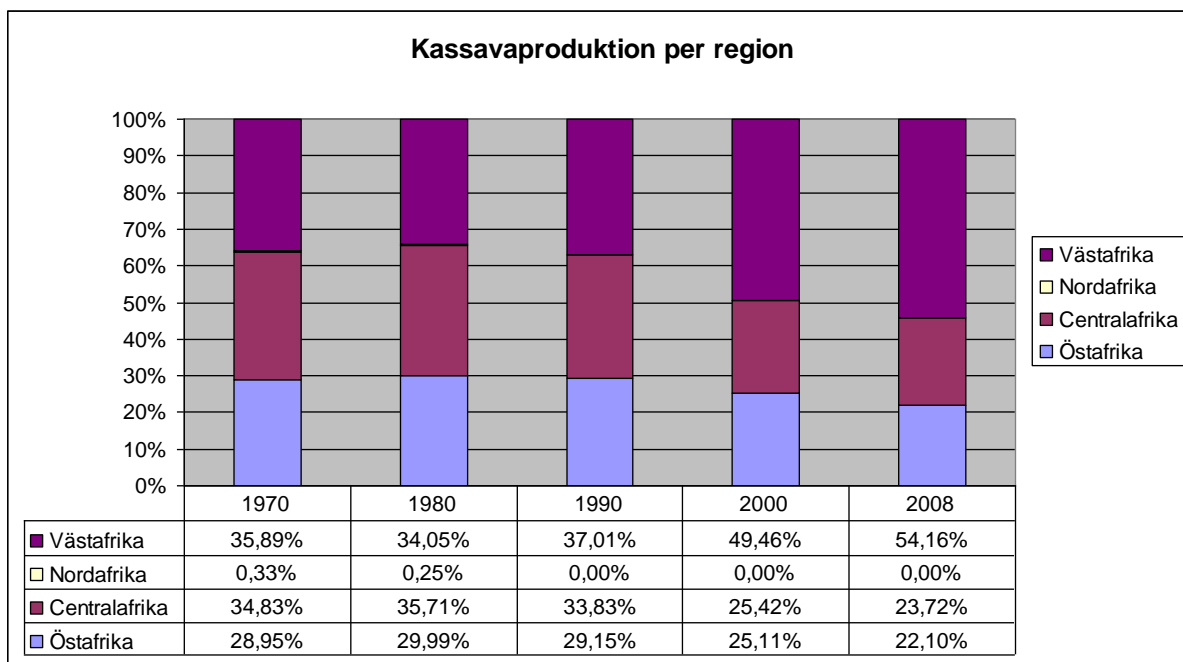
De senaste decennierna har Västafrika haft den största ökningen av majsproduktion medan Södra Afrika har den största minskningen.

Diagram 2 Durrproduktion



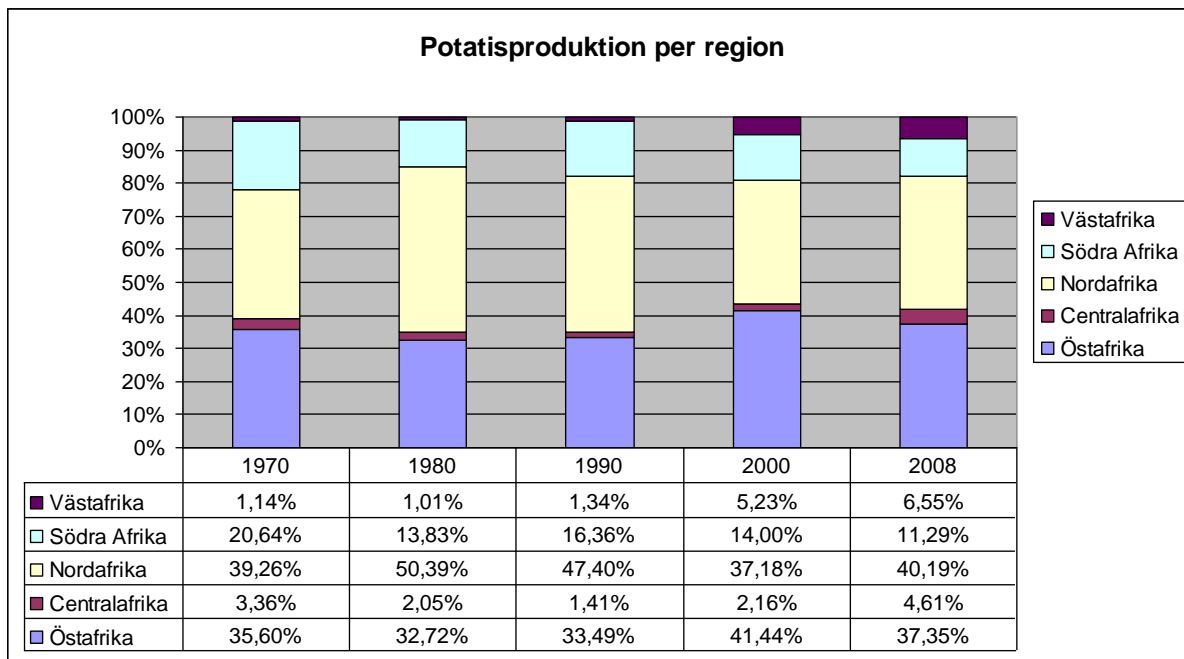
Durra eller sorghum har blivit en allt viktigare gröda i Afrika. Dominerade region är Västafrika.

Diagram 3 Kassavaproduktion



Kassavaproduktionen är koncentrerad till de centrala delarna av den afrikanska kontinenten

Diagram 4 Potatisproduktion



Potatisproduktionen i Afrika var till en början relativt begränsad Öst- och Nordafrika, men har de senaste decennierna ökat i Central- och Västafrika.

Tabell 1, Jämförelse av Grödproduktion i världen och Afrika för Majs, Durra, Kassava och potatis mellan åren 1970 - 2008. Produktionsvolymen mäts i enheten ton.

Produktion	År 1970	År 1980	År 1990	År 2000	År 2008
Majs (världen)	265 831 145	396 623 388	483 343 222	592 477 010	822 712 527
Majs (Afrika)	19 879 867	28 131 176	37 686 514	44 284 393	53 201 235
Durra (världen)	55 773 304	57 238 185	56 809 420	55 690 027	65 534 273
Durra (Afrika)	11 710 147	13 008 600	11 980 256	18 412 475	25 192 913
Kassava (världen)	98 590 199	124 135 566	152 474 001	176 532 824	232 950 180
Kassava (Afrika)	40 536 974	48 344 383	70 237 123	95 334 009	118 049 214
Potatis (världen)	298 048 017	240 464 105	266 627 589	327 342 594	314 140 107
Potatis (Afrika)	3 028 423	5 132 878	8 016 890	12 958 194	19 496 599

Utifrån tabellen kan vi utläsa att majs och kassava i absoluta tal fortfarande viktiga grödor på den afrikanska kontinenten eftersom produktionsvolymen försätter att öka kraftigt. Av den totala världsproduktionen av kassava producerade Afrika ca 50 % år 2008, för durra var motsvarande värde omkring 40 %. Vi ser samtidigt att Afrikas produktion av potatis procentuellt sett står för den största ökningen då produktionen har ökat med 600 % från 1970 till 2008. Vi drar slutsatsen att potatis blivit en alltmer betydelsefull gröda för de afrikanska jordbrukarna. Vi tolkar detta som att jordbrukarna i allt högre grad anpassar sina grödval efter bl.a. klimatförändringarna och dess bieffekter, då veteproduktionen är mindre lämplig i torrare klimat. Enligt teorin som den Ricardianska modellen använder d.v.s. att en av de viktigaste anpassningsmetoderna är valet av gröda att odla.

4 Klimatförändringarnas effekt på jordbruket i Afrika

4.1 Introduktion till klimatförändringsmodeller

Förändringar i CO₂-värden, temperatur, nederbörd och jordfuktighet, kan individuellt eller tillsammans förändra jordbruksproduktionen. Genom datamodeller kan forskare beräkna effekterna av klimatförändringarna på jordbruksproduktionen och grödpriser. Dynamiska grödväxtmodeller använder fysiologiska, morfologiska och fysiska processer för att förutse grödväxtlighet eller avkastning under olika klimatförhållanden. En variation av ekonomiska modeller kan sedan förutspå vilka effekter klimatförändringarna har på jordbrukssektorn. Dessa agroekonomiska modeller involverar en stor mängd variabler för att uppskatta förändringarna på matproduktion, konsumtion, inkomster, sysselsättning och bruttonationalproduktion.

