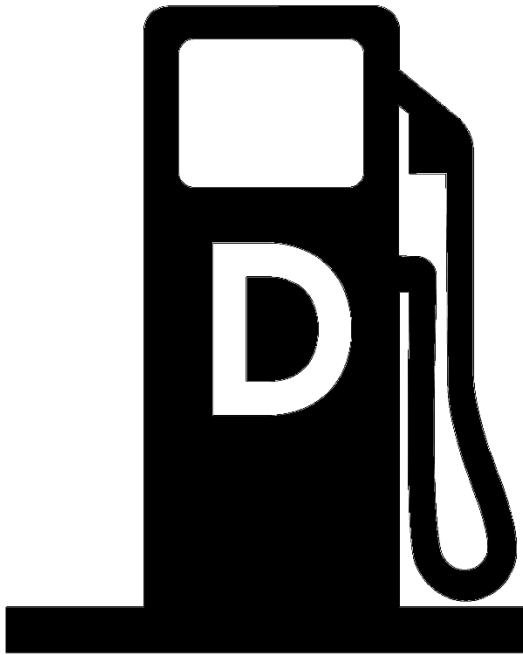


Biofuel versus Food



Een literatuuronderzoek naar de relatie tussen het verbouwen van biobrandstofgewassen en de gewassen ten behoeve van de Braziliaanse en mondiale voedselvoorziening

Bachelorproject Sociale Geografie en Planologie
Peter Vos
S1693433
Universiteit Groningen
Begeleider: dr P.C.J. Druifven

Samenvatting

Brazilië is qua oppervlakte één van de grootste landen ter wereld. Daardoor brengt het met zich mee dat dit grote land ook veel op zijn grondgebied kan doen. Door verscheidene overheidsacties heeft Brazilië het voor elkaar gekregen om een grote speler op de voedselmarkt te worden met bijvoorbeeld de export van sojabonen en suiker. Naast een internationale voedselmarkt is het land zelf vrijwel zelfvoorzienend geworden met betrekking tot de voedselzekerheid. Verder is Brazilië ook een grote speler geworden in de oliemarkt en de markt in de biobrandstoffen. In de oliemarkt is Brazilië sterk omdat men vrijwel niets hoeft te importeren door de zelfproductie en vervangende brandstoffen. Door juist te anticiperen op de eerste oliecrisis in 1973 is Brazilië uitgegroeid tot een grote ethanolproducent en –exporteur, dus de op de biobrandstofmarkt is Brazilië ook een belangrijke speler geworden. Nu deze beide sectoren door enerzijds een groeiende wereldbevolking en anderzijds het schaarser worden van fossiele brandstoffen steeds gewilder worden, kan er een “frictie” ontstaan in landgebruik.

In dit onderzoek wordt allereerst de beginfase van de verandering in landgebruik behandeld, namelijk de ontbossing. Het gebied wat hierdoor vrijkomt, speelt een grote rol in de mogelijkheden in de ontwikkeling van nieuwe gebieden ten behoeve van de productie van biobrandstoffen en het verbouwen van voedsel. Het blijkt dat het Amazone-gebied in eerste instantie in mindere mate geschikt is voor de landbouw en het verbouwen van biobrandstofgewassen. Na de ontbossing wordt het vrijgekomen land in het Amazone-gebied vaak eerst gebruikt als weiland dat gebruikt wordt voor de extensieve veeteelt. De wijze waarop het kolonisatie-traject verloopt vanaf de ontbossing blijkt een omslag gekend te hebben tussen een periode waarin vooral kleinschalige landbouw plaatsvond naar een periode waarin grootschalige landbouw plaatsvindt. Dat laatste heeft als effect plaatsgevonden van de economische voordelen van bijvoorbeeld de productie van sojabonen. Vervolgens worden de biobrandstofgewassen in het onderzoek behandeld. Het blijkt dat de belangrijkste gewassen, namelijk de sojabonen en suikerriet, voornamelijk buiten de Amazone-regio verbouwd worden. Het grootste deel van de suikerrietproductie vindt plaats in de São Paulo provincie. De sojabonen vooral in de regio ten westen daarvan.

Uit de resultaten blijkt dat de ontwikkeling van de biobrandstofgewassen op korte termijn niet zal ophouden en er in de komende jaren een grotere oppervlakte landbouwgrond nodig is om de gewassen te verbouwen. De vraag is in hoeverre dit ten koste zal gaan van de voedselvoorziening. Na analyse van enkele thematische kaarten en literatuur valt te concluderen dat de suikerrietproductie in de provincie São Paulo sterk toeneemt en de landbouwgrond ten behoeve van de lokale voedselvoorziening waarschijnlijk zal afnemen, omdat er veel economische voordelen zijn om over te stappen van voedselproductie naar de productie van biobrandstoffen. Tegelijkertijd is de beschikbare grond die geschikt is voor landbouw van enerzijds voedsel en anderzijds biobrandstoffen zo groot dat de mogelijkheden tot expansie van beide zonder problemen moet kunnen plaatsvinden.

Inhoudsopgave

Hoofdstuk 1: Inleiding	5
1.1 Aanleiding	5
1.2 Probleemstelling	5
1.3 Opbouw van de thesis	5
Hoofdstuk 2: De theoretische achtergrond	6
2.1 Het theoretisch kader	6
2.2 Het conceptuele model	7
Hoofdstuk 3: Methodologie	8
Hoofdstuk 4: Resultaten	9
4.1 Wat is de positie van Brazilië op de wereldvoedselproductie en energieproductie?	9
4.2 Wat zijn de grootste/belangrijkste rurale veranderingen in landgebruik en waarom komen ze daar voor?	12
4.3 Welke rol speelt de ontbossing in de veranderingen in landgebruik ten opzichte van landgebruik veranderingen?	13
4.4 Welke biobrandstoffen worden vooral verbouwd in Brazilië en waarom ?	15
4.5 <i>In hoeverre gaan de biobrandstoffen een invloed hebben op het voedselvraagstuk</i>	16
Hoofdstuk 5: Conclusie	20
Bronnenlijst	21

Hoofdstuk 1 Inleiding

1.1 Aanleiding

Al jarenlang is de ontbossing van het Braziliaans regenwoud een topic geweest in diverse natuurbescherming programma's. De hoofdreden hiervoor is het verlies van biodiversiteit in het tropisch regenwoud en de effecten van de ontbossing op het broeikas-effect. Na de ontbossing moeten de gebieden een nieuwe functie krijgen. Met het meeste land wordt vooralsnog niets gedaan, maar een deel van deze gebieden wordt veranderd in landbouwgronden voor biobrandstoffen vanwege de economische voordelen hiervan. Door de Braziliaanse stimulering van het gebruik van biobrandstoffen lijkt de keuze van de Braziliaanse boer steeds makkelijker te worden. Naast deze verandering van landgebruik is er ook sprake van een verandering van gebruik van landbouwgrond. Namelijk van grond waar voedingsmiddelen verbouwd worden naar grond waar gewassen verbouwd worden ten behoeve van biobrandstoffen. Deze verandering lijkt niet passend in het hedendaags voedselvraagstuk, waar de beschikbare hoeveelheid voeding bij een stijgende wereldbevolking steeds kleiner wordt. De vraag is natuurlijk hoe groot deze frictie is en wat de gevolgen hiervan zijn voor het voedselvraagstuk. Dit onderzoek zal de hierboven opgeroepen vraagstukken behandelen.

1.2 Probleemstelling

Zoals hierboven beschreven is, zijn de economische voordelen groot voor het verbouwen van gewassen voor biobrandstoffen. Hierdoor kunnen kostbare stukken regenwoud vernietigd worden en ook kostbaar landbouwgrond opgeofferd worden ten behoeve van biobrandstoffen. Vooral het laatste type land kan de toekomst veranderen met betrekking op het voedselvraagstuk. Brazilië is bijvoorbeeld de grootste exporteur van rundvlees (Steiger, 2006). Om de effecten van de veranderingen van landgebruik te onderzoeken is voor de volgende onderzoeksvraag gekozen:

Welke veranderingen in landgebruik komen voor in Brazilië en welke rol spelen de biobrandstoffen hierbij ten opzichte van het voedselvraagstuk?

De onderzoeksvraag zal behandeld worden aan de hand van de volgende deelvragen:

- 1 Wat is de positie van Brazilië op de wereldvoedselproductie en energieproductie?
- 2 Wat zijn de grootste/belangrijkste rurale veranderingen in landgebruik in Brazilië en waarom komen ze daar voor?
- 3 Welke rol speelt de ontbossing in de veranderingen van landgebruik ten opzichte van andere land use veranderingen en hoe verloopt het agrarisch kolonisatieproces?
- 4 Welke biofuels worden vooral verbouwd in Brazilië en waarom?
- 5 In hoeverre gaan de biobrandstoffen een invloed hebben op het voedselvraagstuk?

