
Zonificación de las áreas de reforma de cañaverales para la producción de biocombustibles de soja en la región Centro Sur de Brazil

Fábio Cesar da Silva¹; Pedro Luiz de Freitas²; Pedro Abel Vieira Junior³; Cesar José da Silva⁴; José Renato Bouças Farias⁵, Silvio Roberto Medeiros Evangelista⁶; Everton Luis Finoto⁷; Bruno José Rodrigues Alves⁸

RESUMEN

Las conversaciones con respecto a la expansión de la agricultura en el Centro-Sur del Brasil han iniciado. Los cambios en las matrices energéticas del planeta representan una oportunidad única para el país en la producción de etanol, que podría ser emparejado con la producción de biocombustibles de los cultivos de soja, girasol y maní en la reforma de cañaverales. El estudio evaluó la expansión de la producción de etanol en la escala requerida para que Brasil, lo que resulta en el desplazamiento de la frontera agrícola hacia la región central del país (MS y MT). Unidades de observación (UOs) fueron instaladas en las áreas de reforma en áreas de producción de caña de azúcar ubicadas en las principales regiones de producción de etanol en el estado de Goiás y Mato Grosso do Sul en 11/10/2011. Se evaluaron ocho cultivares de soy ubicadas en centrales azucareras del país. Segundo el estudio, las variedades de soja que se adaptaron mejor al sistema de producción en la reforma fueron BRS 232 y BRS 282. El trabajo muestra que el cultivo de soja, girasol y maní para la producción de biocombustibles en la región Centro-Sur de Brasil es técnicamente factible. Para ello se presentan los resultados del cruce de zonificación ecológica de la caña de azúcar con la zonificación del riesgo climático para los cultivos de soja, girasol y maní. La productividad de la caña de los tratamientos sembrados en soja y maní no labranza (siembra directa) y la labranza convencional fue del orden de 110 toneladas por hectárea, con una variación de 10 toneladas entre los tratamientos, pero no difirió estadísticamente.

¹ Profesor Dr., Embrapa Informática Agropecuária / Fatec Piracicaba, Av. André Tosello, 209 - Barão Geraldo, C. Postal 6041, 13083-886 Campinas, SP. fabio.silva@embrapa.br;

² Investigador, Dr., Embrapa Solos, R Jardim Botânico 1024, 22460-000 Rio de Janeiro RJ, pedro.freitas@embrapa.br

³ Investigador, Embrapa Estudos Estudos e Capacitação, Brasília-DF pedro.vieira@embrapa.br;

⁴ Investigador, Embrapa Agropecuária Oeste, Dourados, MS, cesar.silva@embrapa.br

⁵ Investigador, Embrapa Soja, CP 231, 86001-970 Londrina PR joser Renato.farias@embrapa.br

⁶ Investigador, Embrapa Informática Agropecuária, Campinas, SP silvio.evangelista@embrapa.br.

⁷ Investigador del Polo Regional Centro Norte - *Pindorama* - *Apta* Regional. everton.finoto@apta.sp.gov.br.

⁸ Investigador, Embrapa Agrobiologia, Embrapa Agrobiologia, Rodovia BR-465, Km7, Bairro Ecologia, Seropédica, RJ, bruno.alves@embrapa.br

Palabra clave: rotación de cultivos, reforma del cañaveral, biocombustibles, zonificación agro-ecológica, girasol, maní.

SUMMARY

Environment and energy has initiated discussions regarding the expansion of agriculture in the Central-southern region of Brazil. Some claim that changes in the planet's energy matrices represent an unparalleled opportunity for the country in ethanol production, which could be combined with the production of bio-fuel oilseed in the reform of sugarcane fields. This study evaluated the expansion of ethanol production on the scale necessary to Brazil, resulting in the displacement of the agricultural frontier towards the central region of the country (MS and MT). Observation units were installed in areas of reform in sugarcane fields located in key regions of ethanol production in the State of Goiás and Mato Grosso do Sul on October 11th, 2011. Performance of eight soybean cultivars was observed in sugar mills located in the country. According to the study, soybean cultivars named BRS 232 and BRS 282 were best suited to the proposed production system. The work demonstrates that the cultivation of soybean, sunflower and peanuts for bio-fuel production in the Center-South region of Brazil is technically feasible, There were eight soybean cultivars in sugar mills located in the country. According to the study, the soybean varieties that are best suited to the production system reform were BRS 232 and BRS 282. The work shows that the cultivation of soybean, sunflower and peanuts for bio-fuel production in the Center-South region of Brazil is technically feasible. For this, it is presented the results of the crossing of agro-ecological zoning for sugarcane cropping with zoning of climatic risk for crops of soybean, sunflower and peanuts. The cane productivity treatments soybeans and peanuts planted in no-till (direct sowing) and conventional tillage was approximately 110 ton per hectare, with a variation of 10 tons between treatments but did not differ statistically.

Keywords: Crop rotation, reform of sugarcane fields, bio-fuel oilseed, agro-ecological zoning, sunflower, peanut.

INTRODUCCIÓN

La necesidad de reforma del cañaveral, reduce aproximadamente el 20% al año del área dedicada a la producción de caña de azúcar, que en la Región Centro-Sur obtuvo un total, en la cosecha 2008/09, de 6,53 millones de hectáreas (Nastari, 2005). Muchas de las áreas de reforma permanecen en descanso durante la primavera y el verano, los períodos críticos en que los suelos son más susceptibles a la degradación. La ocupación de estas áreas con el cultivo de otras especies, representa una oportunidad para la generación de ingresos para las centrales azucareras, los productores asociados y agricultores familiares. El "Instituto de Economía Agrícola" – IEA indica que la área destinada a la caña de azúcar para la campaña agrícola 2015/16 debe ser de 12,2 millones de hectáreas en Brasil (Goldemberg, 2007). Para que se adopte este sistema de producción, es necesario que la práctica sea económicamente viable y factible en términos de administración de la actividad y sea beneficiosa para la caña de azúcar, proporcionando un mayor rendimiento y aumento en el número de cortes. Para esto, una serie de actividades se están ejecutando en el centro-sur de Brasil, para la caracterización y mejora de los sistemas de producción de oleaginosas en la reforma de la caña de azúcar cosechada mecánicamente sin quema, teniendo en cuenta la sostenibilidad en sus dimensiones socio-económicas y ambientales (Vieira Jr *et al.*, 2012). En ese momento, se presenta las áreas de cultivo de soya adecuadas para el tiempo de reforma, la selección de la variedad en una serie de unidades de observación - UOs - instaladas, y en instalación, inspeccionadas para la evaluación técnico-económica y ambiental de un sistema de producción de biocombustibles a partir de la soya en las áreas de la reforma de la cultura de la caña de azúcar sin quemar.

