

**2da COMUNICACIÓN NACIONAL SOBRE EL CAMBIO CLIMATICO**

**Componente B3**

**VULNERABILIDAD DE LA  
PRODUCCION AGRICOLA EN LA  
REGION PAMPEANA  
ARGENTINA  
Informe Final**

**Resumen Ejecutivo/Executive Summary**

Graciela O. Magrin

María I. Travasso

Gustavo M. López

Gabriel R. Rodríguez

Augusto R. LLoveras

## Resumen Ejecutivo

La región de estudio cubre una superficie cercana a las 60 Mha, de las cuales alrededor del 30% está dedicada a los cultivos de soja, trigo, maíz y girasol. La misma se ubica entre los límites de 600 a 1200 mm de precipitación anual, 18 a 26°C de temperatura máxima media anual y 6 a 14 °C de temperatura mínima media anual. Para este estudio se consideraron 12 zonas de acuerdo a las características edafo-climáticas, y el uso actual y potencial del suelo. En base al Índice de Productividad de los Suelos (IP) se definió la aptitud de cada zona (agrícola, agrícola-ganadera, ganadera-agrícola) identificando las series de suelos predominantes para cada categoría y zona a escala 1:2.500.000. Se conformó una base de datos con las características físico-químicas de 48 series de suelos.

Durante los últimos 10 años se observó un importante cambio en el uso de la tierra y la producción de cultivos. La soja pasó a ocupar entre el 56 y 57% de la superficie cultivada, siendo en la zona mixta del noroeste de Buenos Aires y sur de Córdoba, la zona lechera del centro de Santa Fé y centro este de Córdoba y la zona agrícola-ganadera del centro de Córdoba donde se observó mayor crecimiento.

Otro cambio importante en los sistemas de producción está relacionado con los sistemas de labranza. La siembra directa se está expandiendo a un ritmo sostenido en todas las zonas de producción, especialmente en el cultivo de soja. Actualmente algo más del 41% del trigo, 50% del maíz, 73% de la soja y 15% del girasol se realiza en siembra directa.

Se ha evidenciado asimismo un importante incremento del uso de fertilizantes, el tonelaje total de fertilizantes consumidos en el área de estudio por los cuatro cultivos en la campaña 2003/04 (1.22 Mt) representó un 54% del total de fertilizantes utilizados en el país.

De acuerdo a las estimaciones de consumo de fertilizantes y combustibles, área sembrada y producción de los cultivos, se estimaron las emisiones de óxido nitroso y dióxido de carbono para el ciclo agrícola 2003/2004. Según estas estimaciones las emisiones directas e indirectas de óxido nitroso (considerando solamente los cultivos de trigo, maíz, girasol y soja en las 12 zonas de estudio) ascendieron a 42,61 Gg N<sub>2</sub>O-N. La principal fuente emisora resultó ser la fijación simbiótica de la soja (45,2%), seguida por los residuos de cosecha (37,6%), y el uso

de fertilizantes (17,2%). Desagregando los resultados por zonas, la zona agrícola núcleo (8) que ocupa el 11% de la superficie de estudio aportó casi el 38% de este tipo de emisiones. Los consumos anuales de gasoil para todas las actividades comprendidas en los cuatro principales cultivos, y que involucran 19.4 Mha, alcanzan cerca de 735 millones de litros (MI), con una participación prácticamente similar entre los cultivos de siembra directa (371 MI) y los convencionales (363 MI). Considerando este consumo de gasoil, las emisiones de CO<sub>2</sub> provenientes de las labores agrícolas totalizaron 1.948,9 Gg CO<sub>2</sub>.