1.3 Opbouw van de thesis

De thesis is als volgt opgebouwd: Allereerst zal het theoretisch kader in hoofdstuk 2 behandeld worden. Hierin zullen de voor dit onderwerp relevante theorieën en concepten naar voren komen inclusief de relevantie van de theorieën op het onderwerp. In hoofdstuk 3 wordt methodologie behandeld. Hierin zal onderbouwd worden waarom welke methodologie gebruikt is per deelvraag en de kwaliteit van de verzamelde data beoordeeld worden. Vervolgens worden in hoofdstuk 4 de onderzoeksvragen beantwoord en de resultaten van het onderzoek gepresenteerd worden. Tot slot wordt in hoofdstuk 5 de conclusie gepresenteerd en samengevat wat er met de deelvragen beantwoord is.

Hoofdstuk 2: De theoretische achtergrond

2.1 Het theoretisch kader

De productie van melkproducten en rundvlees staan onder druk in de staat São Paulo in Brazilië door de opkomst van biobrandstoffen. De beschikbare grond voor deze voedingsmiddelen staat onder druk in deze staat door de vergroting van productiegebieden van biobrandstoffen (Novo et al, 2010). Ook staat de benodigde landbouwgrond voor voedselproductie in de rest van Brazilië onder druk door de opkomst van biobrandstoffen en is er sprake van ontbossing (Rathmann et al, 2010). In dit onderzoek wordt van hieruit onderzocht of de bevindingen in de staat São Paulo ook van toepassing zijn op de rest van Brazilië. Ook de invloed van biobrandstoffen op ontbossing zal verder onderzocht worden en in kaart gebracht worden in dit onderzoek.

Tegenwoordig zijn de sojabonen het meest gebruikte soort gewas voor de productie van biodiesel. Verder is naast sojabonen ook het verbouwen van suikerriet een veelvoorkomend gewas in Brazilië. Verder zal het de opkomst van zonnebloemen, katoenplanten, castorbonen en palmolie relatief zeer groot zijn bij de stimulering van de Braziliaanse overheid (Andrade en Miccolis, 2010).

Het concept van food security

De voedsel- en landbouworganisatie (FAO) van de Verenigde Naties definieert het begrip food security als de situatie waarin iedereen en op elk moment in fysieke, sociale en economische zin toegang heeft tot voldoende, veilig en voedzame voeding. Dus voeding dat hoort bij het dieet en voorkeuren voor een actief en gezond leven (FAO, 2003). Belangrijk hierbij zijn enkele andere aspecten die hieronder beschreven worden.

Allereerst speelt de beschikbaarheid van voeding een grote rol. Hiermee wordt de beschikbaarheid door productie, import en eventueel voedselhulp bedoeld. Verder is de toegang tot voeding een belangrijk aspect. Dit concept beschrijft de toegang van het individu tot de juiste voeding en hoe deze gereguleerd wordt door politieke, sociale en economische factoren. Verder is het concept van benutting van de voedingsstoffen, drinkwater en health-care ten behoeve van de fysiologische gezondheid van de mens. Als laatste is een belangrijk aspect van de food security dat er een stabiliteit is. Om food secure te zijn moet er te allen tijde toegang zijn tot voldoende voedsel en ook bij bijvoorbeeld rampen de beschikbaarheid en toegankelijkheid tot voedsel blijven bestaan (FAO, 2003)

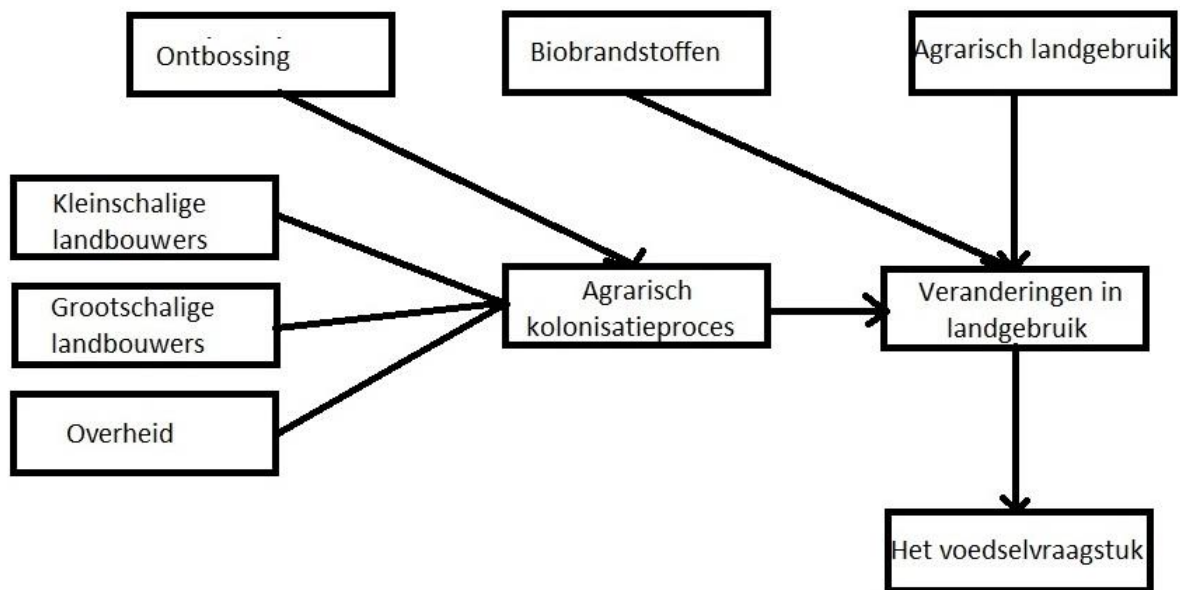
Land use change

Als er gekeken wordt naar de veranderingen in landgebruik zijn er twee types van verandering, namelijk direct en indirect land use change. Beide types komen in dit onderzoek ter sprake.

Direct land use change (dLUC) is een verandering van landgebruik waarbij er een duidelijk nieuwe functie wordt gegeven aan het gebied. Relevant aan dit onderzoek is de verandering van land ten behoeve voor de voedselvoorziening naar land ten behoeve van de ethanolproductie. Hierbij is het van belang dat het land voor de verandering al een duidelijke functie had.

Indirect land use change (ILUC) is een fenomeen wat het meest bekend is in Brazilië. Hierbij is sprake van een verandering waarbij een gebied een functie krijgt, waarbij het in een eerder stadium geen duidelijke functie voor de mens had. Een voorbeeld hiervan is een bebost gebied dat omgezet wordt in een gebied voor de productie van suikerriet (Nassar et al, 2008).

2.2 Het conceptuele model



Figuur 1: Conceptueel model naar aanleiding van het theoretisch kader, eigen bron

In het model wordt grafisch weergegeven dat een gebied na ontbossing beïnvloed wordt door diverse actoren die het agrarisch kolonisatieproces invullen. Verder heeft het agrarisch kolonisatieproces een invloed op de veranderingen in landgebruik, net als de biobrandstoffen en agrarisch landgebruik hier een deel van zijn. Uiteindelijk hebben de veranderingen in landgebruik een invloed op het voedselvraagstuk op regionale of grotere schaal.

Hoofdstuk 3: Methodologie

In eerste instantie was de belangrijkste onderzoeksmethode in deze thesis om uit te gaan van een primaire dataverzameling, namelijk het onderzoeken van cartografisch materiaal met behulp van Geografische Informatie Systemen (GIS). Deze wijze van dataverzameling is niet mogelijk gebleken, omdat het beschikbare GIS-materiaal niet voldoende bleek te zijn om hier een gedegen onderzoek mee te doen. Daarom is de wijze van primaire dataverzameling veranderd naar het onderzoeken van cartografisch materiaal zonder het gebruik van GIS.

Het probleem met het onderzoeken van cartografisch materiaal is dat deze kaarten niet altijd met dezelfde bedoeling gemaakt zijn als waar de onderzoeker het voor wil gebruiken. De informatie die de kaart weergeeft moet eerst beoordeeld worden voordat deze gebruikt kan worden voor gedegen onderzoek (Berendt et al, 1998).

De meeste kaarten die gebruikt zijn in dit onderzoek komen van een organisatie die ICONE (The Institute for International Trade Negotiations) heet. ICONE is een non-profit organisatie die onderzoek doet in de landbouw van Brazilië. Ze hebben een landgebruik model ontwikkeld waarin onder andere de invloed van biobrandstoffen wordt beschreven. Deze organisatie heeft recente modellen van landgebruik en gebruikt actuele gegevens en kaarten. Ze proberen vooral kwesties uit te zoeken op het gebied van landbouw en de zaken die hier invloed op hebben. Door de in verandering blijvende energiemarkt zijn recente gegevens zoals deze zeer belangrijk en betrouwbaar in het onderzoek. Niet al het cartografisch materiaal wat gebruikt is in het onderzoek is in de thesis verwerkt. Er waren goede land-use modellen gevonden die minder recent waren. Deze zijn wel gebruikt in de vergelijking, maar de keuze in dit onderzoek is gevallen op het werken met recente gegevens.