Las UOs se caracterizan de acuerdo con los aspectos climáticos y edafológicos con el fin de verificar el comportamiento de los suelos y cultivos en distintos sistemas de manejo y proponer alternativas de variedades de soya para producción de aceite o biodiesel en la reforma del cañaveral. El objetivo de este trabajo es presentar la zonificación "preliminar" de las áreas aptas para la producción sostenible de biocombustibles a partir de la soya en el período de la reforma de las áreas de producción de caña de azúcar y las primeras observaciones en relación con los diferentes cultivares de soya realizadas en las UOs instaladas en las áreas de caña de azúcar en los estados de Goiás y São Paulo.

MATERIALES Y MÉTODOS

La zonificación de áreas aptas para el cultivo de soya en áreas de producción de caña de azúcar en el proceso de renovación se realizó por la organización de mapas e información agronómica sobre la aptitud agrícola de las tierras contenidas en la Zonificación Agro-ecológica de la caña de azúcar (Manzatto *et al.*, 2009) y la zonificación de riesgo climático para las culturas de soya (Agritempo), girasol e maní.

Fue creada una producción de la caña de azúcar que desarrollaron indicadores que representan la dinámica espacial de la producción agrícola y desentruadas las herramientas de presentación de estos indicadores a través de la dinámica espacio-temporal considerando el periodo 1990 a 2009. Finalmente fueron relacionadas las áreas que volvieron a la producción de soja y expansión agrícola para la bioenergía (etanol) en la forma de cartogramas utilizando la técnica de Kernel que fue utilizada para la detección de aglomerados (Mansilla Baca, 2011), como en la superficie cosechada y la producción de caña de azúcar.

Las UOs se han instalado en las áreas de reforma del cañaveral en las plantas ubicadas en las principales regiones de producción de etanol en el estado de Goiás y Mato Grosso do Sul en la cosecha 2009/2010. Se evaluaron ocho variedades de soja ubicadas en las plantas de Guaira, Colorado e Mandu (Guaira/SP), Cleaalcol (Clementina/SP), Nardini (Aporé/GO), y en una Unidad de Observación en Araçatuba / SP y en Sonora/MS. La cosecha de caña de azúcar se realizó mecánicamente en agosto y septiembre de 2009 (cosecha 2009/10) y 2010 (cosecha 2010/11) en el área, con aproximadamente 10 cuerdas de 150m para cada variedad. Los tratamientos se aplicaron en las siguientes variedades de soja ensayadas: BRS 232, BRS 282, BRS 283, BRS 284, BRS 294 RR e BRS 295 RR, BRS 750RR e FAVORITA RR.

RESULTADOS E DISCUSIÓN

En el estudio se muestra que la producción en entre los años 1990 y 2009 siguió participando en todas las unidades de la federación (aunque con un rendimiento promedio diferente), hubo un aumento relativo de la participación del Sureste. La Figura 1 muestra la evolución del área cosechada de la caña de azúcar en los años de 1990 a et 2009 en los 27 estados, y en el Distrito Federal brasileño donde se considera la producción de caña de azúcar, en particular producción de azúcar, etanol, aguardiente, alimentación animal y otros.

La figura 2 muestra la distribución de la producción (cantidad producida) de caña de azúcar en los años 1990 y 2009, señaló teniendo encuentra los 5561 municipios del territorio nacional. Con esta distribución, se ve que se puede cultivar la caña de azúcar en todas las regiones del país, adaptando las variedades adecuadas. Sin embargo, la producción se concentra en el centro-sur y noreste.

En el período considerado (1990-2009), el área de la caña de azúcar pasó de 4,2 a 8,5, un incremento del 99,5%. En el mismo periodo la cantidad producida se ha incrementado desde 262 hasta 672 M t, con un crecimiento de 156%. Esto fue posible con un aumento del 28% en el rendimiento, que ha pasado de 61,5 a 78,9 ton/ha (Mansilla Baca, 2011).

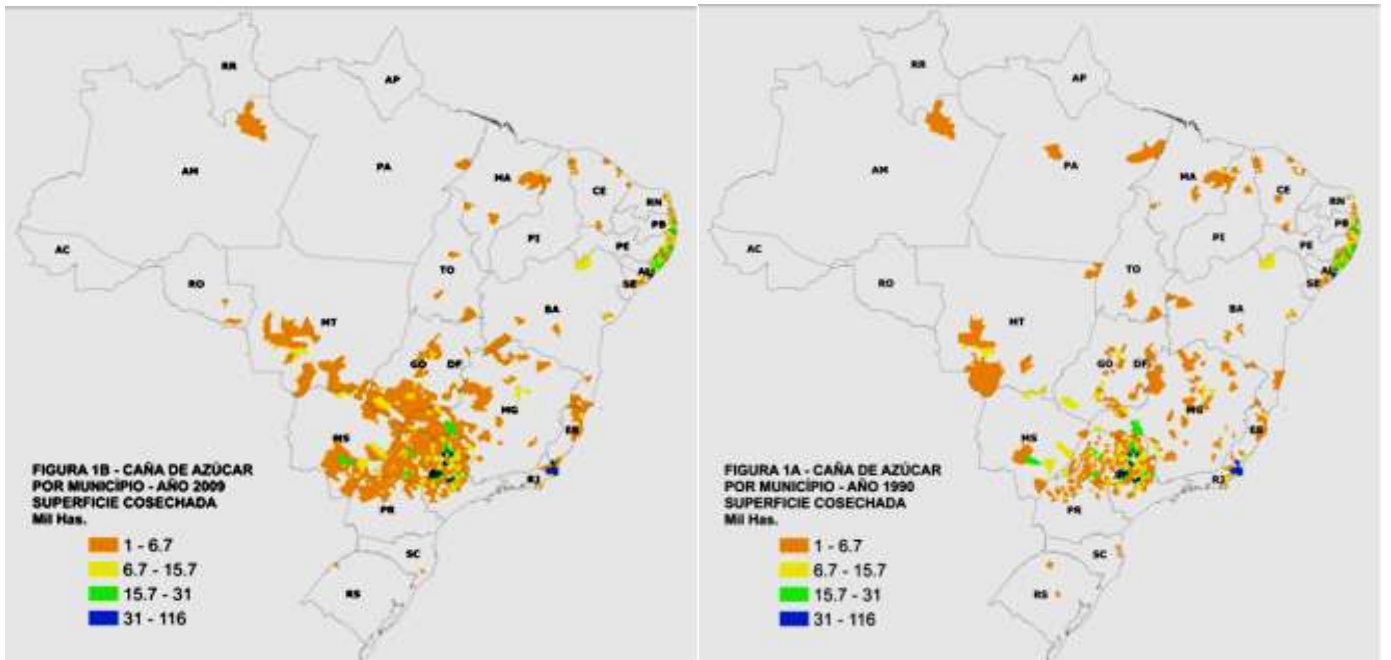


Figura 1. Superficie cosechada de caña de azúcar por municipio para todo el territorio brasileño en los años 1990 (A) y 2009 (B) (MANSILLA BACA, 2011)