Det vanligaste tillvägagångssättet är att först länka klimatförändringsmodeller med grödmodeller. Detta för att uppskatta förändringen av grödavgkastningen som påverkas av klimatförändringar. I nästa steg används den uppskattade grödavgkastningen, dess inverkan på utrikeshandeln tillsammans med influenser som påverkar utbud och efterfrågepriset som variabler i en agroekonomisk modell som förutspår arealförändring och ekonomiska konsekvenser. Som alla uppskattningar innehåller resultatvärdena ett mått av osäkerhet. Uppskattade ekonomiska konsekvenser av klimatförändringar på jordbruket varierar brett, beroende på vilken modell som används. (Hardy, 2003, s. 121)

Det finns en mängd faktorer som kan lindra de negativa effekterna av klimatförändringar på grödproduktionen. Den viktigaste är potentialen att jordbrukare anpassar sin produktion till klimatförändringar. Jordbrukare kan besvara klimatförändringar genom att plantera klimatanpassat utsäde, använda bekämpningsmedel eller ändra datum för plantering, skörd och bevattning. Sådan anpassning kan minimera effekterna av klimatförändringar på grödavgkastning. Studier (ex Mendelsohn et al 1994) som antar en variation av

jordbruksanpassningar förutspår endast en mild påverkan av klimatförändringarna på grödproduktionen.

En annan variabel som kan minska effekten av klimatförändringar på jordbruket är ökning av atmosfäriska CO₂-nivåer. Högre atmosfäriska CO₂-nivåer kan stimulera fotosyntesen och grödproduktionen, denna process kallas CO₂-gödslingseffekten. Dock är omfattningen av en denna effekt fortfarande under utredning.

En tredje variabel är ett annorlunda dag/natt värmemönster som skulle minska påverkan av klimatförändringar på grödor. För många grödor skulle en signifikant ökning i dagstemperaturen under växtsäsongen minska fotosyntesen och öka avdunstningen, vilket i sin tur leder till en minskad avkastning. Dock visar trender och uppskattningar på ökade molntäcken samt att nattvärmen ökar snabbare än dagsvärmen. Om värmningen främst sker på natten kan detta starkt minska de negativa effekterna av klimatförändringarna på grödproduktionen. Den fjärde och sista variabeln är ökad användning av värmeteranta eller torkresistenta grödor som kan lindra påverkan av klimatförändringar i vissa områden.

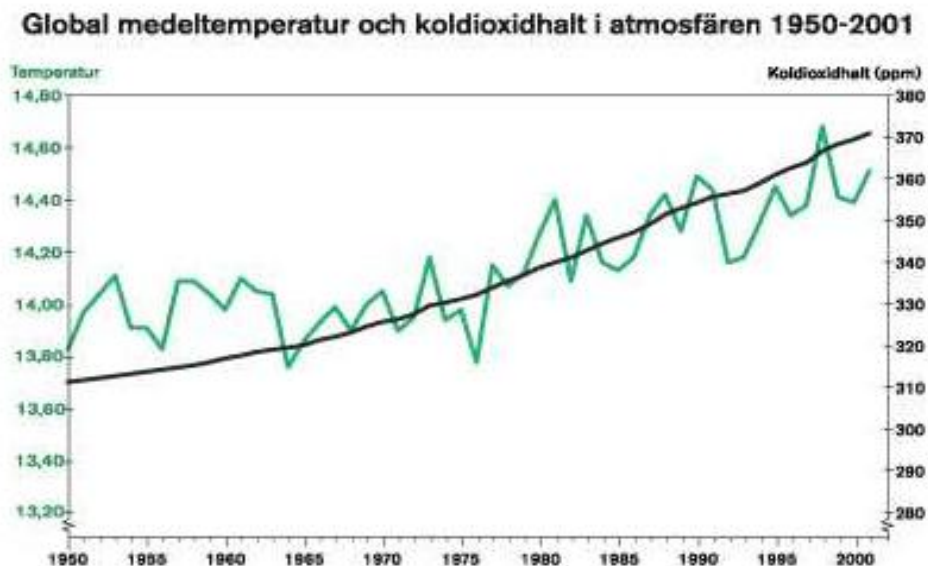
En stor mängd potentiella klimatförändringar kan ha en tilläggande eller samverkande effekt som orsakar större negativ påverkan än vad de flesta modeller förutspår. Till exempel är bara 20 % av världens jordbruksmark bevattnad, men denna mark står för 40 % av den globala produktionen. En minskad tillgång på vatten skulle resultera i en minskad matproduktion i områden där vattentillgången är kritisk. En annan effekt är att när grödor påverkas av klimatförändringarna blir de mer känsliga för skadande insekter och sjukdomar. (Hardy, 2003, s. 121)

4.2 Bakgrund klimateffekter

Det afrikanska jordbruket står inför en svår uppgift i och med klimatförändringarna. Vetenskapliga studier visar tydligt på att klimatet förändras i snabb takt främst till följd av de ökade växthusgaserna. Många klimatmodeller visar att en fördubbling av växthusgaser sedan 1850-talet med stor sannolikhet kommer bidra till en ökning i den globala medeltemperaturen mellan 2° – 5° grader. Allteftersom jordklotet värms upp kommer riskerna för plötsliga och stora förändringar i klimatsystemet att öka. Uppvärmningen förväntas bl.a. förändra vattnets kretslopp. De redan befintliga mönstren med vattenbrist i vissa områden och överflöd av vatten i andra regioner kommer att förstärkas. Nederbörden kommer att ändras och risken för torka och översvämningar kommer att öka. (Stern, s. 3, 2007)

Den nuvarande befolkningsutvecklingen och mönstret för vattenanvändningen tyder på att flera afrikanska länder kommer att överskriva gränserna för sina vattenresurser före år 2025. Dock kommer effekterna av klimatförändringarna inte att påverka hela kontinenten enhetligt (IPCC, 2007).

Figur 7, Globala medeltemperaturen och koldioxidhalt i atmosfären 1950-2001



(Källa: <http://www.miljoborsen.se/gpage21.html>)

Figur 7 visar hur den globala medeltemperaturen har ökat samtidigt som koldioxidhalten i atmosfären har ökat,

5 Metod, valda teorier och forskningsmodeller

Vi har tidigare redogjort att en klimatförändringsmodell beskriver den ekonomiska påverkan på jordbruket, genom att sammanlänka en klimatförändringsmodell med en grödmodell. Ekonomiska modeller och analyser som publiceras om klimatförändringarnas påverkan formas av fyra egenskaper:

- Forskningen är global
- Hanterar långa tidsperspektiv
- Finns en ekonomisk risk och osäkerhet som kärna
- Forskningen undersöker möjligheter och förändringar (Stern, s. 25, 2007)

Metoder och teorier som används inom klimatforskningen är redskap som används för att förklara de ekonomiska effekterna som uppstår vid klimatförändringarnas påverkan på jordbruket. Det är svårt att mäta det exakta värdet av effekterna av klimatförändringarnas påverkan på jordbruket, därför ska modellerna och teorierna endast ses som förenklingar av verkligheten, förenklingarna kan ses som både en fördel och en nackdel.

Fördel i den meningen att läsaren enklare får en överblick över klimatförändringarnas påverkan på jordbruket. Nackdelen ligger i graden av generalisering, som bidrar till stora variationer i resultat och uppskattningar. Vilket i sin tur leder till en stor grad av osäkerhet.