In de beantwoording van de deelvragen 2,4 en 5 wordt vooral gebruik gemaakt van het bovenstaande materiaal. Het betreffen allemaal actuele kaarten met als basis de land use modellen van ICONE. Om aan de analyse van deze kaarten een goede onderbouwing te kunnen geven en de kwaliteit van het materiaal te kunnen beoordelen, is vakliteratuur gebruikt uit relevante wetenschapsvelden. Wel moet in ogenschouw genomen dat enkele gebruikte kaarten een representatie geven van een situatie in de toekomst gebaseerd op bepaalde aannames. Hier moet met een kritische blik naar gekeken worden en niet direct voor waar aannemen. Verder zijn de deelvragen 1 en 3 volledig gebaseerd op secundair materiaal. Net als het andere materiaal was het een vereiste dat dit materiaal actueel is.

Hoofdstuk 4: Resultaten

4.1 Wat is de positie van Brazilië op de wereldvoedselproductie en energieproductie?

4.1.1 Positie van Brazilië in de wereldvoedselproductie en -export.

De landbouwsector in Brazilië is zeer groot. Zo groot zelfs dat in principe de Braziliaanse landbouwsector sterk genoeg is om zijn eigen bevolking te kunnen voeden en daarnaast nog een deel te exporteren. Dit betekent alleen niet dat er food security bestaat in Brazilië. Om aan die eis te kunnen voldoen moeten de complete bevolking voldoende toegang hebben tot de juiste voeding. Dit is alleen niet het geval (Amaral and Peduto, 2010).

Crop	Soy			Corn			Sugar cane			Bean			Rice			Cassava			Wheat		
	Prod.	Area	Pdtyv	Prod.	Area	Pdtyv	Prod.	Area	Pdtyv	Prod.	Area	Pdtyv	Prod.	Area	Pdtyv	Prod.	Area	Pdtyv	Prod.	Area	Pdtyv
Harvest																					
2000/01							344	5.0	69	2.6	3.9	0.7	10.4	3.2	3.2	22.6	1.7	13.5	1.7	1.5	1.1
2001/02	42	16	2.6	35.3	12.3	2.9	364	5.1	71	3.0	4.3	0.7	10.6	3.2	3.3	23.1	1.7	13.8	3.2	1.7	1.9
2002/03	52	18	2.8	47.4	13.2	3.6	396	5.4	74	3.2	4.4	0.7	10.4	3.2	3.3	22.0	1.6	13.4	2.9	2.1	1.4
2003/04	50	21	2.3	42.1	12.8	3.3	415	5.6	74	3.0	4.3	0.7	13.0	3.7	3.5	23.9	1.8	13.6	5.9	2.5	2.4
2004/05	52	23	2.2	35.0	12.2	2.9	423	5.8	73	3.0	3.9	0.8	13.4	3.9	3.4	25.9	1.9	13.6	5.8	2.8	2.1
2005/06	55	23	2.4	42.5	13.0	3.3	455	6.2	74	3.5	4.2	0.8	11.7	3.0	3.9	26.7	1.9	14.0	4.9	2.4	2.1
2006/07	58	21	2.8	51.4	14.1	3.7	516	6.7	77	3.3	4.1	0.8	11.3	3.0	3.8	26.9	1.9	14.1	2.2	1.8	1.3
2007/08	60	21	2.8	58.7	14.8	4.0	649	8.1	80	3.5	4.0	0.9	12.1	2.9	4.2	26.3	1.9	14.2	4.1	1.9	2.2
2008/09	57	22	2.6	50.3	14.1	3.6	687	8.6	79	3.5	4.2	0.8	12.6	2.9	4.3	26.3	1.9	13.9	6.0	2.4	2.5

Figuur 2: Belangrijke Braziliaanse landbouwproducten, productie in miljoenen ton, gebied in ha, productiviteit in ton/ha.
Bron: FAO, 2009

In de laatste 2 decennia is de productiviteit en de hoeveelheid bebouwde grond zeer snel gestegen. Zoals uit het bovenstaande schema is af te lezen is in de laatste 10 jaar bijvoorbeeld de maisproductie gestegen van 2.9 ton/ha naar 3.6 ton/ha en suikerriet van 69 ton/ha naar 79 ton/ha. Het resultaat hiervan is dat de import van voedingsmiddelen door Brazilië gedaald is. Zo is de import van belangrijke gewassen als droge bonen, mais en rijst vrijwel gehalveerd. Tegelijkertijd is de export gestegen voor deze producten. De stijging in export van de belangrijkste exportproducten en de het mondiale marktaandeel hiervan zijn in het onderstaande overzicht opgenomen (Amaral and Peduto, 2010)

Om een overzicht te kunnen geven van de hoeveelheden landbouwproducten die Brazilië exporteert en wat dus de invloed kan zijn op de wereldmarkt is er gebruik gemaakt van een ander schema. In dit schema is ook duidelijk te zien in hoeverre de export afhangt van de productie.

		Dry beans	Maize	Rice*	Soybeans	Sugar refined	Wheat
1998	kilotons	1.85	7.17	6.61	9,274.75	3,575.27	4.19
	% share	0.08%	0.01%	0.02%	24.41%	19.90%	0.004%
1999	kilotons	2.54	7.52	47.67	8,917.21	4,273.26	1.63
	% share	0.10%	0.01%	0.19%	22.13%	23.83%	0.001%
2000	kilotons	4.78	6.70	26.41	11,517.26	2,158.35	0.97
	% share	0.18%	0.01%	0.11%	24.31%	12.54%	0.001%
2001	kilotons	2.32	5,628.98	22.13	15,675.54	4,083.34	0.84
	% share	0.08%	6.72%	0.08%	27.52%	22.32%	0.001%
2002	kilotons	16.20	2,746.99	29.96	15,970.00	5,724.01	1.03
	% share	0.48%	3.14%	0.11%	29.23%	27.23%	0.001%
2003	kilotons	2.69	3,566.23	19.44	19,890.47	4,560.73	50.31
	% share	0.08%	3.93%	0.07%	30.58%	22.30%	0.046%
2004	kilotons	2.00	5,031.00	36.74	19,247.69	6,198.18	1,323.43
	% share	0.07%	6.08%	0.13%	33.39%	29.27%	1.113%
2005	kilotons	2.29	1,070.02	272.32	22,435.07	6,568.08	156.57
	% share	0.09%	1.18%	0.91%	34.31%	26.68%	0.130%
2006	kilotons	7.77	3,938.00	290.17	24,957.98	6,063.24	652.10
	% share	0.27%	4.13%	0.94%	36.77%	25.11%	0.516%
2007	kilotons	30.85	10,933.46	201.48	23,733.78	6,915.80	104.48
	% share	1.04%	9.97%	0.60%	31.90%	29.95%	0.079%
CAGR	kilotons	32.53%	108.12%	40.73%	9.85%	6.82%	37.95%
	% share	29.77%	100.65%	38.63%	2.71%	4.17%	35.30%

Figuur 3: Belangrijke Braziliaanse exportproducten 1998-2007 in kiloton, bron: FAO, 2009

In het overzicht is te zien dat het mondiale marktaandeel van de exportproducten van Brazilië in de periode 1998-2007 veelal stijgen en bij geraffineerde suiker en sojabonen het aandeel bijna een derde is van de wereldexport. Geconcludeerd mag dan worden dat de afhankelijkheid van de wereld voor de productie en export van Braziliaanse landbouwproducten groot en stijgende is. Opvallend zijn bijvoorbeeld de plotselinge stijging van de export van droge bonen in 2006 en de schommeling in de export van mais tussen 2003 en 2007. Deze zijn beide te verklaren als je naar figuur 2 kijkt, waarin de productie ook verandert in dezelfde jaren.

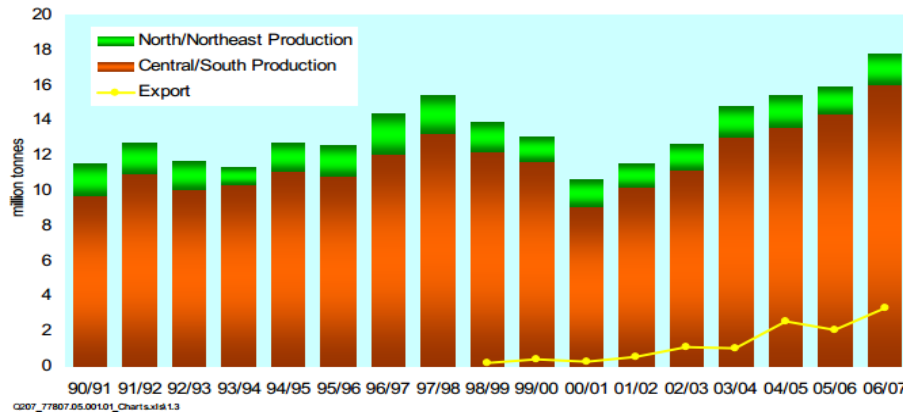
De Braziliaanse nationale overheid probeerde aan te sturen op voedselzekerheid in het land. Met een Guaranteed Price Policy probeerde ze economische groei te bereiken en verder waar mogelijk de export te vergroten. Deze policy is vooral gericht op de kleinschalige boerenbedrijven die bij verkoop van hun producten minstens hun productiekosten krijgen plus een bepaalde winst. Ook koopt de overheid overschotten op voor een hogere prijs dan de marktprijs. Hierdoor wordt het risico voor de boeren bij prijsschommelingen vermindert.