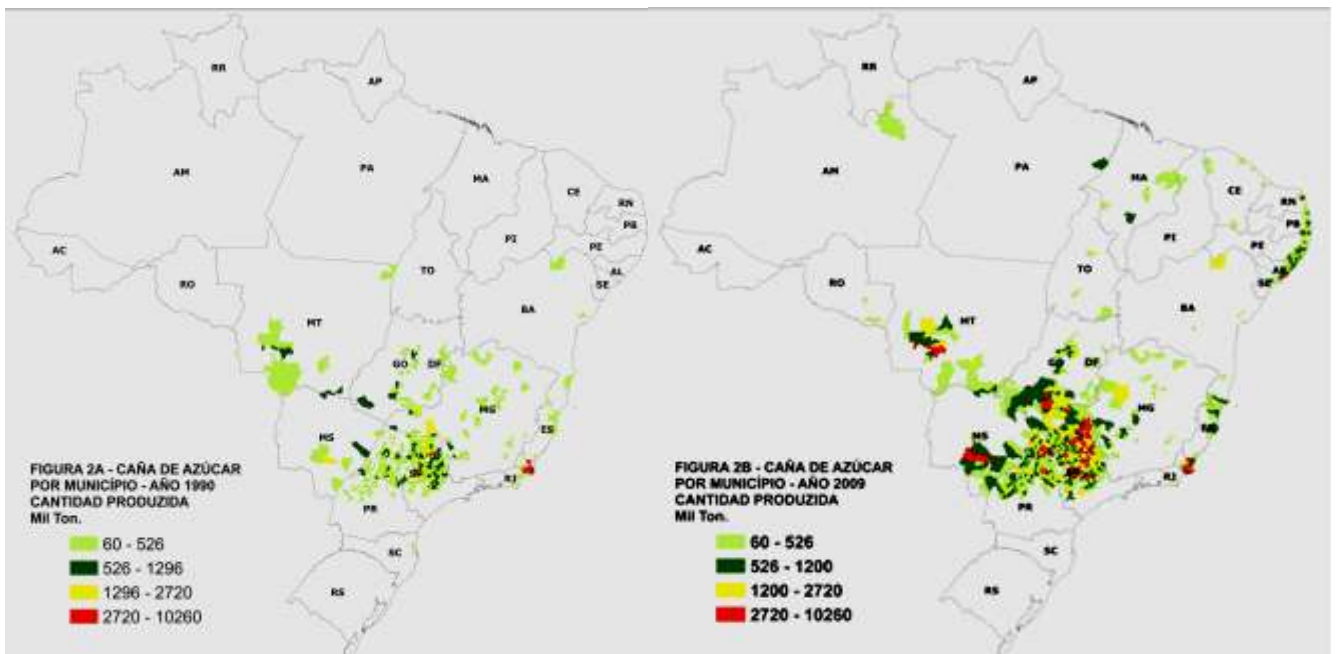


Figura 2. Producción de caña de azúcar por municipio para todo el territorio brasileño en los años de 1990 (A) e 2009 (B) (Mansilla Baca, 2011)

En EMBRAPA (el análisis de la Situación de expansión de la soja) existentes aproximadamente 100 millones de hectáreas aptas para la agricultura de Expansión de la especie del ciclo anual. Además, se estima equivalente una liberación de la zona potencial de 20 millones de hectáreas de elevación del nivel de desarrollo tecnológico de la ganadería- Con la mayor ocupación por hectárea, harían que las zonas disponibles en la actualidad ocupadas por pastajes y otros de los cultivos. sean áreas propias dónde no hay restricciones ambientales (Vieira Jr *et al.*, 2012).. Las expectativas de aumentar en 150-230 millones de toneladas de caña/año, la producción de áreas nacionales, exigiendo nuevas áreas de 2,2 a 3 millones de hectáreas, significaría que en total se reunieron alrededor del 2% de esta área de expansión, siendo en ese sentido limitado.

La expansión del área ocupada por el cultivo, especialmente en los estados de la región centro-sur de Brasil, y la fuerte demanda de aumento de capital y tecnología, como la mecanización de la cosecha y erradicación de la quema de biomasa o paja, llevan a las unidades de caña de azúcar a intensificar el uso de la tierra, con aumentos significativos en productividad. Para esta expansión, los Estados de Río de Janeiro y Espírito Santo, en la región sureste, tienen oferta ambiental adecuada (Casagrande, 1991). Los bajos rendimientos en estos estados se atribuyen a la intensidad de capital y la gestión (Mansilla Baca, 2011). Este no es el caso en los estados de São Paulo, Paraná y Minas Gerais (excepto para la región norte del estado), donde el sistema de producción es más eficiente, especialmente en el manejo (Moraes & Shikida, 2002).

La región oeste de São Paulo, tradicionalmente ocupadas por el ganado, dispone de oferta ambiental adecuada para la caña de azúcar, así como la logística para la producción de tierras con bajo valor constituyéndose en una frontera agrícola para la caña de azúcar (Casagrande, 1991). La expansión limitada en São Paulo estimuló la migración de la caña de azúcar a la región del Triángulo Mineiro de Minas Gerais y en los estados de la región Centro-Oeste, que tuvo la mayor tasa de crecimiento en el país, sobre todo después del año 1990 (Figuras 1 e 2).

Considerando que el Centro-Oeste tiene oferta ambiental adecuada para la caña de azúcar - tiene topografía favorable a la mecanización (Casagrande, 1991) . Tiene alrededor de 17 millones de hectáreas con cultivos temporales, mientras que sólo el 3,3% con caña de azúcar (IBGE, 2007), podemos concluir que esta región representa una frontera agrícola genuina para este cultivo. Entre los Estados de la región, aunque Goiás tiene la mayor producción, tiene área cosechada menor que el Estado de Mato Grosso (Vieira Jr *et al.*, 2012).