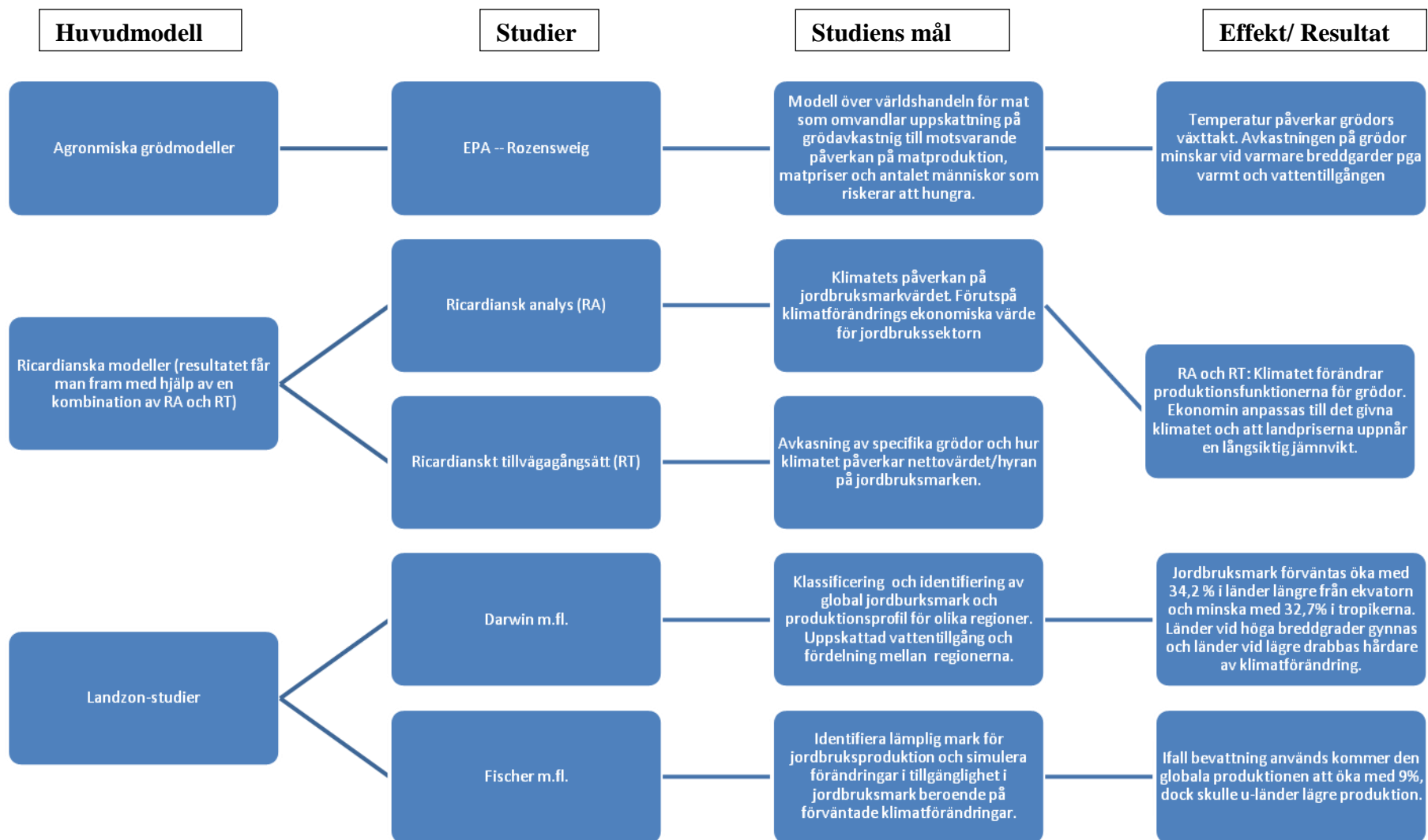
Det finns en omfattande forskningslitteratur om klimatförändringarnas påverkan på jordbruket. Vi har valt att beskriva tre kvantitativa modeller mer ingående: Agronomiska grödmodeller, Ricardianska modeller och Landzon studier. Eftersom dessa tre bildar olika tankeskolor och ofta ligger som grund för vidare forskning om de ekonomiska effekterna klimatförändringarna har på jordbruket.

1. Agronomiska grödmodeller är en jordbruksmodell som används för att mäta den förväntade avkastningen för grödor. Två olika typer av agronomiska grödmodeller användes av Rosenzweig m.fl. (1994) för att mäta hur mycket vete, ris, majs och sojaböner påverkades av den globala uppvärmningen. Den forskningsartikeln hör till de mest använda och citerade artiklarna som använder sig av agronomiska grödmodeller tillsammans med Adams m.fl.(1990) och Reilly m.fl. (2001).

2. Ricardianska modeller är baserade på den Ricardianska modellen men som modifierats för att kunna analysera jordbrukets ekonomiska påverkan pga. klimatet. Det finns två ”undermodeller” som ligger som grund för de Ricardianska modellerna som utvecklades av Mendelsohn, Nordhaus och Shaw (1994). Den Ricardianska analysen där jordbruksanvändningen och markvärdet är korrelerade med klimatet för att kunna mäta hur mycket klimatet påverkar jordbruksmarksvärdet genom faktorerna temperatur och nederbörd. Den Ricardianska tillvägagångssättet använder ekonomisk data för att beräkna hur klimatet påverkar avkastningen på grödor och nettovärdet på jordbruksmarken.

3. Landzon-studier utgår ifrån att förändringar i geografiska områden från en agronomisk landklass till en annan beror på klimatförändringar. Jordbruksmarken klassificeras i olika kategorier, baserat på odlingssäsongens längd och jordtyp. De mest använda artiklarna skrevs av Darwin m.fl. (1995) och Fischer m.fl. (2002).

Figur 6 på nästa sida ger en översikt över resultat för våra tre valda forskningsmodeller



5.1 Agronomiska grödmodeller

I boken *Global warming and agriculture* från 2007 gör Cline en forskningsöversikt och börjar med två studier som fokuserar på USA, varav den ena kom från Environmental Protection Agency (EPA) publicerad 1989 och en från Rosenberg och Crosson 1991.

Det är först i det tredje exemplet från Environmental Protection Agency (EPA) som publicerades 1994 som utvecklingsländerna tas upp. Där har Rosenzweig och Iglesias (1994) utökat EPA:s analys till en global nivå. De nya uppskattningarna använder en grödmodell för att analysera påverkan av riktmärket 2x CO₂-nivåerna för avkastning på vete, ris, majs och sojabönor i 18 länder. Studien involverade en modell över världshandel för mat som omvandlar uppskattningen på gröдавkastning till motsvarande påverkan på matproduktionen, matpriser och antalet människor som riskerar hunger.

I en studie från 2006 utökade Rosenzweig och Iglesias denna modell genom att använda tre klimatmodeller, GISS (Goddard Institute for Space Studies), GFDL (Geophysical fluid dynamics laboratory) och UKMO (United Kingdom Meteorological Office), där GISS och GFDL uppskattade att den globala medeltemperaturen förväntas öka med 4°C och UKMO 5,2°C.

Grödmodellen i Rosenzweig m.fl. från 1993 baseras på följande agronomiska antagande för global uppvärmning: Högre temperatur under växtsäsongen påskyndar årliga grödors växttakt, vilket bidrar till att mindre säd utvecklas. Vid breddgrader runt ekvatorn är temperatur och vattennivån nära gränsen för vad grödorna klarar. Den globala uppvärmningen på lägre breddgrader resulterar i större minskningar i avkastning per gröda än vid högre breddgrader. Andra orsaker till fallande avkastning är minskad vattentillgång beroende på en kombination av ökad avdunstning i det varmare klimatet, försämrade jordfuktighet och i vissa fall minskad nederbörd. Författarna går sedan igenom påverkan på avkastning utifrån två scenarion: Utan CO₂-gödsling, med CO₂-gödsling för grödorna Vete, Majs, Ris, Sojabönor och gör en presentation av förväntade avkastningar.

5.2 Ricardianska modeller med utgångspunkt från en Ricardiansk analys

Den Ricardianska analysen är en modell som utvecklades av Mendelsohn m.fl. 1994 där jordbruksanvändning och markvärde är korrelerade med klimatet. De undersökte både klimatstatistik och en rad grundläggande geografiska, geofysiska, jordbruksrelaterade, ekonomiska och demografiska faktorer för att bestämma det ekonomiska värdet klimatet har på jordbruksmarken. Modellen ger en anvisning om hur mycket klimatet påverkar jordbruksmarkvärdet genom faktorerna temperatur och nederbörd. Temperaturens och nederbördens effekter är icke-linjära och varierar dramatiskt från olika säsonger.

Analysen bygger på estimering av klimatpåverkan på jordbruksmarkvärdet. Dessa uppskattade samband används för att förutspå klimatförändringars ekonomiska påverkan för jordbrukssektorn. Modellen går ut på att beräkna hur snedvridningen (bias) korrigeras i en produktionsfunktionsteknik genom att använda ekonomisk data i detta fall värdet på jordbruksmark. Tekniken kallas ”The Ricardian approach”, det Ricardianska tillvägagångssättet. Fokus ligger på att studera avkastningen för specifika grödor samt undersöka hur klimatet i olika länder påverkar nettovärdet/räntan på jordbruksmarken. I modellen antas att ”värdet” påverkar nettoavkastningen på grödor och det framtida värdet på jordbruksmark. Nederbördens påverkan på jordbruket mäts längs x-axeln. På y-axeln är nettoavkastningen per hektar/tunnland. Genom att exkludera värdet av landarrendet samt för att få ett mera exakt värde av klimatets påverkan på jordbruket tar man produktionsvärdet minus värdet av alla insatsvaror. Modellen antar perfekt konkurrens vilket bidrar till att landarrendet blir lika med nettoavkastningen av den högsta och bäst använda markanvändningen.

Markvärdet beräknas som nuvärdet av en oändlig ström av årliga nettointäkter eller räntor lämpligt diskonterat. Förändringar i jordbruksräntor reflekteras exakt av det årliga värdet av klimatförändringar på jordbruket om produktion och andra insatsvaror hålls konstanta. Ekonomen Roy Darwin som har analyserat Ricardianska modeller kallar dessa räntor, Ricardianska räntor för att skilja dem från andra räntor. Ricardianska räntor innefattar den omedelbara anpassningen jordbrukare väntas göra som svar på klimatförändring.