4.1.2 Positie van Brazilië in de energiemarkt, met nadruk op de productie van biobrandstoffen.

Sinds de jaren 1930 wordt in Brazilië suikerriet gebruikt voor de productie van ethanol geschikt voor brandstof voor transport. Tot de eerste oliecrisis in 1973 werd de 5% ethanol gemengd met benzine. Om de gevolgen van de macro-economische effecten van de prijsstijging van geïmporteerde olie te temperen, werd het Pro-Alcohol Program opgezet. Deze had als doel de ethanolproductie te vergroten en een menging van 10% ethanol in benzine mogelijk te maken. Sindsdien werden er auto's geproduceerd die volledig op ethanol rijden, totdat de olieprijsen kelderden in de tweede helft van de jaren 1980. Het werd aantrekkelijker om suikerriet te gebruiken voor de productie van suiker dan voor ethanol (Goldemberg, 2008).

Na 2001 was er weer een ommekeer doordat er een internationale handel in ethanol ontstaan was doordat de olieprijsen weer hoog werden en hierdoor de Braziliaanse ethanolmarkt weer aantrekkelijk werd. De productie van auto's die op ethanol en op benzine kunnen rijden werd het

risico voor tekorten en dus hoge prijzen ingedamd. In 2006 werd de ethanolproductie in Brazilië geschat op 17.3 miljard liter. Hiervan werd 80% gebruikt voor de binnenlandse consumptie. Ook de export van ethanol steeg zeer snel. Tussen 2001 en 2006 steeg deze van minder dan 500 miljoen m³ ethanol naar bijna 3500 miljoen m³ ethanol. Vooral de Verenigde Staten werden een grote afnemer. Nadat in 1997 de vaste prijzen van ethanol en benzine werden afgeschaft, volgden deze de wereldmarktprijzontwikkeling van olie. Tegenwoordig bestaat er in tegenstelling tot de voedselmarkt geen overheidsstimulatie meer voor de ethanolmarkt en is hier sprake van een vrije markt (Almeida et al, 2007).



Figuur 4: Braziliaanse ethanol productie en export in miljoen ton/jaar. Bron: Almeida et al, 2007

In het bovenstaande figuur is goed te zien dat de export van ethanol vooral in de laatste 10 jaar flink groeiende is. Duidelijk is ook te zien dat vanaf 1997 de export duidelijke cijfers geeft, exact wanneer de vaste benzineprijzen worden afgeschaft.

Het voordeel van de Brazilië ten opzichte van andere landen is dat de productie van suikerriet hier het grootst is. Bijkomend is dat er bijna geen irrigatie nodig is in de productiegebieden en arbeid minder kost dan in andere landen. Hierdoor zijn de geschatte kosten per ton suiker in Brazilië maar \$140. Deze zijn veel hoger in andere belangrijke landen met suikerproductie zoals Australië, Thailand en India, namelijk \$200 tot \$250 per ton. Hierdoor blijft de vraag naar Braziliaans ethanol groot en stijgende (Almeida et al, 2007). In het onderstaande figuur worden de productiekosten van enkele andere landen vergeleken met de productiekosten van ethanolproductie in Brazilië.

	USA	Germany		Brazil
	Corn (Euro/hl)	Wheat (Euro/hl)	Beet (Euro/hl)	Sugar Cane (Euro/hl)
Buildings	0.39	0.82	0.82	0.21
Equipments	3.40	5.30	5.30	1.15
Labor	2.83	1.40	1.40	0.52
Insurance, rates and others	0.61	1.02	1.02	0.48
Raw material	20.93	27.75	35.10	9.80
Operational Costs	11.31	18.68	15.93	2.32
Others				
Total Production Costs	39.48	54.96	59.57	14.48
By products sales	-6.71	-6.80	-7.20	-
Federal and State Subsidies	7.93	-	-	-
Net Production Costs	24.84	48.16	52.37	14.48

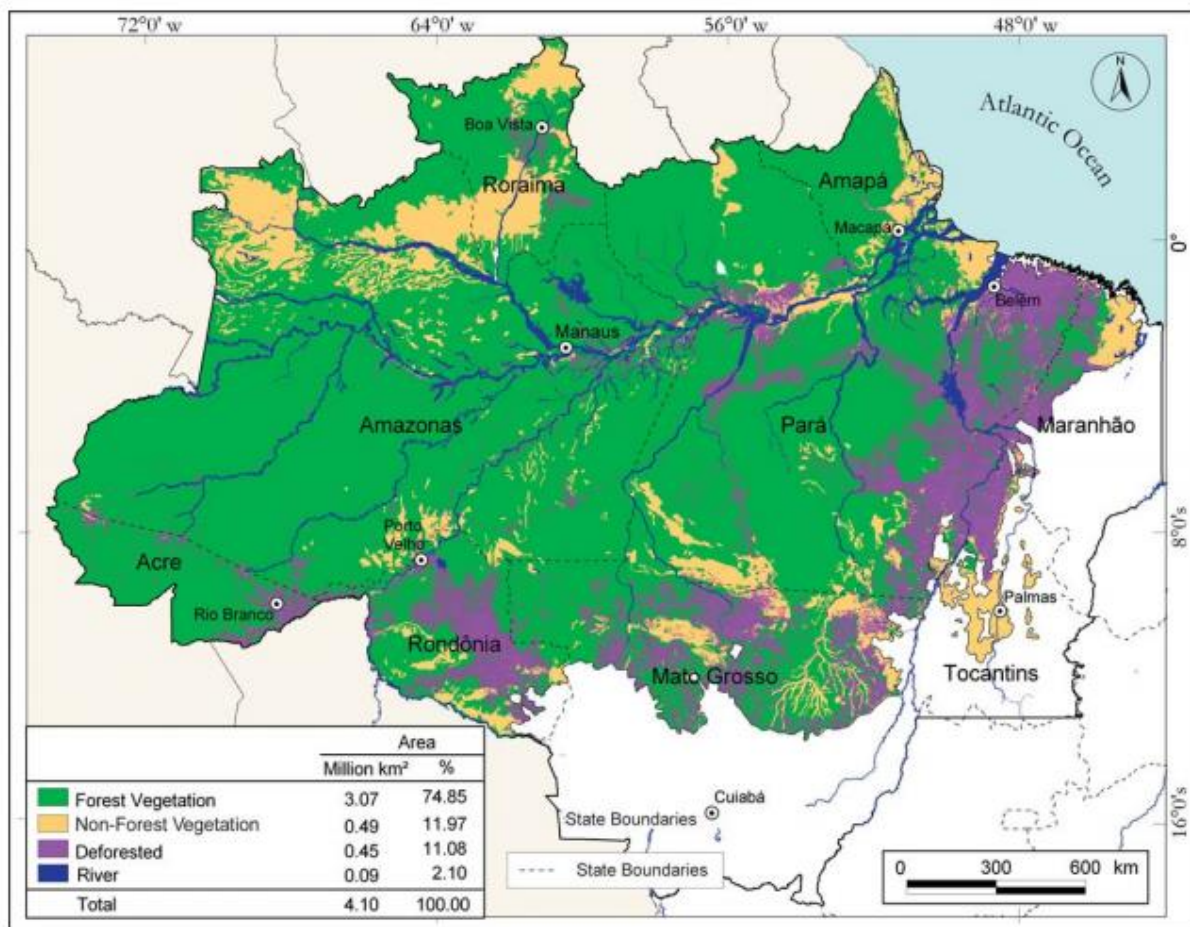
Figuur 5: Productiekosten per hl ethanol en waar die kosten uit zijn opgebouwd. Bron: Almeida et al, 2007

In het bovenstaande figuur is ook duidelijk te zien waar de grote verschillen liggen tussen de productiekosten. Vooral bij equipments en operational costs zijn grote verschillen te zien.

4.2 Wat zijn de grootste/belangrijkste rurale veranderingen in landgebruik en waarom komen ze daar voor?

De grootste vorm van verandering van landgebruik in Brazilië is ontbossing. Deze vindt vooral plaats in de Amazone-regio. Ondanks de wetten die de Braziliaanse overheid heeft ontworpen om ontbossing op de gevoelige plekken, namelijk de grensgebieden van de Amazone, in Brazilië tegen te gaan, is er nog steeds sprake van veel ontbossing. Deze wetten verplicht landeigenaren om tot 80% van het Amazonewoud intact te laten. In 2012 is deze wet wel versoepeld, wat kan leiden tot een verdere stijging van de ontbossing. Deze vindt dan ook vooral in de gevoelige regio's van de Amazone. De meeste ontbossing in deze regio's is dus illegaal en vindt plaats op de grens tussen bos en weiland (Pedlowski et al, 1997).

In het onderstaande figuur is in het paars te zien hoe groot het gebied is wat ontbost is tussen 2001 en 2006.