Esta situación puede ser atribuida al rendimiento de los cultivos, que creció a una tasa superior al de Mato Grosso⁹ y Mato Grosso do Sul, como resultado de esta situación de privilegio logístico para la producción, estimulando inversiones y tecnología.

El relieve predominante – plano para ondulado - y el medio ambiente pedológico encontrado - suelos profundos, con excepción de la depresión del Pantanal, con buen drenaje - favorece la implantación de la cultura con cumplimiento de las recomendaciones agronómicas actuales: cosecha mecanizada, sin quema, labranza mínima del suelo (restringido a surcación) y la rotación con cultivos anuales de verano en el momento de reforma (Manzatto et al., 2009; Freitas et al., 2011).

Teniendo en cuenta la vulnerabilidad a la degradación de las tierras donde ocurre la expansión del cultivo de caña de azúcar, especialmente los Ultisoles, que predominan en el Estado de São Paulo, Freitas et al (2011) recomiendan, mantener la sostenibilidad agrícola de estas tierras, buscando alternativas a las prácticas actuales.

El aumento de área cosechada (Figura 2) ocurrió en la región central del estado (Vila Propício, Nova Glória y São Luíz do Norte), sureste (Porteirão, Goiatuba y Bom Jesus de Goiás) y sur-oeste (Santa Helena de Goiás y Serranópolis) donde hubo un aumento significativo del área total del cultivo. En el caso de la región central (Ipiranga de Goiás, Rialma y Itapaci) y sureste (Porteirão) hubo un incremento en la participación de la caña de azúcar en el área total de cultivos, principalmente en pastizales degradados. La actual expansión de la caña de azúcar no está relacionada con el cultivo de la soya, o tienen potencial de ocurrir en la región del Centro-Oeste (Coutinho, 2005).

Hay una gran posibilidad de que la expansión de la caña de azúcar este acompañada, en el área de reforma del cañaveral con la producción de soya, como sucede en muchas partes de los Estados de São Paulo, Mato Grosso do Sul y Goiás.

Las áreas capaces para la adopción del sistema de producción de caña de azúcar con rotación de la soya durante la reforma se identificaron mediante la zonificación, como se muestra en la Figura 3. La zonificación identifica áreas aptas de suelo para la caña de azúcar (Manzatto et al., 2009), suelo para soya (Agritempo), las que son adecuadas para el cultivo de las dos y adecuadas para la producción sostenible de biocombustibles de soya en el período de reforma de las áreas de producción de caña de azúcar.

Las cuestiones centrales de esta exploración son las que no concurren en recursos fito-técnicos, compitiendo y reduciendo la productividad de la caña de azúcar, y no interfiriendo en su calendario de siembra, por lo general comenzando en febrero. La producción de oleaginosas, especialmente soya, es una oportunidad para maximizar el uso del suelo, porque presenta varias ventajas para el cultivo de la

⁹ Entre los años de 1970 a 2005 el rendimiento de la caña de azúcar creció 1,6 % a.a. en Goiás, 1,2 % a.a. en Mato Grosso do Sul y 0,3 % a.a. en Mato Grosso.

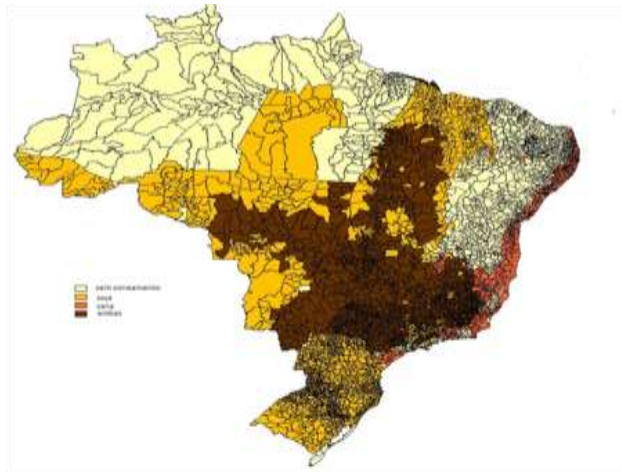
caña de azúcar, como control de hierbas invasoras y aumento de la eficiencia de los fertilizantes, especialmente el nitrógeno por la fijación biológica, tiene el efecto de reducir el costo de producción de caña de azúcar con amortización del capital y mano de obra.

Así, el estudio de las características de clima y suelo, crea escenarios para los sistemas de producción a través de la zonificación agri-ecológica, permite la selección de áreas para la producción de caña de azúcar adecuadas para el cultivo de oleaginosas como la soya en el período de reforma.

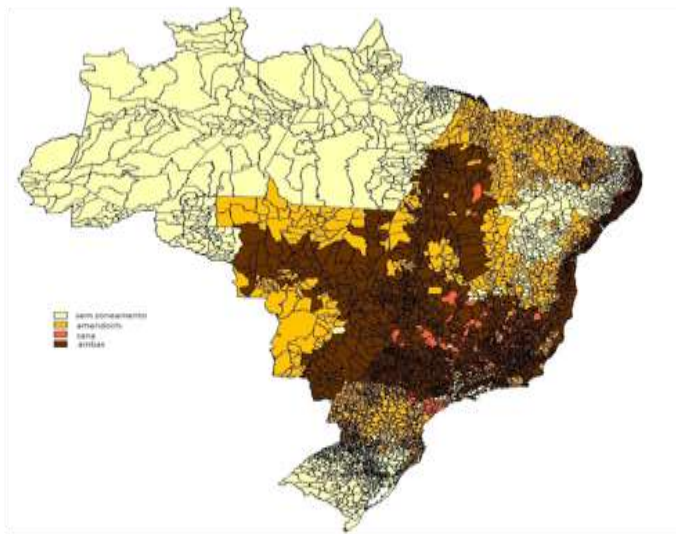
Estos estudios son necesarios para que sean disponibles para los gerentes de unidades de producción de caña de azúcar informaciones útiles acerca de la introducción de cultivos anuales en el momento de reforma del cañaveral.

Aunque la siembra directa de la soya en paja de caña sea una realidad, contribuyendo para la reducción de la compactación y degradación de los suelos, las áreas de reforma son generalmente sujetas a una intensa preparación del suelo con arados y redes de discos para eliminación mecánica de las cepas de caña de azúcar y corrección de la fertilidad del suelo.