Det underliggande sambandet mellan temperatur och markvärde förväntas följa en normalfördelning i ett statistiskt diagram. När temperaturen är under 0°C är marken inte lämplig för jordbruksproduktion och den Ricardianska räntan för land närmar sig då noll. När temperaturen ökar över 0°C ökar jordbruksmöjligheterna och den Ricardianska räntan ökar baseras på hur lämpliga jordförhållandena är.

Mäta effekter av klimatet på jordbruket:

Genom den Ricardianska tekniken uppskattas värdet av klimatets påverkan på jordbruket. Den grundläggande hypotesen är att klimatet förändrar produktionsfunktionerna för grödorna. Jordbrukare vid specifika platser tar miljömässiga variabler såsom klimat förgivet och anpassar sina insatsvaror och produktion därefter. Det viktigaste antagandet är att ekonomin fullständigt har anpassats till det givna klimatet så att landpriserna har uppnått långsiktigt jämvikt som är kopplad till varje lands klimat.

Statistiken som används är landmedelvärlden som ges av värdet av; sålda jordbruksprodukter per hektar, jordbruksmarken, byggnadsvärdet samt information om värdet på insatsvaror i varje land. För att samla ihop statistik för att kunna mäta den allmänna landuppskattningen för varje jordvariabel, mäts olika faktorer i form av markprover, landkaraktär och jordtyp. De jordtyps faktorer som mäts är: salthet, genomtränglighet, fuktighet, andel lera, andel sand, översvämningsrisk, jorderosion, regnerosion, lutningsgrad, vinderosion samt våtmark eller ej.

För att kunna mäta klimatdata kontrolleras information om nederbörd och temperaturnivå för varje månad. Syftet är förutspå påverkan av klimatförändringar för jordbruket, fokus läggs på den långsiktiga påverkan av nederbörd och temperatur på jordbruket och inte kortsiktigt såsom år till år variationer i nederbörd och temperatur. Normala klimatvariabler undersöks och ger 30-åriga medelvärden. I analysen samlas statistik för dagliga medeltemperaturer och månads nederbörd för januari, april, juli och oktober.

För att konstruera ett medelklimat för varje land antas att:

- Alla väderstationer inom 500 km från landets huvudstad ger användbar klimatinformation.
- Uppskattas klimatet genom att estimera en viktad regressionsanalys för alla väderstationer inom 500 km, som ger ett viktat värde.

- Beräknas värdet av varje klimatvariabel för huvudstaden och jämförs med det viktade värdet.

Det empiriska resultatet som modellen ger är en uppskattning av vikten av klimat och andra variabler som påverkar jordbruksmarkens värde. Jordbruksmarkens markvärde är det förväntade nuvärdet av de framtida intäkterna.

Begränsningar av en Ricardiansk analys

Modellerna bygger på konceptet liknande klimat betyder liknade produktionsmetoder som underförstått inkluderar förändringar i grödor, boskapsproduktion, insatsvaror eller skötelse som jordbrukare troligtvis tar till sig under nya klimatförhållanden. För att förändringar i de Ricardianska värdena exakt ska fånga värdet av klimatförändringar måste produktions- och insatsvarorna vara konstanta. Detta är en strikt begränsning - som inte väntas hålla under globala klimatförändringar. Detta för att:

- Gårdsnivåanpassningar gjorda av jordbrukare som respons till globala klimatförändringar troligtvis genererar utbudsförändringar som i sin tur väntas påverka produktionspriserna. När utbudet av dessa grödor ökar/minskar skulle deras priser öka/falla i samma takt. Utbudsförändringar skulle troligtvis följas av priset förändringar i insatsvaror och insatspriser.
- Globala klimatförändringar påverkar troligtvis jordbruksresurser i andra länder och därför även världsmarknadspriser vilket medför att efterfrågan på jordbruksprodukter även påverkas av detta.

Detta betyder inte att förändringar i Ricardianska räntor inte har ett värde. Om snedvridningen som är kopplad till priset förändringarna är små och förutsägbara, kan Ricardianska räntor med en liten justering, uppskatta det årliga värdet av jordbruksrelaterade klimatförändringar. En tillräckligt stor ökning i utbudet av grödor kan göra att priset på jordbruksprodukterna minskar under dess marginalproduktionskostnad.

Detta relaterar till en annan begränsning av modellen, den att förändringar i Ricardianska räntor inte ger någon information om välfärdseffekterna av klimatförändringar till specifika agenter. Flera forskare, ex Schimmelpfennig m.fl. (1996, s. sid 218) påpekar att Ricardianska modeller inte kan uppskatta hur effekterna av klimatförändringar fördelas mellan jordbruksproducenter och konsumenter. En annan aspekt är att internationell handel kan överföra negativa effekter eller fördelar från en region till en annan. Sådan information

är viktigt för beslutsfattare vid utformandet av internationella avtal, då förhandlare måste veta inte bara den totala omfattningen av de ekonomiska vinster och förlusterna som kan inträffa genom klimatförändringar utan också vem som drar fördelar eller tar del av skadorna, alltså vem som gynnas och vem som förlorar på klimatförändringar.

För att sammanfatta, värdet av Ricardianska räntor som välfärdsåtgärd beror på naturförhållanden och storleken på klimatförändringen. (Mendelsohn m.fl. 1994, s 2-ff).

5.3 Landzon studier

Vid det Amerikanska jordbruksdepartementet 1995 genomförde forskare uppskattningar som starkt skiljde sig från grödmodellen i fråga om hur den globala uppvärmningen påverkar jordbruket. Man använde sig istället av landzons förändringar. (Darwin m.fl. 1995)

Författarna klassificerade den globala jordbruksmarken i sex olika kategorier. Kategoriseringen baserades på antalet dagar på odlingssäsongen. Man bedömde även vilken typ av grödor som var lämpligast att använda sig av i jorden och hur stor procentuell del av den totala jordbruksmarken (13,1 miljarder hektar) som varje kategori (LC) består av.

Landklass	Odlingssäsong i dagar	Lämpliga grödor	Jordbruksmark i % av världens totala
LC 1	< 100 (kallt)	Betesmark	17,3 %
LC 2	< 100 (torrt)	Betesmark	32,1 %
LC 3	101 – 165	Sädesväxter	13,1 %
LC 4	166 – 250	Majs	10,1%
LC 5	251 – 300	Bomull	7,7 %
LC 6	>300	Sockerrör och gummi	19,7 %

Författarna delade dessutom upp världen i åtta regioner;

USA, Kanada, EU, Japan, övriga Ostasien, Sydostasien, Australien- Nya Zeeland och resten av världen.

De identifierade produktionsprofiler d.v.s. vilka grödor som passar bäst för respektive landklass för varje region utifrån de fyra jordbrukssektorerna: Vete, andra sädesväxter, ickesädes växter och boskap.

De bedömde det totala värdet av växtodling till 2,5 % av totala världsproduktionen och boskapsskötsel till 1,4 % av världsproduktionen.

Författarna tillämpade en modell som de kallade för FARM (Future agricultural resources model). För att simulera vilken påverkan klimatförändringar har på det globala jordbruket uppskattades vattentillgången och fördelningen av land mellan olika landklasser inom varje region. För detta syfte använde de medelresultatet för 2xCO₂ nivåerna från fyra klimatmodeller: GISS, GFDL, UKMO, OSU (Oregon State University).

De resulterande medelvärdena (från 1995s nivåer) visade att landklasserna förväntas förändras enligt följande procentsatser:

Landklass	LC1	LC2	LC3	LC4	LC5	LC6
% förändring	-45,6	-9,8	28,2	47,5	11,3	-23

Medelresultatet för de fyra klimatmodellerna blev att viktig jordbruksmark förväntas öka med 34,2 % i länder längre från ekvatorn och minska med 32,7 % i tropikerna.

Ett av resultaten visade att länder längre från ekvatorn förväntades tillfälligt gynnas av klimatförändringar och att länder kring ekvatorn förväntas drabbas hårdare av klimatförändringar.

Fischer m.fl. 2002 En viktig studie i landzon-skolan enligt Cline (2007, s 15) är den av Fischer m.fl. från 2002 som utvecklade en agroekologisk zonmodell vars uppgift är att identifiera lämplig mark för jordbruksproduktion och simulerar förändringarna i tillgänglighet jordbruksmark beroende på förväntade klimatförändringar. De tillämpade FAO/UNESCO jordtypskarta över världen för information om jordtyp, höjd och lutning. Deras databas innehåller information om landanvändning och befolkningsfördelning. Ett nyckelkoncept i deras modell är längden på växtsäsongen, definierad som antalet dagar per år som både vattentillgänglighet och temperaturen tillåter växtodling. De identifierade fyra grupper av matvaror varav två anpassades till högre temperaturer, grupp 1: sojabönor, ris och kassava, grupp 2: hirs, durra, majs och sockerrör. Samt anpassade två grupper för lägre temperaturer, grupp 3: vete och potatis, grupp 4: durra och majs.