Figuur 6: Mate van ontbossing in de Amazone. Bron: Barreto et al, 2006

Uit de bovenstaande kaart valt duidelijk te zien dat de meeste ontbossingen plaatsvinden aan de rand van het Amazone-gebied. Dit gebied is ook belangrijk bij agrarische kolonisatie, wat verder behandeld wordt in de volgende paragraaf. De reden hiervoor is dat deze gebieden vaak al grenzen aan weiland en de gebieden ook logistiek goed te bereiken zijn door goede wegen. Uit de meest recente statistieken blijkt dat de mate van ontbossing de laatste jaren afneemt in Brazilië, maar waarschijnlijk zal dit in de komende jaren weer toenemen (Malingreau et al, 2011).

4.3 Welke rol speelt de ontbossing in de veranderingen in landgebruik ten opzichte van landgebruik veranderingen?

De ontbossing is in Brazilië de bepalende factor als het gaat om veranderingen in ruraal landgebruik. Allereerst blijkt al uit de vorige paragraaf dat ontbossing het grootste rurale landgebruik verandering is.

Om een beter zicht te hebben op de processen die invloed hebben op de ontbossing en vervolgens de invulling van het gebied zal eerst gekeken worden naar de kolonisatiestappen in het verleden en het heden. Grote gedeeltes van de bosgebieden van de Amazone bleven grotendeels intact tot de jaren 1970. De ommekeer hierin kwam door de ingebruikname van de Transamazon Highway. De aanleg van deze snelweg zorgde voor betere transportmogelijkheden in en naar de Amazone. Doordat de gekapte bomen daardoor makkelijker af te voeren waren en gebieden in de Amazone goed te bereiken zijn, kwam de ontbossing in een stroomversnelling (Fearnside, 2005). Mede door het gebrek van overheidsregels vond er kolonisatie plaats aan de grensregio's van de Amazone. Dichtbij de wegen vond kolonisatie plaats op het gebied van agricultuur, veehouderijen, houtwinning en mijnbouw die allen een grote invloed hadden op de ontbossing van het gebied. Allereerst zijn de kleinschalige houthakbedrijven een oorzaak van de ontbossing. Verder waren bij de kolonisatie van landbouwgebieden vooral boeren met kleinschalige landbouw betrokken. Bij het omzetten van bosgebieden naar landbouwgebieden werd er meestal gebruik gemaakt van de slash-and-burn techniek waarbij, vooral in het geval van agricultuur, ging om het omzetten van bosgebieden naar landbouwgebieden met behulp van deze techniek. Deze techniek was een makkelijke manier om bosgebieden door middel van vuur om te zetten in een stuk bebouwbaar land. Nadat de boeren het land een aantal jaar bebouwd hebben, wordt de grond vrijwel onvruchtbaar en moet de boer op zoek gaan naar een nieuw stuk land als hij zijn werk wil voortzetten. Het achtergelaten gebied werd meestal overgenomen door rijke veehouders die er hun vee op lieten grazen of via ruilverkaveling gingen doorhandelen. Doordat de overheid bleef investeren in de infrastructuur in dit gebied en de economische groei bij vooral de houthakkers en landheren is de ontbossing in de daaropvolgende decennia blijven stijgen (Lambin & Geist, 2003).

Begin 20^{ste} eeuw is de wijze waarop ontbossing plaatsvindt veranderd en zijn de betrokken actoren ook enigszins veranderd. Nog steeds zijn de grensgebieden en bereikbare gebieden in de Amazone het gevoeligst voor ontbossing. Eerst waren het de boeren met kleinschalige ondernemingen die de pioniersrol hadden met betrekking tot de ontbossingen kolonisatie het Amazonegebied. Momenteel wordt deze groep overgenomen door gemechaniseerde grootschalige landbouw. Ook de invloed van houthakkers is groot op de ontbossing. Tussen de jaren 2001-2004 steeg deze vorm van landbouw met 36000 km² en werd er totaal een gebied van 93700 km² ontbost. Onder andere deze gebieden hebben er in de afgelopen jaren voor gezorgd dat Brazilië een grote speler is geworden in de productie van landbouwproducten op de wereldmarkt zoals eerder werd beschreven. De meeste grote ontbossingsprojecten hadden als doel om land vrij te maken voor de landbouw. Er ontstond begin 20^e eeuw ook een duidelijke verschuiving plaats waarin de hoeveelheid weiland procentueel afnam en de hoeveelheid landbouwgrond toenam. De hoofdreden hiervoor is te vinden in de economische marktvoordelen van landbouwproducten en sojabonen in het bijzonder. Verder blijkt er een afname te zijn in de verandering van landgebruik van bos naar weilanden voor vee (Morton et al, 2006).

Zoals ook uit het bovenstaande blijkt, is de invulling van het gebied na de ontbossing één van de belangrijkste factoren als het gaat om veranderingen in landgebruik.

Als er gekeken wordt naar de Amazone-regio wordt na de ontbossing de grond voor verschillende doelen gebruikt. Hoewel grootschalige landbouw steeds meer opkomt, blijft de grootste oppervlakte gebruikt worden voor de extensieve veeteelt. Ongeveer 70 procent van het ontboste gebied is weiland geworden voor de veeteelt en de grootte hiervan blijft toenemen. De reden dat er in dit

gebied meer extensieve veeteelt ontstaat dan in andere gebieden van Brazilië komt door de lagere prijzen per hectare grond in het Amazonegebied ten opzichte van andere gebieden. Dit komt omdat in dit ontboste gebied vrijwel geen gewassen verbouwd worden, komt door de financiële risico's die relatief hoog zijn in vergelijking met extensieve veeteelt door bijvoorbeeld de slechtere bereikbaarheid en ongunstige klimaat voor landbouw. Toch worden er in dit gebied wel gewassen verbouwd, voornamelijk in vlakke en drogere gebieden in het oostelijke en zuidelijke regio's van de Amazone, dus de grensgebieden die grootschalige landbouw aantrekken. Door de grootschalige landbouw neemt de oppervlakte van deze gebieden toe. Vaak is te zien dat de gebieden waar gewassen verbouwd worden in een eerder stadium weiland waren. In overeenstemming met met het bovenstaande is er dus een patroon herkenbaar in de oostelijke en zuidelijke regio van de Amazone in verandering van landgebruik na de ontbossing. Allereerst zal er na de ontbossing weiland zijn wat gebruikt wordt voor de veeteelt. Na verloop van tijd zal deze grond gebruikt worden voor het verbouwen van gewassen en dan voornamelijk het verbouwen van sojabonen, rijst of mais, veelal voor de voedselproductie.

In de nattere gebieden van de Amazone-regio is dit patroon niet of nauwelijks herkenbaar. Hier zijn dezelfde gewassen door de vele regenval vatbaarder voor ziektes en is het lastig om machinaal te kunnen oogsten. Het risico is te groot om hier gewassen op grote schaal te verbouwen (Barreto et al, 2006).

De Amazone-regio is niet het enige gebied in Brazilië waar veel ontbossing plaatsvindt en er vervolgens een nieuwe invulling aan het land gegeven wordt. De Cerrado-regio, het gebied ten zuidoosten van de Amazone kent ook ontbossing en de invulling van het land wordt in het onderstaande diagram weergegeven.

Regions	Activities	% Deforestation	Crops	% Crops
South	Crops	44	Corn	54
			Soybean	30
			Cotton	0
			Rice	3
			Dry Bean	13
Sugarcane	1			
Pasture	55			
Center West Cerrado	Crops	42	Corn	53
			Soybean	45
			Cotton	0
			Rice	1
			Dry Bean	2
Sugarcane	3			
Pasture	56			
Northeast Cost	Crops	20	Corn	49
			Soybean	0
			Cotton	3
			Rice	3
			Dry Bean	46
Sugarcane	7			
Pasture	73			
Southeast	Crops	39	Corn	20
			Soybean	74
			Cotton	0
			Rice	1
			Dry Bean	5
Sugarcane	2			
Pasture	59			
North Amazon	Crops	7	Corn	29
			Soybean	69
			Cotton	0
			Rice	0
			Dry Bean	2
Sugarcane	0			
Pasture	93			
Northeast Cerrado	Crops	64	Corn	20
			Soybean	34
			Cotton	33
			Rice	3
			Dry Bean	10
Sugarcane	0			
Pasture	36			