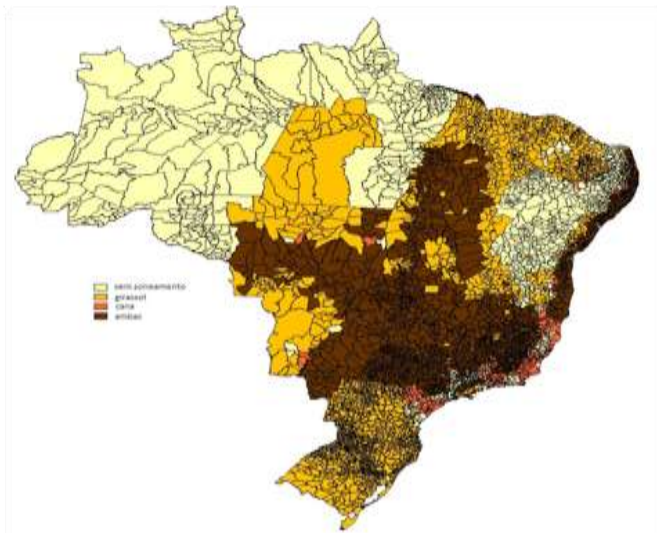
Para la viabilidad de la rotación de cultivos de oleaginosas con caña de azúcar en las áreas de reforma, es deseable que la variedad de soya tenga, además de un buen comportamiento astronómico, adaptación a las condiciones del suelo y clima, lo que refleja es un buen crecimiento, facilidad con la cosecha y ciclo compatible con el programa de siembra de caña de azúcar. Para esto, la recomendación de áreas de riesgo climático bajo para el cultivo de soya en reforma de cañaveral en diferentes períodos del año, presentados en la Figura 4, debe ser observada.



(a)



(b)



(c)

Figura 3. Zonificación de áreas aptas para el cultivo de soja (a), maní (b) y girasol (c) en reforma de cañaveral.

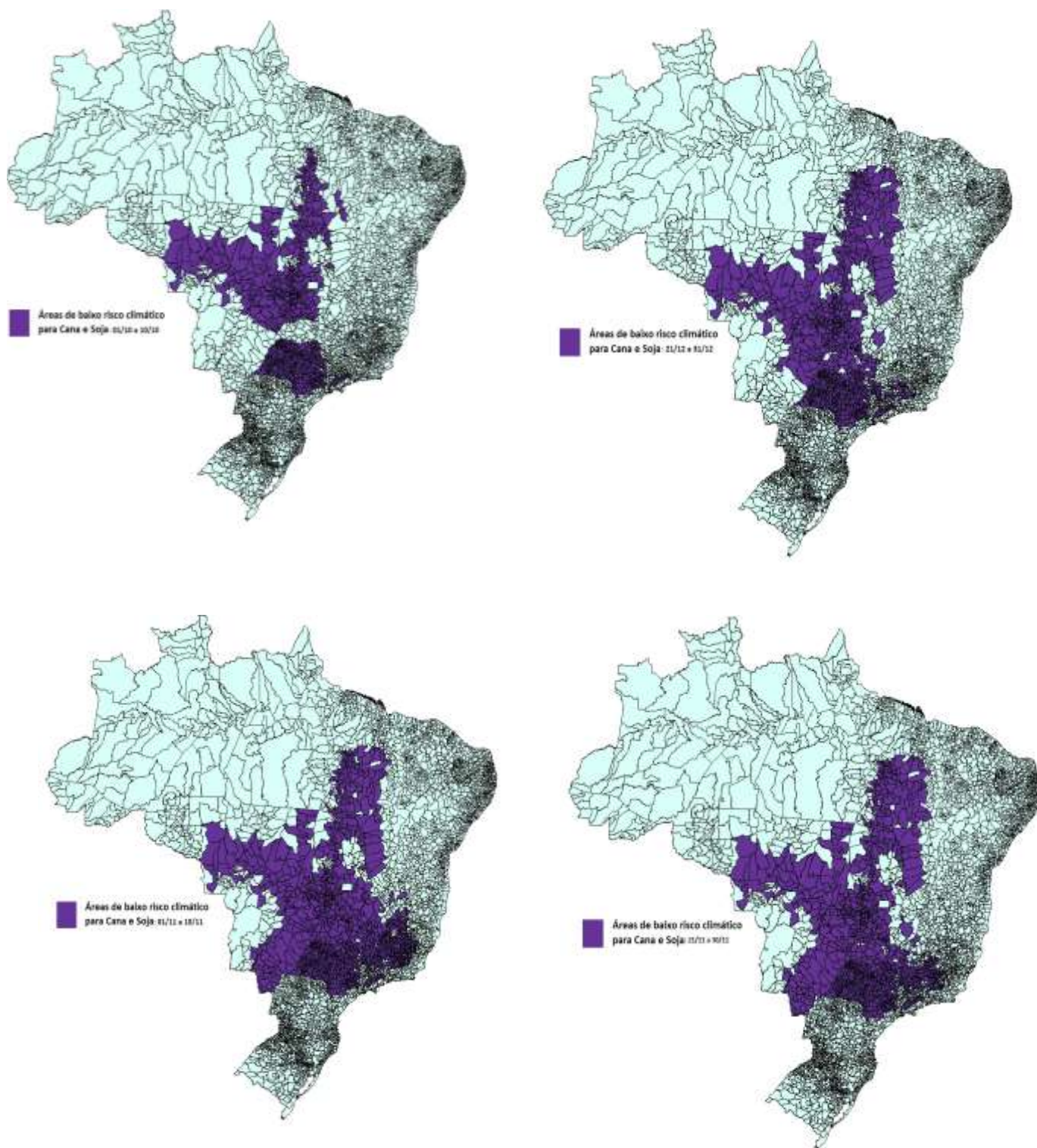


Figura 4. Zonificación de las áreas aptas para el cultivo de soja en reforma de cañaveral en diferentes épocas del año.