La caracterización económica actual del sector se efectuó mediante el análisis de los márgenes brutos por cultivo y zona para el lapso 1994/95 – 2004/05. Los márgenes brutos se calcularon en base a los costos de implantación y producción; los gastos de cosecha, comercialización e impuestos; los precios de los productos y los rendimientos esperados, bajo dos sistemas de tenencia de la tierra (campo propio y arrendamiento). Cabe destacar el alto retorno del cultivo soja en casi todas las zonas consideradas. Un tema de relevancia en los márgenes brutos es la relación campo propio versus campo arrendado. Esta última modalidad, que representa aproximadamente el 50% de la superficie sembrada con cultivos anuales esta fuertemente relacionada con la expansión de la soja durante los últimos años, ya que este cultivo pasó a ser el más rentable para ese sistema de tenencia de la tierra.

Sin embargo, esta expansión de la soja alentada por los aspectos económicos está poniendo en riesgo la sustentabilidad de nuestros sistemas de producción. La soja es un cultivo con alta capacidad de extracción de nutrientes y la fertilización nitrogenada no es una práctica habitual, por otro lado la cantidad y calidad de residuos que aporta es muy baja. Como consecuencia, se producen balances negativos de carbono y nitrógeno que conducen a la disminución del contenido de materia orgánica de los suelos. El aparente “éxito” en el corto plazo se podría transformar en el futuro en importantes pérdidas ambientales y económicas si no se toman las medidas adecuadas.

Al analizar la influencia de variables económicas sobre el uso de la tierra y la elasticidad de sustitución entre cultivos en la región Pampeana, se encontró que la decisión de sembrar los cultivos de trigo y maíz está estrechamente relacionada con el precio esperado del producto, en cambio para el cultivo de soja es el costo de implantación y producción el que más influye. A medida que se reduce el costo de implantación se incrementa proporcionalmente el área sembrada, el costo de implantación explica en promedio para toda la región el 82% de la

variabilidad del área sembrada, llegando a valores máximos de 96%. Teniendo en cuenta las tendencias alcistas y bajistas de los costos de implantación y producción de maíz y soja respectivamente, es posible afirmar que parte de la expansión del cultivo de soja se debe a la reducción de sus costos de implantación.

Mediante el uso de modelos de simulación de la producción de cultivos se analizó el impacto de los escenarios climáticos futuros generados por el modelo regional del CIMA que fueron desarrollados para el 2080 bajo las condiciones de dos escenarios socioeconómicos futuros: el SRES A2 y el SRES B2.

Si no se considera el efecto biológico del incremento de CO<sub>2</sub>, el impacto del escenario A2 sería negativo en la mayor parte de la región, alcanzando una reducción promedio del rendimiento de 4% en trigo, 9% en maíz y 14 % en soja. Bajo las condiciones del escenario B2 la reducción media sería similar en trigo (3%) y algo menor en maíz (6%), mientras que en soja se esperan incrementos del 3%. Sin embargo se observó una gran variabilidad espacial.

El incremento de CO<sub>2</sub> conduciría a aumentos de rendimiento en todas las zonas para los tres cultivos, promediando 14% en trigo, 19% en maíz y 67% en soja bajo el escenario A2. Con el escenario B2, en promedio los rendimientos incrementarían un 6% en trigo, 11 % en maíz y 68% en soja.

El hecho de que la soja se constituyera en el principal cultivo del área Pampeana con prácticamente el 50% del área sembrada total y otro tanto en cuanto a la producción, refleja una realidad en materia de rentabilidad muy difícil de superar por otros cultivos. Si a esto se suma el hecho de que sería el cultivo menos afectado por los escenarios futuros, existe una gran probabilidad de que la tendencia a la expansión del cultivo continúe. Si esto sucediera se estaría poniendo en riesgo la sustentabilidad de los sistemas debido principalmente a la disminución del contenido de materia orgánica de los suelos que provoca este cultivo. Comparando treinta años de monocultivo de soja y de maíz en distintos sitios de la región, se encontró que las pérdidas de MO provocadas por la soja serían un 50% mayor. Esto indica que la rotación con gramíneas pasaría a ser una necesidad. De acuerdo a nuestros resultados, la rotación soja-maíz reduciría las pérdidas de materia orgánica en un 25% en relación al monocultivo de soja. Es por ello que se deben proponer medidas de adaptación tendientes a preservar la estabilidad del sistema.