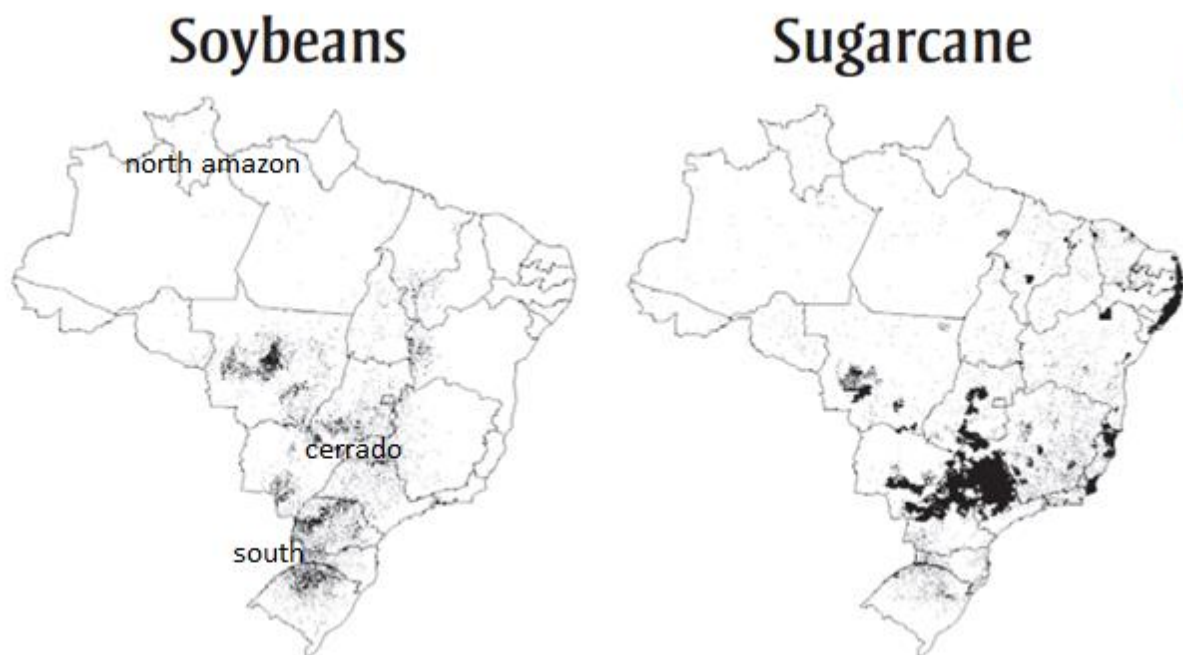
Figuur 7: Nieuwe functie landgebruik na ontbossing per regio. Bron: Icone, 2012

Uit het diagram valt af te lezen dat over het algemeen het meeste land omgezet wordt naar weiland wat dus gebruikt wordt voor de extensieve veeteelt. Het zijn gebieden die relatief goedkoop opgekocht kunnen worden en dus uiterst geschikt zijn voor veehouders. Hier wordt dus geen intensieve verandering doorgevoerd en net als in de Amazone-regio zal dit gebied vooral gebruikt worden voor de extensieve veeteelt. De gewassen die verder in het ontboste gebied verbouwd worden zijn vooral mais en sojabonen.

4.4 Welke biobrandstoffen worden vooral verbouwd in Brazilië en waarom?

Het belangrijkste gewas in Brazilië voor het gebruik van biobrandstoffen in landgebruik is suikerriet met meer dan 8 miljoen hectare. Van het geoogste suikerriet wordt ongeveer de helft gebruikt voor de productie van ethanol en de andere helft voor de productie van suiker. Sojabonen zijn eigenlijk in landgebruik de grootste met ongeveer 21,5 miljoen hectare, maar hiervan wordt naar schatting 20% deel gebruikt voor de biobrandstoffen. Verder zijn mais en katoen nog in significante aantallen aanwezig voor het gebruik voor biobrandstoffen alleen wordt het grotendeels niet gebruikt voor biobrandstoffen.

Op de onderstaande kaarten is de ruimtelijke spreiding van de 2 belangrijkste gewassen voor biobrandstoffen in Brazilië

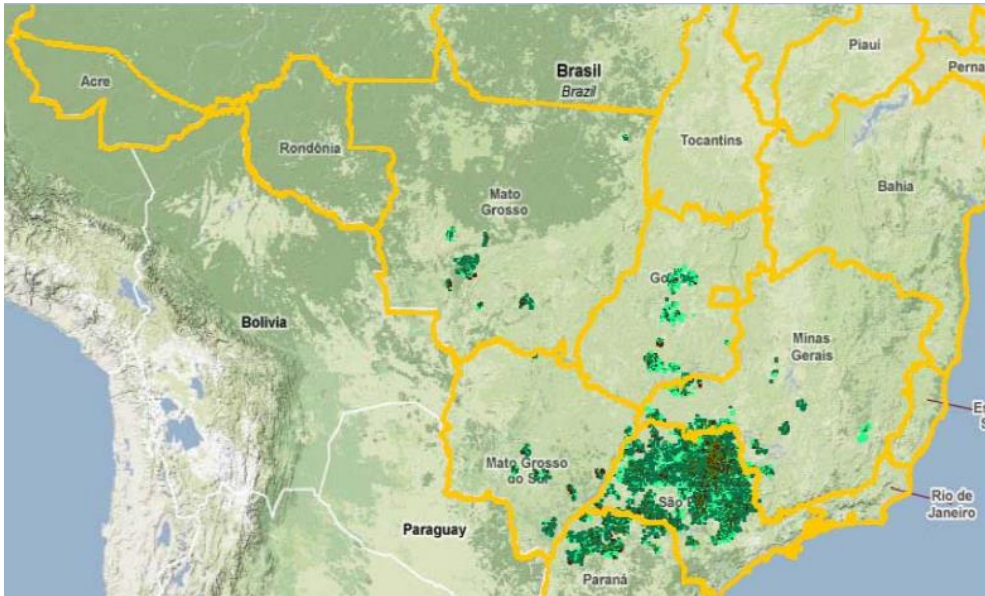


Figuur 8: Ruimtelijke spreiding van biofuel-gewassen 2005. Schaal 1:56000000 Bron: Icone 2012.

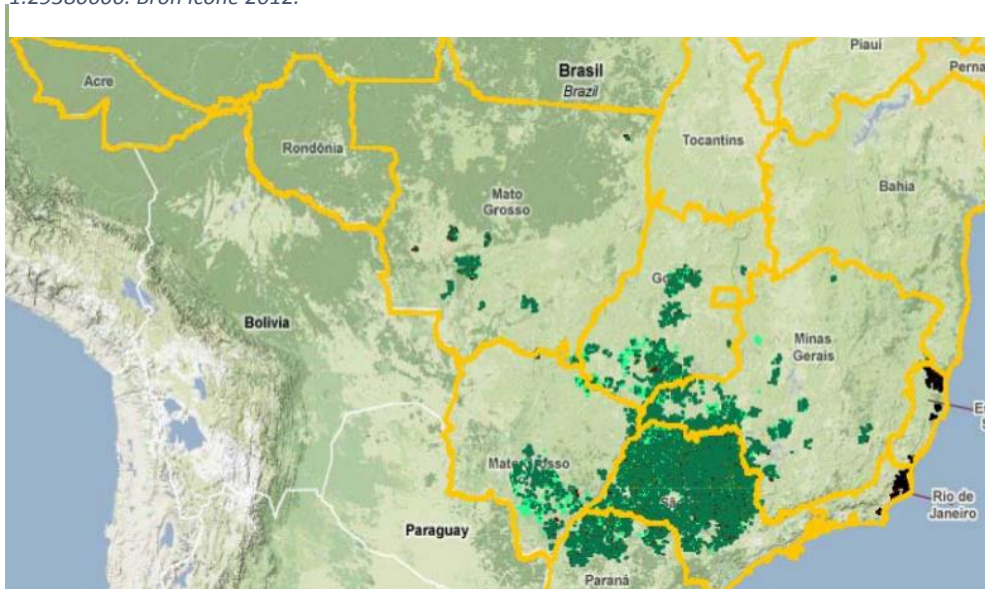
Op deze kaarten is duidelijk te zien dat beide gewassen niet in de Amazone-regio aangezien het verboden is om in dit gebied suikerriet te verbouwen. Dit is verboden omdat het suikerriet uiterst brandbaar is en hierdoor grote bosbranden kunnen ontstaan. Echter is de meeste suikerrietproductie in de Cerrado regio te vinden, omdat het klimaat op deze plek het meest geschikt is voor het gewas. Voor het suikerriet geldt dat deze vooral te vinden is in en nabij de provincie São Paulo. Dit gebied geldt ook als het gebied waar de productie van suikerriet nog groeiende is. Sojabonen worden vooral verbouwd in de zuidelijke regio's van Brazilië en in het middenwesten van het land. Het gebied waar het verbouwen van dit gewas blijft toenemen is vooral het grensgebied tussen de savanne en Amazone biomen in en rond de staat Mato Grosso (Brainard en Martinez-Diaz, 2009).

4.5 In hoeverre gaan de biobrandstoffen een invloed hebben op het voedselvraagstuk?

Allereerst zal in dit hoofdstuk gekeken worden naar de verandering van het landgebruik met betrekking tot de suikerrietproductie. Deze bleek namelijk de grootste oppervlakte in te nemen van alle gewassen met betrekking tot de biobrandstofproductie. Op de onderstaande afbeeldingen is in het groen te zien hoeveel land er gebruikt wordt voor het verbouwen van suikerriet in achtereenvolgens de jaren 2005 en 2010.



Figuur 9: Grafische weergave van gebieden waar suikerriet verbouwd werd in 2005. Schaal 1:29380000. Bron Icone 2012.