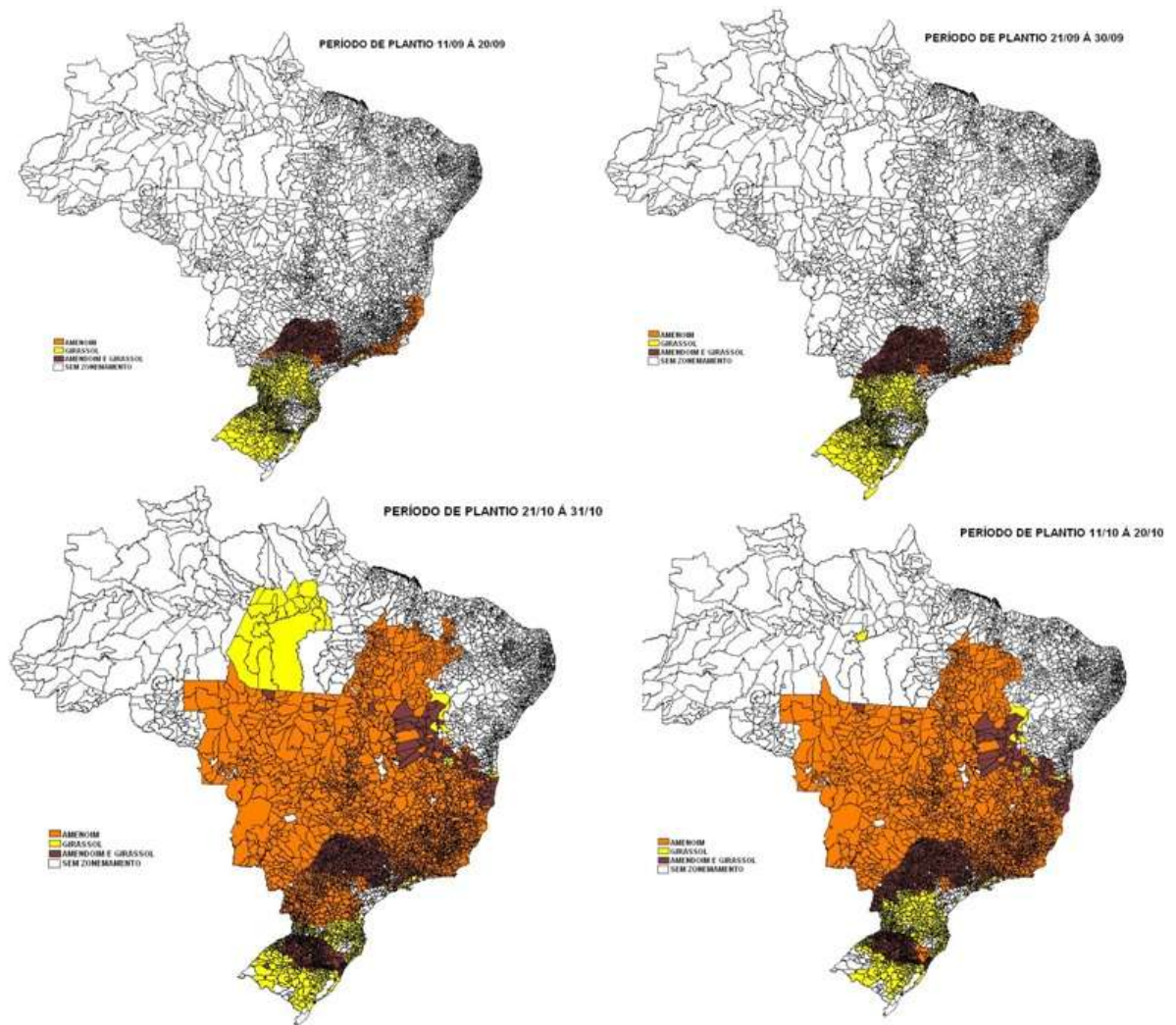


Figura 5. Zonificación de las áreas aptas para el cultivo de maní y girasol en reforma de cañaveral en diferentes épocas del año – septiembre y octubre.