De utvecklade fem klimat kategorier:

Tropikerna, subtropikerna, tempererade, boreala (nordiska) och artiska zoner.

Trösklar för dessa klassificeringar är antalet månader med en medeltemperatur över 18°C, under 5°C samt mellan 10-15°C. De identifierade sedan 154 landanvändnings typer för att matcha grödor med klimatzoner.

Författarna tillämpar därefter tre generella klimatmodeller (GCM, General circulation modell) för att simulera vilken påverkan klimatförändringarna har på jordbruksproduktionen till 2080-talet. Om bevattning används, under antagandena att vatten av god kvalitet är tillgänglig och bevattningssystem finns, kommer den globala produktionen att öka med 9 procent. Dock förväntas utvecklingsländer få en lägre produktion än industriländerna. Av 117 utvecklingsländer, skulle 39 länder med en befolkning på 2,5 miljarder 2080 tjäna 5 % eller mer i jordbruksmark, 29 länder med 1,1 miljarder människor skulle inte uppleva någon förändring och 49 länder med en befolkning på 4,2 miljarder skulle uppleva en minskning med 5 % eller mer, vilket skulle orsaka att den samlade förlusten skulle bli 89 miljarder ton spannmålskapacitet eller runt 5 % för utvecklingsländerna som en grupp.

Betydelsen av flergrödodling och bevattningsresultat kan verka delande, eftersom detta inte finns någon klar analys huruvida den sammanlagda potentialen av båda har utforskats.

Enligt Cline (2007, s 16) tenderar landzon-skolan att överdriva de globala vinsterna av klimatförändringar genom att överdriva fördelarna av uppvärmningen av kalla områden på höga breddgrader såsom Alaska och Sibirien. I motsats till framtida effekter identifierade av mera biofysiska behandlingar i grödmodellen och ekonomiska beteendemodeller som i den Ricardianska skolan.

6 Översikt över empiriska studier

6.1 Inledning

Det finns en omfattande volym av forskning kring hur klimatförändringar påverkar jordbruket. Vi har i detta kapital valt fem forskningsstudier som på olika sätt haft en större betydande roll i forskningen om klimatförändringarnas påverkan på jordbruket. Dessa är IPCC rapporterna från 1996 och 2007, Tols forskningsrapport från 2002, Hitz/Smith studie från 2004 samt Stern Review från 2006.

6.2 Tabell för översikt

Studie	IPCC 1996	IPCC 2007	Tol 2002	Hitz/Smith 2004
Syfte	Undersöker temperaturtrösklar för olika grödor.	En påbyggnads studie på IPCC 96 med temperaturtrösklar för samma grödor som i IPCC 96.	Bygger på flera underliggande studier, identifierar klimatpåverkan och temperaturens påverkan på jordbruket och BNP.	Jordbrukets påverkan av klimatförändringar till följd av ökad temperatur.
Resultat	Den globala jordbruksproduktionen kan upprätthållas, men finns två nyckelproblem: kostnad och skillnad i påverkan.	Ökad vatten brist och områden som är lämpliga för jordbruk förväntas minska, till följd av minskad odlingssäsong. Marginalproduktion i torra och halvtorra områden väntas försvinna.	Adderande anpassningsmetoder och kolgödsling vilket leder till ökade medeltemperatur är positivt för alla regioner i undersökning.	Längre odlingssäsonger väntas i regioner längre från ekvatorn, kortare och torrare odlingssäsonger kan förväntas i tropikerna.

Studie	Stern 2006
Syfte	Övergripande utvärdering av framtida skador av global uppvärmning och kostnaderna för att begränsa klimatförändring genom minskning av CO ₂ -utsläpp och andra växthusgaser.
Resultat	Jordbrukspåverkan väntas bli störst i Afrika och Västra Asien. Grödavkastningen förväntas minska med 25 till 35 procent med svag kolgödsling och 15 till 20 % med stark kolgödsling, om medeltemperaturen ökar med 3° till 4°C.

6.3 Betydelsefulla studier

IPCC rapporten från 1996, rapporterade om temperaturtrösklar för olika grödor

Vete: Optimal temperatur mellan 17- 23, min 0 max 35

Potatis: Optimal temperatur mellan 15-20 , min 5 max 25

Ris och Majs Optimal temperatur mellan 25-30, min 7 max 38

Författarna rapporterade att högre temperatur skulle öka behovet av vatten för grödor. I studien var forskarna överens om att den största negativa effekten väntas ske i Afrika, Mellanöstern och Sydamerika. IPCC författarna citerade studier av Reilly, Hohmann och Kane från 1994 som i sin tur använde sig av Rosenzweigs statistik. Studiens centrala slutsats att den globala jordbruksproduktionen kan upprätthållas utifrån klimatförändringar. Dock glömde författarna enligt Cline (2007, s 10) två nyckelproblem: Kostnaderna och skillnader i klimatpåverkan, då speciellt utvecklingsländerna.

IPCC från 2007, för jordbrukets del följer rapporten tidigare forskning att länder längre ifrån ekvatorn väntas få en måttlig temperaturökning, följt av allvarliga förluster av jordbruksmark för länder nära ekvatorn. I känsliga områden som Sahel regionen i Afrika har varmare och torrare villkor redan lett till en minskad odlingssäsong med skadliga effekter för grödorna. IPCC rapporten noterar att så tidigt som 2020 väntas 75 till 250 miljoner människor utsättas för ökad vattenbrist till följd av klimatförändringarna. Områden som är

lämpliga för jordbruk förväntas minska, till följd av minskad odlingsssäsong samt att marginalproduktion i torra och halvtorra områden väntas försvinna. Detta skulle allvarligt påverka tillgången på mat och öka undernäringen i regionen. I en del länder väntas avkastningen från regnberoende jordbruk minska med upp till 50 % vid 2020 enligt (IPCC 2007, s 10). Dock verkar författarna av rapporten enligt Cline (2007, s 20) ha missat de senaste vetenskapliga uppskattningar om CO₂-gödslning. Samt att den endast fokuserar på de närmaste decennierna istället för senare delen av århundradet som de flesta andra rapporter.

Tol (2002) som bygger på flera underliggande studier, identifierar klimatpåverkan på jordbruket i nio regioner, som visar signifikant negativa resultat vid en ökning av 2,5°C i medeltemperatur. Av totalt tio globala studier och 90 regionala resultat, visar alla utom 22 ett negativt samband mellan jordbruksproduktion och globala uppvärmning. För Afrika är 9 av 10 varianter negativa, med ett medianresultat som visar jordbrukets påverkan på BNP väntas minska med 0,68 procent och -1,2 procent i medeltal. Därefter adderar Tol anpassningsmetoder och betydelsen av CO₂-gödslning i beräkningar och får resultatet att ökade medeltemperatur är positivt för alla regioner. Cline (2007, s 18) ifrågasätter Tols användande av Darwins 1995 siffror och betydelsen för Tols uträkningar och menar att Tol överdriver de positiva effekterna av CO₂-gödslning.

Hitz och Smith (2004) menar i sin studie att klimatförändringarnas påverkan på jordbruket är osäker under en 3°C ökning av den globala medeltemperaturen. En större medeltemperatur ökning skulle öka forskningsbevisen, som antyder en minskad grödavgkastning. Författarna noterar att Parry m.fl (1999) påvisar allvarliga effekter även vid en 1°C ökning och att Rosenzweig, Parry och Fischer (1995) hittar starka negativa effekter vid en medeltemperatur ökning över 4°C, även med anpassning. Vilket står i motsats till de fördelar som förväntas uppkomma vid 2-3° ökning i global medeltemperatur. Hitz och Smith gör slutsatsen att längre odlingsssäsonger väntas i länder längre ifrån ekvatorn och kortare och torrare odlingsssäsonger kan förväntas i tropikerna.

The Stern Review (2006) ger en övergripande utvärdering av framtida skador av global uppvärmning och kostnaderna för att begränsa klimatförändringarna genom minskade CO₂-utsläpp och andra växthusgaser. Rapporten förutspår betydligt allvarlig ekonomiska skador av klimatförändringar än de flesta tidigare studier. Stern uppskattar signifikant lägre reningskostnader än tidigare studier, endast 1 % av BNP för att behålla luftatmosfären under

550 ppm av växthusgaser. Rapportern ger en användbar metastudie av jordbrukets påverkan av den globala uppvärmningen. Nyckelutvärderingar i studien är att det finns en normalfördelning för jordbrukspåverkan. Lokaliseringen på normalfördelningen beror på geografisk lokalisering och andra faktorer.