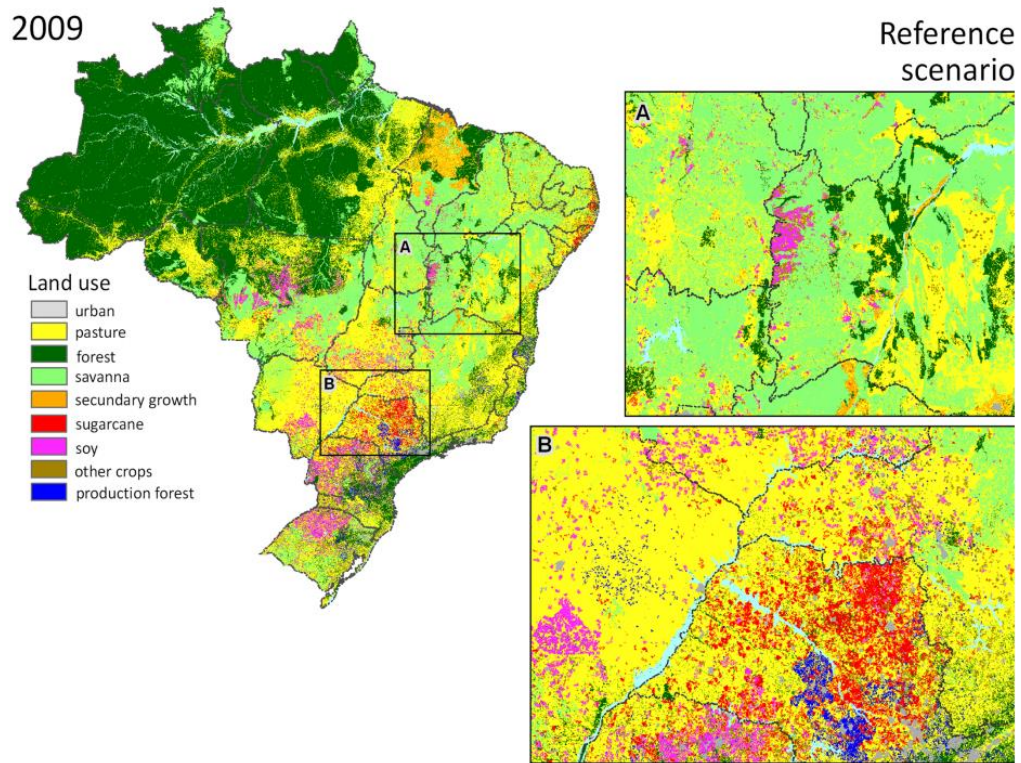


Figuur 10: Grafische weergave van gebieden waar suikerriet verbouwd werd in 2010. Schaal 1:29380000. Bron: Icone 2012.

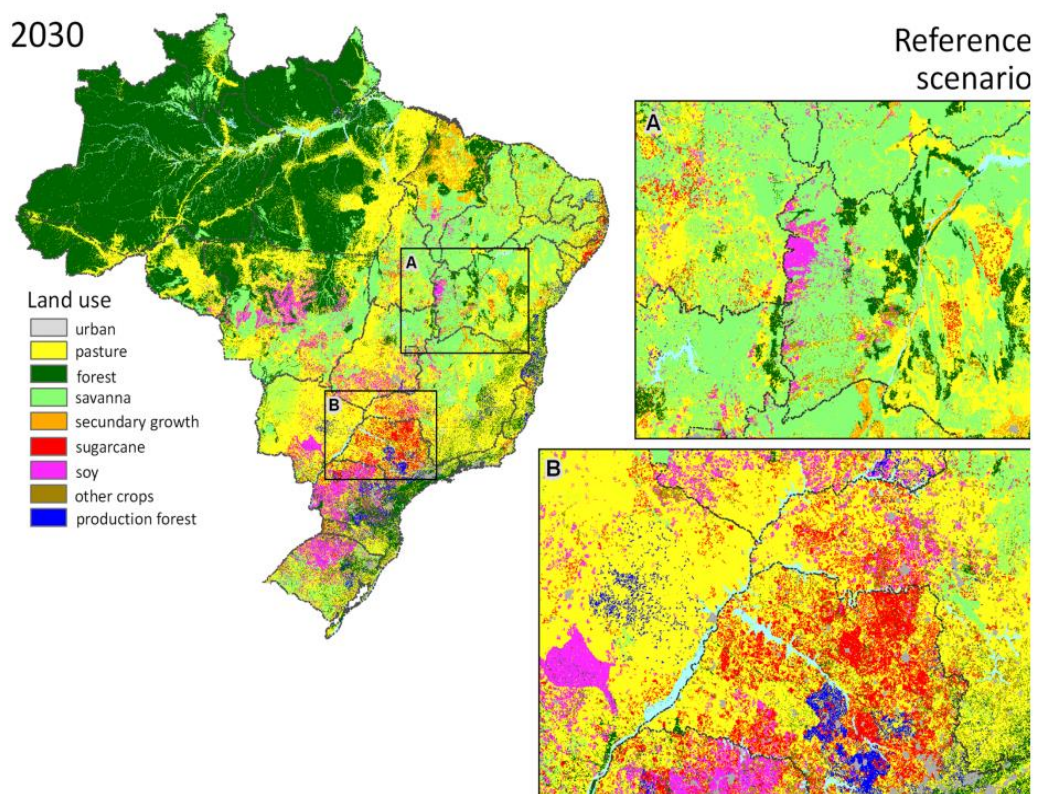
Uit de bovenstaande afbeeldingen valt af te lezen dat in een relatief korte tijd de suikerrietproductie in de regio São Paulo enorm gestegen is.

Er zijn ook kaarten gebaseerd op modellen, die een vergelijking maken tussen de huidige situatie van landgebruik in Brazilië en die van 2030. In deze kaarten gebaseerd op modellen is natuurlijk gebruik gemaakt van aannames. Hier kan gedacht worden aan aannames in de ontwikkeling van de olieprijs

en voedselprijzen. In de kaarten wordt vooral een vergelijking gemaakt tussen het huidige landgebruik voor suikerriet en de te verwachten oppervlakte hiervan in 2030. Ook is in deze kaart af te lezen in hoeverre het landgebruik van sojabonen naar verwachting toe zal nemen.



Figuur 11: Landgebruik in 2009. Schaal 1:54000000. Bron: Icone 2012.



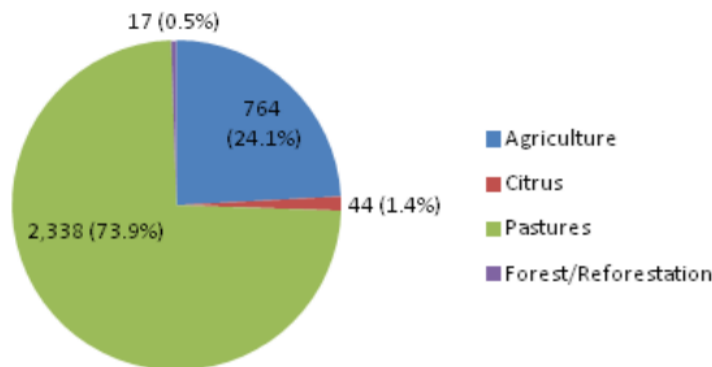
Figuur 12: Verwachte landgebruik in 2030. Schaal 1:54000000. Bron: Icone 2012.

Uit het bovenstaande materiaal valt duidelijk op dat in de referentiegebieden dat de suikerrietproductie naar verwachting zal blijven stijgen en dat deze stijging vooral zal plaatsvinden in de provincie São Paulo. Het rode gebied is in de tweede kaart significant meer aanwezig dan in de kaart van 2009. Als vervolgens gekeken wordt naar de roze gebieden in de kaarten valt het op dat de stijging in productie van sojabonen niet zo groot zal zijn als dat het geval is met suikerriet. De reden hiervoor zou kunnen zijn dat de productie van ethanol aantrekkelijker blijft door de ontwikkeling van de olieprijs. Een lichte vergroting van het gebruikte land voor dit gewas is wel duidelijk af te lezen uit bovenstaande afbeeldingen. In de afbeeldingen valt vooral op dat de expansie van suikerriet en sojabonen niet in totaal nieuwe gebieden plaatsvindt, maar vooral in de huidige gebieden of de grenzen hiervan. Daaruit valt te concluderen dat het waarschijnlijk niet de weilanden zijn die gebruikt worden voor het verbouwen van deze gewassen, maar dat er een verandering plaatsvindt van het soort gewas dat kleinschalige landbouwer verbouwd. Ook actoren als grote investeerders die het boeren aantrekkelijk maakt om over te gaan op productie van suikerriet hebben een grote invloed op de landverandering. In de aangegeven gebieden lijken de gewassen ten behoeve van biobrandstoffen de andere soorten gewassen te verstoren.

In de literatuur wordt ook beschreven dat vooral bij de expansie van de suikerrietproductie ongeveer de helft van de nieuwe gebieden in een eerder stadium andere gewassen herbergde in de zuid-centrale regio van Brazilië. De andere helft was in een eerder stadium weiland (Nassar et al, 2008).

In het onderstaande diagram is het resultaat te zien van de verandering van landgebruik naar suikerriet in de periode tussen 2000 en 2009 voor Brazilië.

Types of Land Use Converted to Sugarcane from 2000 to 2009 (thousand ha and %)



Figuur 13: Oorsprong van land dat nu gebruikt wordt voor suikerriet 2000-2009. Bron: Icone 2012.