Una medida de adaptación autónoma que se está observando a partir de los últimos dos años, es el “*sistema de alquiler condicionado*” que consiste en reducir los precios de alquiler de los campos si los contratos se prolongan por más de dos o tres campañas y se considera en ellos aspectos de sustentabilidad específicos como rotaciones que incluyan alternancia de gramíneas y leguminosas.

Otra medida de adaptación tendiente a mantener la sustentabilidad del sistema sería utilizar una relación 2,5:1 entre oleaginosas y cereales promoviendo la “*transformación en origen*”. Esto implica que parte de la producción (por ejemplo de maíz) permanezca en el lugar de origen y sea usada por la industria local o para la alimentación animal, agregándole valor al producto primario, en vez de venderla como *commodity*. Esta alternativa favorecería en muchos casos importantes ahorros, en transporte a puertos y retenciones fiscales entre otros. De este modo, suponiendo que la mitad de la producción de maíz fuera transformada en origen los beneficios económicos podrían duplicarse.

Entre las medidas de adaptación más comúnmente difundidas están las que proponen cambios en las fechas de siembra o el agregado de riego suplementario. Nuestros resultados indican que en el futuro convendría adelantar las siembras de trigo y maíz o atrasar la del cultivo de soja tratando de sacar ventaja de las nuevas condiciones ambientales donde los períodos libres de heladas serían más extensos. Considerando las zonas donde el impacto sería positivo, con el cambio en las fechas de siembra se lograrían beneficios que alcanzarían los 780 millones de U\$\$ en soja, 100 millones de U\$\$ en trigo y 31 millones de U\$\$ en maíz.

En relación al riego suplementario, si no se considera el efecto biológico del CO<sub>2</sub>, las necesidades hídricas de los cultivos podrían incrementar levemente especialmente en el centro y norte de la región.

## **Executive Summary**

The study region covers some 60 Mha, from which 30% is devoted to soybean, wheat, maize and sunflower crops. It lies between 600 to 1200 mm annual precipitations, 18 to 26°C mean annual maximum temperature and 6 to 14 °C mean annual minimum temperature. In this study were considered 12 zones according to their soil and climate, and the actual and potential land use. The Soil Productivity Index was used to define the aptitude (agriculture, agriculture-livestock, and livestock-agriculture) in each zone. Then, the predominant soil series (1:2.500.000) for each category and zone were identified and a soils data-base containing the physicochemical characteristics from 48 series was constructed.

During the last 10 years important changes in land use and crops production were observed in the region. Actually soybean is sown in 56-57% of the cropped area and the zones showing greater expansion are the mixed zone in NW Buenos Aires and S Cordoba, the dairy zone in central Santa Fe and centre-east Cordoba, and the agriculture-livestock zone in central Cordoba

Tillage systems have also changed all over the region. Zero tillage drastically increased in all zones, especially for soybean crops. Actually some 41% of wheat, 50% of maize, 73% of soybean and 15% of sunflower crops are cultivated under no tillage.

Also fertilizers consumption evidenced a huge increase. During the cropping season 2003/2004 the use of fertilizers in the study zone for the 4 crops involved accounted for 54% of the total amount used in the country.