Vid 1°C ökning väntas det bli en måttlig ökning i spannmålsavkastningen i tempererade områden.

Vid 2°C väntas det bli en starkt minskad grödavkastning i tropiska regioner (5-10% minskning i Afrika).

Vid 3°C väntas hungerrisken öka för 150 till 550 miljoner människor om CO₂-gödslingen är dålig och jordbruksavkastningen vid högre breddgrader väntas nå sitt max.

Vid 4°C ökad medeltemperatur förväntas jordbruksavkastningen minska med 15-35 % i Afrika och hela regioner i Australien väntas inte kunna bruka jorden mer.

Vattentillgången är en av anledningarna till de negativa effekterna. Rapporten bedömer att delar av Södra Afrika kommer att uppleva en 30 % nedgång i vattentillgång vid 2°C ökning och upp till 50 % minskning vid 4°C ökning, dock väntas vattentillgänglighet öka i södra Asien och delar av norra Europa och Ryssland.

Jordbrukspåverkan väntas bli störst i Afrika och västra Asien, där grödavkastningen förväntas minska med 25 till 35 procent med svag CO₂-gödsling och 15 till 20 % med stark CO₂-gödsling, om medeltemperaturen ökar med 3° till 4°C. Rapporten noterar även studier som är optimistiska om anpassning och införandet av nya landområden vid länder längre från ekvatorn men poängterar att övergångskostnader ofta ignoreras och befolkningsrörelser inte beräknas. Stern tillägger att dessa studier inte inkluderar kortsiktiga väderfenomen som översvämning, torka och värmeböljor. I dess mest specifika jordbruksberäkningar citerar rapporten Parry, Rosenzweig och Livermore (2005). Analys som i sin tur använder Rosenzweig och Parrys (1994) statistik som uppskattar att global uppvärmning runt 3°C förväntas öka spannmålsproduktionen till 3 till 13 % i utvecklade länder och minska den med 10 till 13 % i utvecklingsländer samt minska den globala produktionen med 0 till 5 % utifrån simuleringar av tre klimatmodeller (GISS, GFDL och UKMO). (Cline, 2007, s 18)

7 Klimatanpassning

Förutom en ökad efterfrågan på mat samtidigt som den brukbara jordbruksmarken och vattentillgången väntas minska till följd av klimatförändringarna, står det afrikanska jordbruket inför utmaningen att på långsikt uppnå hållbar och ökade produktivitet inom jordbruket. En åker i Afrika ger idag bara hälften så stor avkastning som en åker i utvecklingsländerna i genomsnitt och bara en femtedels avkastning och inkomst jämfört med i-länderna. (Gerremo, 2009, s 15)

Det mest effektiva sättet att främja anpassningen till klimatförändringar är ekonomisk utveckling, eftersom en ekonomisk utveckling ökar den hållbara utvecklingen samt minskar ländernas sårbarhet mot förväntade inkomstförluster i jordbruket. Klimatutmaningen erbjuder även möjligheter att utveckla livsmedelsproduktionen och försörjningssystem som har större miljömässiga, ekonomiska och sociala fördelar och minimerar klimatriskerna för jordbruket. Den engelske ekonomen Nicholas Stern (2007, s 489) har antagit vissa punkter som krävs för att stärka anpassningsmetoderna inom jordbruket

Det viktigaste är att försäkra och sprida högkvalitativ information till lokalbefolkning och jordbrukare om påverkan av klimatförändringar. Att länder enskilt eller tillsammans genomför sårbarhetsberäkningar kring torra och låga skördar för att kunna använda varningssystem samt förutse och förhindra hungerkatastrofer. En annan viktig aspekt är att förbättra levnadsnivån för befolkningen och bygga ut infrastrukturen samt att använda existerande kunskap bland jordbrukarna. En förbättrad beslutsfattandeprocess genom att använda öppna och ansvarstagande policydokument samt att främja självbestämmande och aktiva civilsamhällen skulle ha en positiv effekt på lokalbefolkningens kännedom och deltagande om klimatförändringar.

På nationell nivå är det viktigt att integrera klimatförändringarna i alla nationella, regionala och lokala planeringsprocesser och makroekonomiska prognoser. I många fall är statsbudgeten en vägvisare för landet. Samtidigt som ett nyckeldepartement som finans-, närings-, eller miljödepartementet måste vara fullt involverade i den allmänna klimatanpassningen.

Stern har även antagit några kompletterande punkter som att utvecklingsländer borde utveckla sin meteorologiska forskning för att ge mer precisa väderprognoser. Att lagstiftare bidrar till en bättre reglering av marknaden för klimatanpassning samt att klimatförändringarna inkluderas i alla långsiktiga policydokument. (Stern, 2007, 490ff)

Stern (2007, s 495) menar att det som krävs är främst en utveckling av en rad tekniska och institutionella innovationer på de globala, nationella och lokala nivåerna för att minska skadepåföljderna av klimatförändringarna.

Strategiska anpassningar för jordbrukssektorn kräver att strategierna ligger i linje med jordbrukets utveckling, främjar livsmedelsförsörjningen och ökar mängden hållbara ekosystem. Speciellt där möjligheter för finansiella flöden existerar såsom utsläppsrätter och ekosystem bevaring. Det är viktigt att makthavarna kan bidra med högkvalitativ information om klimatförändringarna, inrätta utförandestandarder, planera produktiv landanvändning, försäkra att offentliga investeringar inkluderar klimatförändringar samt upprättar ett nära samarbete mellan NGO:s, hjälporganisationer samt nationella, regionala och lokala regeringar som inkluderar klimatinvesteringar (Stern, 2007, s 486).

7.1 Anpassningsmekanismer

En viktig anpassningsmekanism för jordbrukare är valet av grödor att odla utifrån klimatet. Valet av grödor som jordbrukarna gör baseras på flera kriterier bl.a. tillgängliga insatsvaror, erfarenhet, tillgång till utsäde, priser, regeringens politik, miljöfaktorer som klimat – och markförhållanden. (Kurukulasuriya, Mendelsohn, 2006, s. 6)

7.1.1 Jordbruksanpassning

Anpassningsstrategier är nödvändiga för att lindra de förväntade negativa effekterna av högre temperaturer och förändrade nederbördsmonster. Om temperaturen är varm kommer jordbrukarna odla grödor som värmetoleranta. Den viktigaste lokala anpassningsmetoden till klimatförändringarna är att byta grödor. (Kurukulasuriya, Mendelsohn, 2006, s. 5) Beroende på om nederbörden ökar eller minskar kommer jordbrukarna att välja odla grödor

som klarar en ökad vattenmängd eller torka. I och med klimatförändringarna kommer en del nuvarande grödor att försvinna eller konkurreras ut av klimatanpassade grödor och växtsorter med ökad torka och värmetolerans än tidigare grödor (Environmentalresearchweb).

Västvärldens uppfattning om afrikanska jordbrukare är att de inte är medvetna om klimatförändringarna och att anpassning är något nytt, så är dock inte fallet. Jordbrukarna är i många fall fullt medvetna om klimatförändringarna och väljer ofta en kombination av grödor som kommer att överleva de hårda villkoren i Afrika, exempel på vanliga grödkombinationer - s.k. intercropping - är majs och bönor, ögonbönor och durra samt hirs och jordnötter. Att odla flera olika grödor samtidigt ger jordbrukaren en större flexibilitet än odling av en enda gröda. Jordbrukarna följer klimatet på så sätt att de odlar nya anpassade grödor efter klimatet istället för att odla grödor som historiskt sätt varit framgångsrika men nu misslyckas. Resultatet förväntas bli att jordbrukarna matchar framtida grödor till framtida klimat. Denna metod kan medföra ekonomiska förluster för afrikanska jordbrukare, men de förväntade förlusterna förväntas bli mindre än dagens. Samtidigt har de framtida jordbrukarna bättre anpassningsalternativ med ett utökat utbud av klimatanpassade grödor. (Kurukulasuriya, Mendelsohn, 2006, s.5, 15)

7.1.2 Monetär anpassning

En typ av monetär anpassningsmekanism är hjälporganisationer. Organisationernas målsättningar är att utrota extrem fattigdom och hunger med hjälp av jordbruksledd utveckling, samt öka inkomsterna på den afrikanska landsbygden för att öka deras konkurrenskraft ur ett kontinentalt och globalt perspektiv. Organisationerna har som mål att uppnå en hållbar och hög tillväxt för jordbruket i Afrika genom att förbättra jordbrukets produktivitet, kunskapshantering och marknadsvillkor (USAID, 2010, FARA 2010).