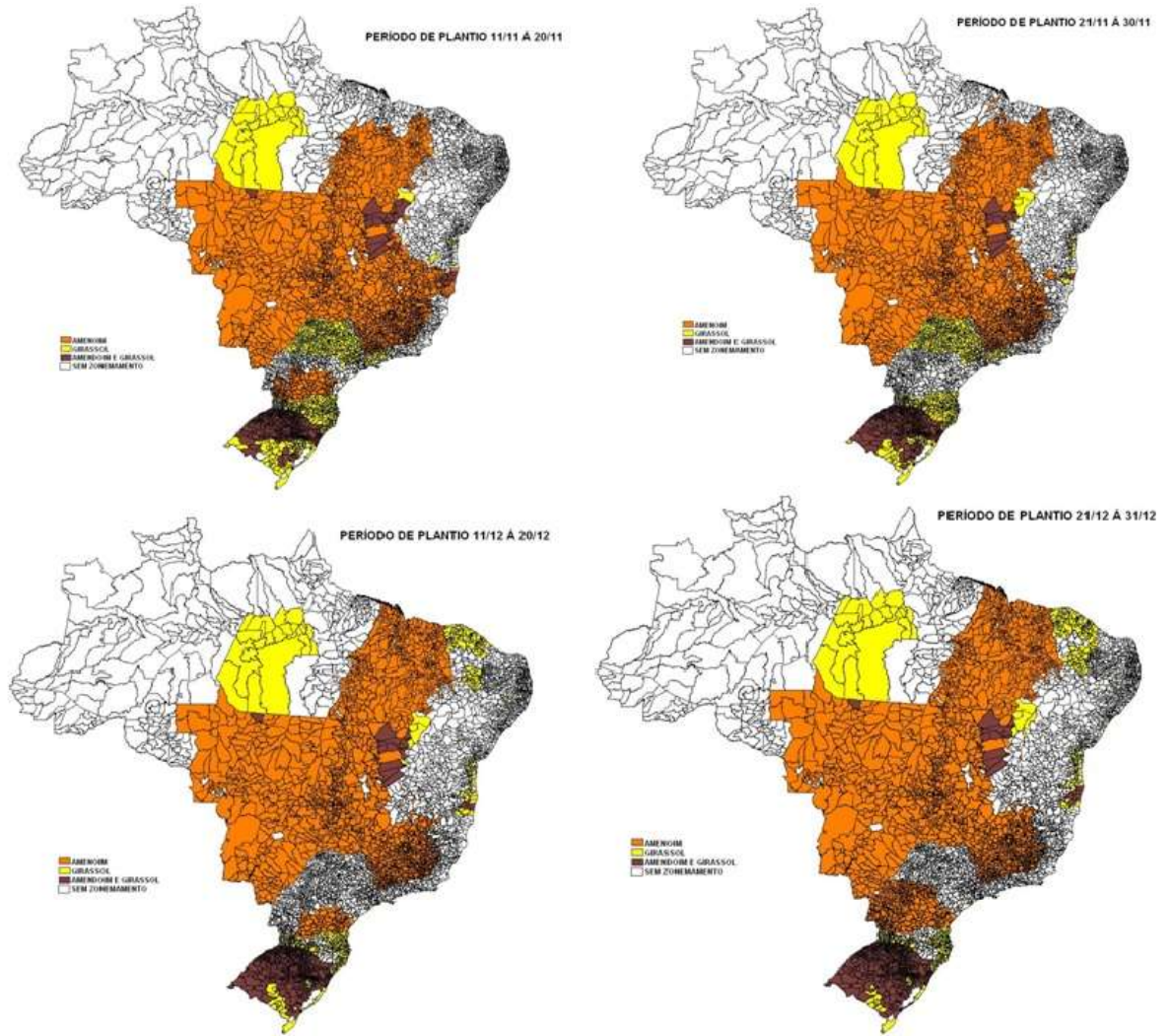


Figura 6. Zonificación de las áreas aptas para el cultivo de maní y girasol en reforma de cañaveral en diferentes épocas del año – noviembre y diciembre.

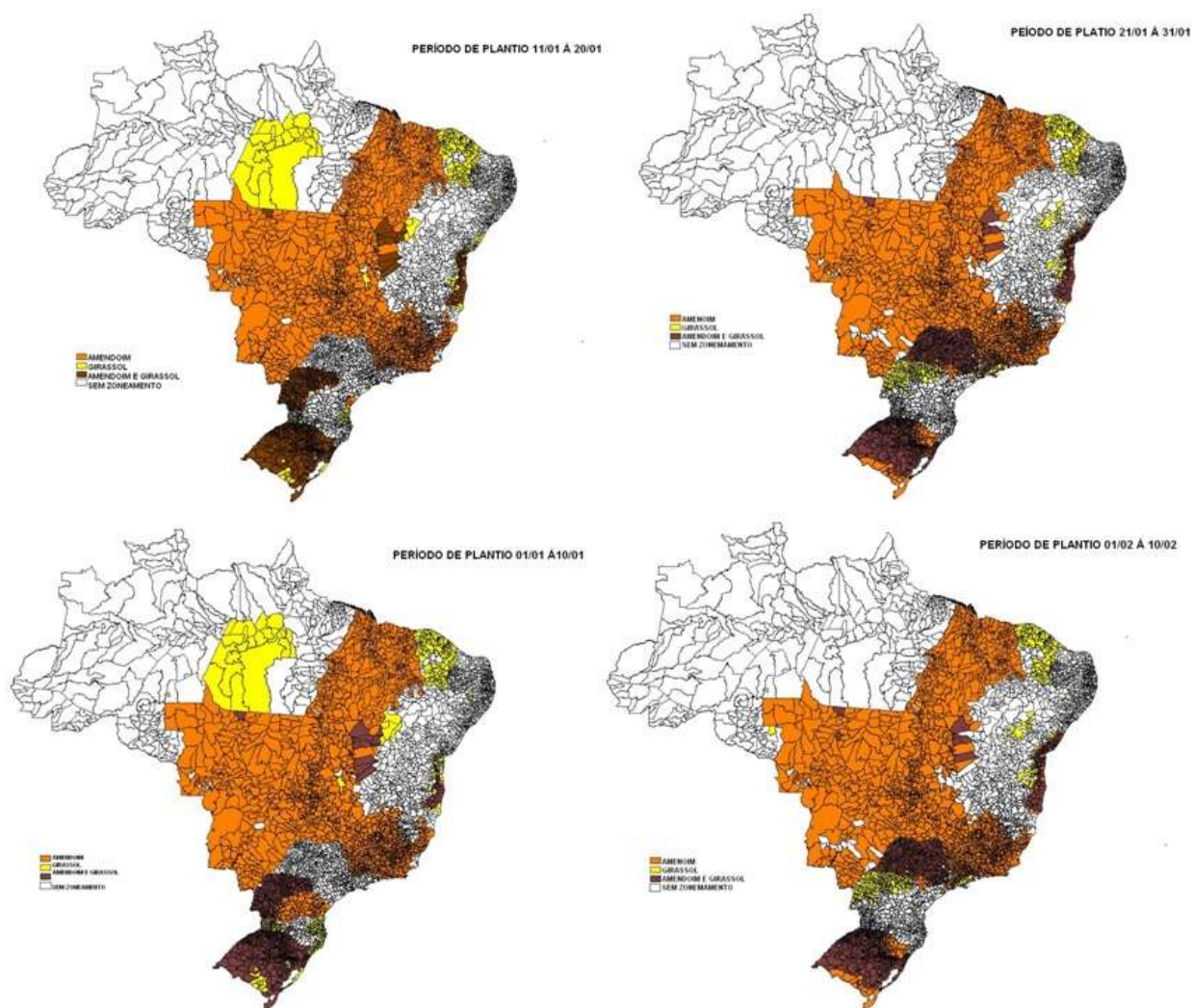


Figura 7. Zonificación de las áreas aptas para el cultivo de maní y girasol en reforma de cañaveral en diferentes épocas del año – enero y febrero

Del mismo modo, el material genético de soya define una mejor adaptabilidad de las variedades a las condiciones climáticas y del suelo en diferentes regiones. La Tabla 1 muestra las variedades de soya que se adaptaron mejor al sistema de producción en la reforma del cañaveral, se observando en las unidades organizativas instaladas en las zonas de producción de agro-industrias en los estados de Sao Paulo y Goiás.

La producción de oleaginosas – soya y maní, especialmente la soja, es una oportunidad para maximizar el uso de la tierra y ofrece ventajas para el cultivo de la caña de azúcar, como el control de las malas hierbas invasoras y el aumento de la eficiencia de los fertilizantes, en especial la fijación de nitrógeno en biológica por leguminosas, y tiene el efecto de reducir el costo de producción de caña de azúcar y la amortización del capital.

Para la viabilidad de la rotación de cultivos de semillas oleaginosas áreas de caña de reforma, es conveniente que la variedad de soja tiene un buen comportamiento agronómico y se adapta a las condiciones del suelo y clima locales, dando como resultado un buen rendimiento, facilidad de cosecha y apoyo el ciclo de producción de caña de azúcar, como se indica en las Figuras 3 hasta 7.

Tabla 1. Evaluación de la productividad, en TCH, de ocho cultivares de soya cultivadas en un área de reforma en las unidades de observación en la cosecha 2009/2011.