Uit de bovenstaande afbeelding valt op dat bijna een kwart van het nieuwe land voor de suikerrietproductie in een eerder stadium gebruikt werd voor de voedselvoorziening. Deze afbeelding samen met het gegeven dat de productie in de provincie São Paulo nog enorm toeneemt, baart enige zorgen voor de voedselvoorziening in dit gebied, omdat voedsel van verder weg geïmporteerd zal moeten worden. Dit kan gevolgen hebben voor de lokale voedselzekerheid, omdat niet alle voedingsstoffen even gemakkelijk meer te krijgen zijn. De provincie zal beleid moeten ontwikkelen om voedselzekerheid veilig te stellen door of suikerrietproductie minder aantrekkelijk te maken of goede afspraken maken met betrekken tot voedselimport.

Wel moet duidelijk blijven dat Brazilië één van de weinige landen ter wereld is die nog steeds grote, lege gebieden heeft die geschikt zijn voor landbouw. Brazilië is op 4 na grootste land ter wereld met een totale oppervlakte van 851 miljoen hectare. Het Amazone regenwoud en beschermd gebied bezetten 47% van het totale land. Verder is ongeveer 31% van het land tegenwoordig in gebruik als landbouwgrond, met als grootste bezetter de extensieve veeteelt. Als van het overgebleven gebied de urbane regio's af worden gehaald, dan blijft er nog ongeveer 10% van het Braziliaanse land over wat gebruikt kan worden als landbouwgrond. Het ministerie van landbouw in Brazilië verwacht dat er momenteel nog 22 miljoen hectare landbouwgrond beschikbaar is dat geschikt is voor suikerrietplantages. Dit beschikbare gebied is nog steeds 3,5 keer zo groot als het huidige gebied wat wordt gebruikt voor suikerrietproductie. Ook is er nog ongeveer 90 miljoen hectare grond geschikt voor de andere vormen van landbouw (Almeida et al, 2007).

Hoofdstuk 5: Conclusie

Allereerst is het duidelijk dat Brazilië vooral op nationaal niveau ruim voldoende voedsel produceert. Ook in de energiesector is, vooral door de productie van ethanol, Brazilië een sterk land. Het land moet in staat zijn op beide vlakken zelfvoorzienend te zijn en ook nog te exporteren. Dit is in grote mate gelukt, vooral met de export van ethanol en landbouwproducten zoals sojabonen en suiker. Het blijkt dat de grootste rurale verandering in landgebruik in Brazilië de ontbossing blijkt te zijn. Dit lijkt ook logisch omdat dit vaak een beginfase is in de agrarische kolonisatie. Vooral langs de grenzen van het Amazonegebied en de bestaande weilanden blijkt de ontbossing in grote mate plaats te vinden. Na deze ontbossing wordt het landgebruik van deze gebieden vaak op een extensieve manier ingevuld. In eerste instantie zal veel van het land gebruikt worden voor de extensieve veeteelt en pas in een later stadium gebruikt worden voor andere functies zoals het verbouwen van gewassen. De ontbossing is dus vaak een beginfase van alle andere soorten landgebruik veranderingen.

De gewassen ten behoeve van de biobrandstofproductie in Brazilië zijn vooral de sojabonen en suikerriet. Deze twee gewassen zijn in oppervlakte en productieopbrengst de grootste factoren voor de productie van biobrandstoffen. Beide gewassen groeien vooral buiten de Amazone-regio. Suikerriet wordt vooral verbouwd in en nabij de São Paulo regio en de sojabonen worden vooral verbouwd in de zuidelijke regio's van Brazilië.

Doordat deze gebieden vooral gebruikt worden voor het verbouwen van deze gewassen wordt het landgebruik in deze gebieden in grote mate veranderd. In de kerngebieden van de suikerrietproductie wordt vrijwel niets anders meer verbouwd dan dit gewas. Dit heeft een grote invloed op de lokale voedselzekerheid, die vooral in gebieden zoals São Paulo kritiek lijkt te worden. Het blijkt dat over heel Brazilië een kwart van de nieuwe suikerrietgebieden in een eerder stadium agrarische gebieden waren. Op lokaal niveau zijn sommige nieuwe suikerrietgebieden in een eerder stadium zelfs voor 50% agrarisch gebied geweest. Op lokaal niveau moet dit een groot effect hebben op de voedselvoorziening.

Het blijkt echter wel dat in Brazilië nog veel weilanden zijn waar niets mee gebeurd of in heel kleine mate gebruikt wordt voor veeteelt. Dit kunnen gebieden zijn uit de oude agrarische kolonisatie en verlaten zijn omdat de bodem onvruchtbaar was geworden. Van deze gebieden is een groot deel geschikt voor landbouw en suikerrietproductie. De frictie tussen enerzijds de voedselproductie en anderzijds de biobrandstoffen hoeft niet plaats te vinden. Op lokaal niveau kunnen natuurlijk nog steeds gebieden verdrongen worden, omdat het één meer oplevert dan het ander.

Toekomstig onderzoek zou moeten uitwijzen in hoeverre op lokaal niveau deze "frictie" plaatsvindt. In dit onderzoek is alleen op provinciaal niveau en nationaal niveau een conclusie te trekken. De tegenstellige belangen op lokaal niveau en de actoren die hiermee te maken hebben zijn een uitstekend beginpunt om de frictie tussen enerzijds de energie en anderzijds de voedselproductie in een ander perspectief te onderzoeken.

Bronnenlijst

- Amaral, W.A.N., Peduto, P., (2010) 'Food security, the Brazilian case', *International Institute for Sustainable Development*
- Almeida, E.F., Bomtempo, J.V., De Souza e Silva, C.M., (2007) 'The performance of Brazilian biofuels: An Economic, Environmental and Social Analysis', *International Transport Forum Discussion Papers*, vol. 5.
- Andrade, R.M.T., Miccolis, A., (2010) 'Biodiesel in the Amazon', *World Agroforestry Centre*
- Barreto, P., Souza, C., Nogueroń, R., Anderson, A., Salomão, R., (2006) 'Human pressure on the Brazilian amazon forests', WRI Rapport
- Berendt, B., Rauh, R., Barkowsky T, T., (1998) 'Spatial thinking with geographic maps: an emperical study', *Herausforderungen an die Wissensorganisatio: Visualierung, multimediale Dokumente, Internetstrukturen*. pp. 63 – 74
- Brainard en Martínez-Díaz (2009) Brazil as an economic superpower? Understanding brazil's changing role in the global economy
<http://www.iconebrasil.org.br/arquivos/noticia/1846.pdf>
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations)., (2003) 'Food security: Concepts and measurement.' Available at:
<http://www.fao.org/docrep/005/y4671e/y4671e06.htm>, accessed 15-01-2013
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations)., (2009) 'Country profile: Food security indicator: Country: Brazil.' Available at:
http://www.fao.org/fileadmin/templates/ess/documents/food_security_statistics/country_profiles/eng/Brazil_E.pdf, accessed 15-01-2013
- Fearnside, P.M., (2005) 'Deforestation in Brazilian Amazonia: History, Rates, and Consequences' *Conservation Biology*, vol 19:3 pp. 680-688.
- Goldemberg, J., (2008) 'The Brazilian biofuels industry' *Biotechnology for Biofuels*, vol 1:6 pp 1 – 6.
- Icone, (2012) 'Evidence from the Brazilian Land Use Model' São Paulo.
- Lambin, F.E., and Geist, H.J., (2003) 'Regional Differences in Tropical Deforestation' *Environment*, vol 45:6 pp 22-36.
- Malingreau, J.P., Eva, H.D., Miranda, E.E., (2011) 'Brazilian Amazon: A significant five year drop in deforestation rates but figures are on the rise again', *AMBIO*, Available at:
<http://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2Fs13280-011-0196-7>, accessed 18-12-2012.

- Morton, D.C., DeFries, R.S., Shimabukuro, Y.E., Anderson, L.O., Arai, E., del Bon Espirito-Santo, F., Freitas, R., Morisette, J., (2006) 'Cropland expansion changes deforestation dynamics in the southern Brazilian Amazon' *PNAS*, vol 103:39 pp. 14637 – 14641.
- Nassar, A.M., Bernardo, F.T., Rudorff, L.B.A., Aguiar, D.A., Bacchi, M.R.P., Adami, A., (2008) 'Prospects of the sugarcane expansion in Brazil: impacts on direct and indirect land use changes'. In: P. Zuurbier and J. Vooren eds. 2008. *Sugercane ethanol*. Wageningen: Wageningen Academic Publishers. Ch.3.
- Pedlowski, M.A., Dale, V.H., Matricardi, E.A.T., Filho, E.P.S., (1997) 'Patterns and impacts of deforestation in Rondônia, Brazil', *Landscape and Urban Planning*, vol 38, pp. 149 – 157.
- Rathmann, R., Szklo, A. and Schaeffer, R. (2010) 'Land use competition for production of food and liquid biofuels: An analysis of the arguments in the current debate' *Renewable Energy*, vol 35, pp. 14 – 22.
- Steiger, C., (2006) 'Modern beef producten in Brazil and Argentina', *Choices*, vol 2, pp. 105-110.