7.1.3 Handelsanpassning

En viktigt framtida anpassningsmekanism är en utökad och bättre fungerande handel och handelsavtal inom jordbrukssektorn mellan afrikanska länder och internationella aktörerna, exempelvis EU.

EU:s gemensamma jordbrukspolitik, GJP har kritiserats för sin effekt på livsmedelstryggheten i afrikanska länder. I och med subventioneringen av jordbruksprodukter från EU påverkas de lokala marknaderna för inhemska producenter. Jordbruksprodukterna från EU konkurrerar med afrikansk export på tredjelandsmarknaderna. EU:s handelshinder gör det svårt för de afrikanska producenterna att exportera till EU:s marknader.

För att försöka öka afrikanska länders handelsmakt har handelsländer tecknat ett ekonomiskt partnerskapsavtal, EPA. Det är EU och sex AVS-regioner (Afrika söder om Sahara, Västindien och Stillahavsområdet) som förhandlat fram en ökad handelsvolym och utveckling för att minska AVS-regionernas marginalisering enligt Cotonou avtalet. I Cotonou avtalet bestämdes att EPA skall vara kompatibelt med WTO, för att bygga en mera förmånlig handel mellan EU och länder i Afrika. Parterna vill stärka samarbetet på alla områden som är relevanta för handeln och gynna en hållbar jordbruksutveckling i AVS-länderna. För att komplettera EPA är EU en av de främsta leverantörerna av Aid for Trade. Ett brett initiativ som omfattar bistånd för att främja handel, förenkla handelsregler och bygga upp handelsrelaterad infrastruktur såsom fungerande logistik mellan producenter och marknader.

Det finns dock en svårighet i ett förbättrat jordbruk genom ett generellt handelsavtal för länder söder om Sahara, nämligen att länderna inte är heterogena. Länderna skiljer sig åt vad gäller exportstrukturer, klassificeringsstatus, grad av regionala liberaliseringsåtaganden och listor över känsliga produkter.

Framtida handelsavtal, såsom en avslutad Doharunda, kan gynna klimatanpassningen för det afrikanska jordbruket eftersom jordbruksprodukter då förväntas få en ökad prioritet samt mer kapital- och humaninvesteringar. (Manservisi, S & Meny, Y, 2009, s. 116-120)

8 Resultat, Kritik och Slutsats

Uppsatsens mål är belysa klimatförändringarnas påverkan på det afrikanska jordbruket söder om Sahara och kartlägga olika anpassningsstrategier som används för att minska de negativa effekterna av klimatförändringarna inom jordbrukssektorn. Den växande befolkningen i Afrika leder till en ökad konkurrens om mat och höjda matpriser. Matpriserna påverkas av dyrare transportkostnader, ökad energianvändning och ändrade klimatförhållandena vilket leder till tuffare produktionsvillkor för fattiga jordbrukare. Trots den ökade globaliseringen av handeln är livsmedelsförsörjningen i de flesta utvecklingsländer beroende av den lokala livsmedelsproduktionen.

8.1 Resultat

Många klimatstudier visar att fördubblingen av växthusgaserna är en av de viktigaste orsakerna till en ökning i den globala medeltemperaturen. Förändrad medeltemperatur och vattentillgång kommer att drabbade den afrikanska kontinenten avsevärt. En ökad medeltemperatur mellan 2 och 4 grader uppskattas bidra till en nedgång i vattentillgången med mellan 30 till 50 procent. Enligt IPCC:s rapport från 2007 kommer den nuvarande befolkningsutvecklingen och mönstret för vattenanvändningen betyda att flera afrikanska länder kommer att överskrida gränserna för sina vattenresurser före år 2025. Författarna till IPCC-rapporten beräknar samtidigt att mellan 75 till 250 miljoner människor kommer att utsättas av ökad vattenbrist till följd av klimatförändringarna redan så tidigt som 2020.

Den afrikanska kontinenten har redan ett krävande klimat för grödor, vissa forskare menar att temperatur och vattennivån är nära gränsen för vad vissa grödor klarar. Högre medeltemperatur under växtsäsongen påskyndar de årliga grödornas växttakt och bidrar till att mindre säd utvecklas, därför förväntas gröдавkastningen att minska.

Klimatförändringarna har varit en bidragande orsak till att livsmedelsproduktionen per person minskat med 5-13 % de senaste fyra decennierna i Afrika. Dock har en viss förbättring kunnat märkas det senaste decenniet. 2009 gav en åker i Afrika bara hälften så stor avkastning som en genomsnittsåker i andra utvecklingsländer och endast en femtedel så stora avkastning som en åker i-länderna. Avkastningen på livsmedelgrödor beräknades samtidigt vara 20-60 % lägre än vad som bör uppnås om bättre förutsättningar ges. Med hjälp av anpassningsmekanismer kan de negativa effekterna av klimatförändringarna lindras och i bästa fall öka gröдавkastningen.

8.2 Kritik

Den vanligaste kritiken mot att mäta klimatförändringarnas påverkan på det afrikanska jordbruket är att resultatvärdena innehåller ett mått av osäkerhet. Eftersom som det är svårt att länka samman klimatförändringsmodeller med grödmodeller. Den förväntade ekonomiska påverkan klimatförändringarnas har på gröдавkastningen kan variera brett, beroende på vilken modell som används. Den stora mängden potentiella klimatförändringar kan ha en tilläggande eller samverkande effekt som orsakar större/mindre negativ påverkan än vad de flesta modeller förutspår. Exempelvis är ca 20 % av världens jordbruksmark bevattnad men denna mark står för 40 % av den globala produktionen. En minskad tillgång på vatten skulle resultera i en minskad matproduktion i områden där vattentillgången är kritisk. En annan effekt är att när grödor påverkas av klimatförändringarna blir de mer känsliga för skadande insekter och sjukdomar vilket ofta ignoreras. En annan form av kritik som förekommer vid användning av klimatförändringarnas påverkan på jordbruket är att modellerna inte tar hänsyn till att jordbruksmarken skiljer sig åt i fråga om klimat- och vegetationszoner. Dock ligger Landzon modellen närmast verkligheten i denna aspekt.

8.3 Slutsats

Jordbruket är en viktig faktor i utvecklingsländers ekonomiska tillväxt. Länder och regioner som inte avsätter tillräckligt med kapital för att utveckla sin jordbrukssektor, förväntas få

det svårare att utveckla de övriga delarna av ekonomin. Klimatförändringarna bidrar till temperaturökning och nederbördsförändring, dessa konsekvenser kräver stor anpassningsförmåga. Stort ansvar ligger på makthavarna men även på den enskilde jordbrukaren.

De faktorer som har störst inverkan på det afrikanska jordbruket och förväntas bidra till en ökad grödkastning tillsammans med klimatanpassning är: förbättrad fysisk infrastruktur (framför allt på transportområdet), bättre mark- och vattenhushållning, ökat bevattningsjordbruk, tillgång till förbättrat och klimatanpassat utsäde, ökad tillgång till handelsgödsel, effektivare användning av naturgödsel, tillförsel av fosfor i jorden, förbättrad rådgivning kring klimatförändringar på nationell, regional och lokal nivå, effektivare organisation och produktionsmetoder, investeringar av humankapital, aktiva val av grödor samt ökade resurser till forskning och utveckling inom lantbruksområdet. För ökad jordbruksproduktivitet krävs dessutom att de afrikanska jordbrukarna får bättre betalt för sina produkter både lokalt och internationellt samt förbättrade handelsvillkor.

De viktigaste redskapen för de afrikanska jordbrukarna mot klimatförändringarna är att anpassa sin produktion. Genom att plantera värmeteroleranta eller torkresistenta grödor, ändra datum för plantering, skörd och bevattning, göra aktiva grödval samt större tillgång till information om klimatet, genom väderleksrapporter och utbildning. Dessa redskap går hand i hand med att jordbruksforskningen i många afrikanska länder på senare tid fått ökade ekonomiska resurser vilket lett till klimatanpassade grödor, modellutveckling för optimala planterings- och skördeperioder samt grödkombinationer som anpassats till olika klimatzoner. En av dessa modeller är den Ricardianska modellen som uppskattar det ekonomiska värdet när klimatförändringarna påverkar jordbruket. Modellen beräknar avkastningsvärdet på grödor/grödval och landvärde. Utifrån dessa uträkningar kan lämpliga grödor identifieras till respektive klimatzon vilket är en viktig anpassningsmetod.