Variedades / Ubicación	Aporé/GO Nardini	Guaira/ SP Colorado	Guaira/SP Guaira	Guaira/SP Mandu	Clementina/ SP Clealcol	Araçatuba/SP	Media
BRS 232	3.780	3.834	3.128	3.592	2.749	5.765	3.810
BRS 282	2.760	-	-	-	2.964	4.781	3.500
BRS 283	2.700	3.584	2.622	3.643	-	-	3.140
BRS 284	2.400	3.238	2.689	3.684	3.060	5.340	3.400
BRS 294 RR	3.360	3.322	2.700	2.511	-	5.563	3.490
BRS 295 RR	3.600	-	2.539	2.675	2.503	4.453	3.150
BRS 750RR	3.420	-	-	-	1.583	4.578	3.190
Favorita RR	3.060	-	-	-	1.077	3.047	2.400
Media	3.14	3.49	2.74	3.22	2.32	4.79	3.26

En la Tabla 2, no hubo diferencia en el rendimiento entre la siembra Directa y labranza convencional en las culturas de soya y maní, lo que demuestra que no hay necesidad de mover la tierra por motivación técnica y económica.

Las variedades que mostraron la mejor adaptación y productividad fueron la BRS 232 y BRS 282. Si es necesario la resistencia a la *N-(phosphomethyl)glycine*, como la mejor alternativa sería la variedad BRS 294 RR. El ciclo de la variedad debe ser corto para que quepa en el período disponible en la reforma del cañaveral, que varía según la región y clima de la localidad.

La productividad de la caña de los tratamientos sembrados en soja y maní no labranza (siembra directa) y la labranza convencional fue del orden de 110 toneladas por hectárea, con una variación de 10 toneladas entre los tratamientos, en el municipio de Pindorama – SP (Brasil). La siembra directa tiene la mayor productividad en el tallo de los tratamientos y el mismo contenido de azúcar en la caña, pero no difirió estadísticamente.

El rendimiento de los resultados de la caña cultivada en los cacahuetes tratados (siembra directa y labranza convencional) fueron poco superior al tratamiento con soya, con el temor de 95 toneladas por hectárea, en el municipio de Lins - SP (Brasil).

Tabla 2. Evaluación de la productividad, en t.ha⁻¹, de cultivares de soya e maní cultivadas en siembra directa y preparación convencional en áreas de reforma de canaviales en las UOs em 2011/2012.

Sistema del cultivo	Renuka/ Promissão / SP	Usina Guaíra/ Guaira SP	Usina Colombo/Apta Pindorama, SP	Usina Viralcool /SP	Media
Cultivares de Soya (média de 5 cultivares)					
Siembra Directa	3100 (225)	3828 (295)	3500 (575)	2796 (753)	3306
Convencional	----	3533 (413)	3389 (235)	2173 (630)	3032
Cultivar de maní					
Siembra Directa	4141 (328)	-----	2779 (298)	-----	3460
Convencional	4241 (210)	-----	2392 (129)	-----	3316

CONCLUSIONES

Este trabajo demuestra que la rotación en el Centro-Sur es técnicamente viable, de acuerdo con el cruce de las zonificaciones de caña de azúcar y soya y maní.

Las variedades de soya que se adaptaron mejor al sistema de producción en la reforma fueron BRS 232 y BRS 282 y, si es necesario la resistencia “ghiphosato”, BRS 294 RR.

Se recomienda otros estudios acerca de este tema, involucrando el enfoque de balance de energía y los flujos de gases de efecto invernadero en ecosistemas naturales y agro-ecosistemas en las áreas de la reforma.

AGRADECIMIENTOS

Centrales azucareras que permitieron la realización de los trabajos, el apoyo de la “[União dos Produtores de Bioenergia](#)”– UDOP y la Embrapa que financió el Proyecto “Desenvolvimento e modelagem de sistemas de produção de oleaginosas na reforma de canavial para produção sustentável de biodiesel na Região Centro-Sul”.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CASAGRANDE, A. A. Tópicos de morfologia e fisiologia da cana-de-açúcar. Jaboticabal: FUNEP, 1991. 157 p.
- COUTINHO, A.C. Dinâmica das queimadas no Estado do Mato Grosso e suas relações com as atividades antrópicas e a economia local. 2005. 301p. Tese (Doutorado em Ciência Ambiental) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.
- EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Recomendações técnicas para o cultivo da soya na região Central do Brasil 1997/98. Londrina: EMBRAPA CNPSo, 1997. 171p.
- FREITAS, P.L.DE; DONAGEMMA, G.K.; LUMBRERAS, J.F.; SILVA, F.C.DA; VIEIRA JUNIOR, P.A.; FINOTO, E.L. Propriedades físicas e químicas de um Argissolo Vermelho na reforma de canavial para produção de oleaginosas. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, XXXIII, Uberlândia, MG. Anais: Uberlândia, SBCS e UFU, 2011.
- GOLDEMBERG, J. Ethanol for a sustainable energy future. Science, v.315, n. 5813, p. 808 a 810, 2007.
- MANSILLA BACA, A. F. Análise da dinâmica espaço-temporal de culturas agrícolas no Brasil – uma abordagem metodológica. Dissertação (Mestrado em Geomática), Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Faculdade de Engenharia, Rio de Janeiro, 2011. 120 f.
- MANZATTO, C. V.; ASSAD, E. D.; BACA, J. F. M.; ZARONI, M. J.; PEREIRA, S. E. M. Zoneamento agroecológico da cana-de-açúcar: expandir a produção, preservar a vida, garantir o futuro. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2009. 55 p. (Embrapa Solos. Documentos, 110). Disponível em www.cnps.embrapa.br/zoneamento_cana_de_acucar/ZonCana.pdf. Consultado em: 06/06/2011
- MORAES, M.A.F.D.; SHIKIDA, P.F.A. Agroindústria canavieira no Brasil: evolução, desenvolvimento e desafios. São Paulo: Atlas, 2002. 368 p.
- NASTARI, P.M. O setor Brasileiro de cana-de-açúcar: perspectivas de crescimento. São Paulo: Portal Exame, 2006. Disponível em <http://portalexame.abril.com.br/static/aberto>. Consultado em: 29 de março de 2009.
- VIEIRA JR, P.A.; ALENCAR, J.R. de; SILVA, F.C. da; BUAINAIN, A.M; SILVEIRA, J.M. J. da A produção brasileira de cana-de-açúcar e o deslocamento da fronteira agrícola na região Centro-Oeste. Revista ALCOOLbrás, nº 135, 36-49, 2012.