Vi kan urskilja en positiv trend för grödor som anpassats till klimatförändringarna utifrån tabell 1 med en ökad produktion av majs, potatis, kassava och durra. Dock antar vi utifrån gällande forskning att majs, vete och andra spannmålsväxter beräknas minska eller i vissa områden försvinna fram till år 2080. Ifall rätt anpassningsmetoder används och tillräckliga

kapitalresurser tillförs jordbrukssektorn anser vi att det finns goda möjligheter, trots klimatförändringar, för den afrikanska kontinenten att öka sin livsmedelsproduktion vilket i sin tur kan leda till minskad andel undernärda människor, minskad fattigdom samt långsiktigt ekonomisk tillväxt.

Appendix

Majsproduktionen

	1970	1980	1990	2000	2008
World +	265831145	396623388	483343222	592477010	822712527
Africa +	19879867	28131176	37686514	44284393	53201235
--Eastern Africa +	6607280	9648920	13007348	15370441	17623930
--Middle Africa +	1362758	1452954	1667114	2519253	3037243
--Northern Africa +	2766300	3609184	5261886	6629786	6731160
--Southern Africa +	6333209	11285953	9496134	11691659	11780170
--Western Africa +	2810320	2134165	8254032	8073254	14028732
America +	146202805	219458306	258233694	335022884	438207223
Asia +	52963108	87453110	132467058	149061772	237560078
Europe +	46532672	61268910	54569293	63507286	93136499
Oceania +	252693	311886	386663	600675	607492

Potatisproduktion

	1970	1980	1990	2000	2008
World +	298048017	240464105	266627589	327342594	314140107
Africa +	3028423	5132878	8016890	12958194	19496599
--Eastern Africa +	1078072	1679335	2685062	5369485	7282911
--Middle Africa +	101888	104974	113237	279341	898480
--Northern Africa +	1189032	2586669	3799909	4817324	7836610
--Southern Africa +	625046	710000	1311594	1814000	2201081
--Western Africa +	34385	51900	107088	678044	1277517
America +	26859476	26752305	32714397	42136989	39876611
Asia +	34708948	47417672	64187084	121423803	131343537
Europe +	232388996	160085513	160267411	149121124	121702989
Oceania +	1062174	1075737	1441807	1702484	1720371

Kassavaproduktionen

	1970	1980	1990	2000	2008
World +	98590199	124135566	152474001	176532824	232950180
Africa +	40536974	48344383	70237123	95334009	118049214
--Eastern Africa +	11736631	14500201	20476048	23938960	26094377
--Middle Africa +	14119424	17262100	23758136	24233448	28006917
--Northern Africa +	134000	122000	6000	10000	10000
--Western Africa +	14546919	16460082	25996939	47151601	63937920
America +	34734870	29699416	32207119	31294420	35903872
Asia +	23132190	45942587	49840578	49718249	78754445
Oceania +	186165	149180	189181	186146	242649

Durrproduktionen

	1970	1980	1990	2000	2008
World +	55773304	57238185	56809420	55690027	65534273
Africa +	11710147	13008600	11980256	18412475	25192913
--Eastern Africa +	2578284	3341379	2657036	2994810	4589832
--Middle Africa +	632400	649200	678101	851204	1236630
--Northern Africa +	2465596	2757830	1828712	3442622	4727910
--Southern Africa +	450619	807167	423238	520492	317315
--Western Africa +	5583248	5453024	6393169	10603347	14321226
America +	24886656	24037837	24643454	23244861	25074956
Asia +	18128880	18472328	18573812	11151123	11359372
Europe +	498551	794044	665155	762116	831378
Oceania +	549070	925376	946743	2119452	3075654

Referenser

- Brown, M & Funk, C** (2009) "Declining global per capita agricultural production and warming oceans threaten food security", *Food Sec*, 1, 272 – 289.
- Burke, M, Lobell, D & Guarino, L** (2009) "Shifts in African crop climates by 2050, and the implications for crop improvement and genetic resources conservation", *Global Environmental Change* 19, 3 s. 317-325.
- Cline, W** (2007) *Global warming and agriculture: impact estimates by country*, Washington, Centre for Global Development.
- Dinar, A, Hassan, R, Mendelsohn, R & Benhin, J** (2008) *Climate change and agriculture in Africa: impact assessment and adaptation strategies*. London: Earthscan.
- Gerremo, I** (2009) "På väg mot tryggad livsmedelsförsörjning i Afrika - några framgångsexempel" *Jordbruksdepartementet/Svenska FAO-kommittén*
- R. Gommaes, F. Petrassi** (1996) "Rainfall variability and drought in sub-Saharan Africa since 1960," FAO agrometeorology series working paper No. 9
- Haggblade, S** (2007) "Returns to investment in Agriculture", *Ministry of Agriculture & Cooperatives, Agricultural Consultative Forum, Michigan State University and Golden Valley Agricultural Research Trust (GART) – Lusaka Zambia, 19*.
- Hardy TJ**, (2003) "Climate change – Causes, effects, and solutions", *International Journal of Climatology*, 1, 139-140.
- Hulme, M**, (2001) "Climatic perspectives on Sahelian desiccation: 1973-1998", *Global Environmental Change* 1 s, 19-29
- Kurukulasuriya, P & Mendelsohn, R** (2006) "Crop selection: Adapting to Climate Change in Africa", Centre for Environmental Economics and Policy in Africa.
- Lipton, M** (2005) "The family farm in a globalizing world: the role of crop science in alleviating poverty", *International Food Policy Research Institute*.
- Magadza, C.H.D.**, (2001) "Climate Change Impacts and Human Settlements in Africa: Prospects for Adaptation", *Environmental Monitoring and Assessment* 1, s 193-205

Manneh, B, Kiepe, P, Sie, M, Ndjiondjop, M, Drame, NK, Traore, K, Rodenburg, J, Somado, EA, Narteh, L, Youm, O, Diagne, A & Futakuchi, K (2007) "Exploiting Partnerships in Research and Development to help African Rice Farmers cope with Climate Variability", *SAT eJournal volume 4 issue 1*.

Manservisi, S & Meny, Y (2009) "Att övervinna instabilitet i Afrika", *Europeisk rapport om utveckling 2009, s 115- 120*

Mastny, L (2000) "Melting of earth's ice cover reaches new high", Worldwatch Institute

Mendelsohn, R, Nordhaus, W.D & Shaw, D (1994) "The Impact of Global Warming on Agriculture: A Ricardian Analysis". *American Economic Review 4, s 753-772*

Ottichilo, W, Kinuthia, J, Ratego, P & Nasubo, G (1991) *Weathering the STORM, Climate change and investment in Kenya*. Nairobi: Acts Press African Centre for Technology Studies (ACTS).

Parry, M.L, Canziani, O.F, Palutikof, J.P, van der Linden, P.J & Hanson C.E (2007). *Impacts, Adaptation and Vulnerability*, 2007, Cambridge University Press

Padgham, J (2009) "Agricultural Development under a Changing Climate: Opportunities and Challenges for Adaptation", *Joint Departmental Discussion Paper- Issue 1 Agriculture and Rural Development & Enviromental Departments s 17*.

Pak Sum, L (2005) *Climate Change and Africa*. 2005. Cambridge: University Press Cambridge

Prage, L (2004) "African Agriculture today", *Current issues in international rural development no 34, s 5*.

Schimmelpfennig (1996) "Uncertainty in economic models of climate-change impacts", *Climatic Change volume 33, nr 2 s.213-214*.

Stern, N (2007) *The Economics of Climate Change, The Stern Review*. 2007. Cambridge: Cambridge University Press.

Ziervogel, G, Cartwright, A, Tas, A, Adejuwon, J, Zermoglio, F, Shale, M & Smith, B (2008) "Climate change and adaptation in African agriculture". Stockholm Enviromental Institute.

Elektroniska källor

Nationalencyklopedin URL:

<http://www.ne.se/v%C3%A4xthuseffekten>

Miljöbörsen AB URL:

<http://www.miljoborsen.se/gpage21.html>

IPCC rapporten 2007 URL:

<http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg2/ar4-wg2-chapter9.pdf>

USGS URL:

<http://earlywarning.usgs.gov/ftp2/afrraindry/rsum100601.png>

USAID URL:

http://www.usaid.gov/locations/sub-saharan_africa/sectors/ag/index.html Forum for

Agricultural Research in Africa URL:

<http://www.fara-africa.org/about-us/>

Environmental research web URL:

<http://environmentalresearchweb.org/cws/article/news/41670>

Africana Online URL:

<http://www.africanaonline.com/climate.htm>

Europeisk rapport URL:

http://ec.europa.eu/development/icenter/repository/ERD_report_2009_SV.pdf

Databaser

UNFCCC URL:

http://unfccc.int/documentation/documents/items/3595.php?data=r_&such=j&volltext=&anf=120&sorted=&dirc=&anf=120&seite=4#beg

Food and Agriculture Organization of the United Nations URL:

<http://faostat.fao.org/>

Central Intelligence agency URL:

<http://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/>