Taking into account the use of fertilizers and fossil fuels, the planted areas, and crops production, we estimated the nitrous oxide and CO<sub>2</sub> emissions for the cropping season 2003/2004. The sum of direct and indirect nitrous oxide emissions (considering wheat, maize, soybean and sunflower crops in the 12 zones) attained 42,61 Gg N<sub>2</sub>O-N. The main source of emissions was the symbiotic fixation in soybean (45.2%), then the crop residues at harvest (37.6%) and the use of fertilizers (17.2%). The main crop production zone, which covers 11% of the study area contributed with 38% of these emissions. Annual gas-oil consumption (including all activities for the 4 crops) attained 735 million liters (Ml), from which roughly one half corresponded to zero tillage (371 Ml) and the other to conventional tillage systems

(363 Ml). From these values, total Co<sub>2</sub> emissions corresponding to agricultural practices attained 1.948,9 Gg CO<sub>2</sub>.

Gross margins for each crop and zone for the period 1994/95 – 2004/05 were used to assess the economic characteristics of the sector. Gross margins were based on planting and production costs; harvest, commercialization and taxes expenses; product price, and expected yields considering two types of land tenure. It is important to remark the high economic return of soybean crops and the double crop wheat-soybean in almost all the zones involved. Another important issue is the relation between gross margins and land tenure. Hired lands represent some 50% of lands devoted to annual crops and this is closely related to soybean expansion as this crop is the most rentable for this land tenure system.

However, these issues contribute to seriously threaten our agricultural systems. Soybean is a very high nutrient extractive crop and nitrogen fertilization is not an usual practice, moreover this crop has low level and quality of crop residues and, as a result, lead to negative carbon and nitrogen balances with the consequent decrease in soil organic matter. This apparent success in the short term could represent serious environmental and economic losses in the future if adequate measures are not considered.

The influence of economic variables on land use and crop's substitution capacity was assessed in the Pampas Region. Results indicate that planting decisions in wheat and maize are strongly related to the product price, while for soybean the planting and production costs are more important. When the planting cost is reduced, planted areas increase proportionally. Planting cost explains 82% of the variability in planted area attaining a maximum value of 96%. Taking into account the upward and downward trends in planting and production costs of maize and soybean respectively, is licit to confirm that soybean expansion was due to the reduction in planting costs.

By means of crop simulation models the impact of future climatic scenarios generated by the regional model from CIMA developed for 2080 under the socioeconomic scenarios A2 and B2 was assessed.

If CO<sub>2</sub> increase is not taken into account, the impact of the scenario A2 could be negative in most of the region, attaining mean reductions of 4% in wheat, 9% in maize, and 14% in

soybean. Under B2 conditions the reductions would be similar to A2 in wheat (3%) and a little lower in maize (6%), while soybean yields could increase by 3%. However, a great spatial variability was observed.

The increase in CO<sub>2</sub> would lead to yield increases in the entire region for the three crops, averaging 14% in wheat, 19% in maize and 67% in soybean under A2 conditions. Under B2 these figures are 6%, 11% and 68% respectively.

At present soybean is the principal crop in the Pampas region, accounting for almost 50% of both, the total planted area and crops production, this reflect a reality in terms of profitability that is difficult to overcome by other crops. In addition, as soybean seems to be the less affected crop in the future is very likely that the trend to expand would continue. If it happens, the sustainability of agricultural systems could be seriously threatened because of the negative effect of soybeans on soil organic matter content. After the comparison of thirty years of soybean and maize monoculture in several sites of the region was found that loses of SOM provoked by soybeans could be 50% higher. This suggests that crops rotations with grasses would be a must. After our results, the soybean-maize rotation could contribute to reduce SOM loses by 25%. For this reason adaptation measures leading to preserve the stability of the system are required.

An autonomous adaptation measure that is occurring after the last two years is the “*conditioned rent system*” consisting in the reduction of the lands rental price when the contracts are prolonged by two or more years and aspects related to the sustainability of the systems, like the alternation of grasses and legumes in the rotation, are considered. Another adaptation measure regarding sustainability could be the use of a 2.5:1 ratio between oil-seeds and cereals promoting the “*transformation in origin*”. This implies that part of the production (for example of maize) remains in the place of origin and is used for local industry or animal feeding, adding value to the primary product instead of its sell as commodity. This could lead to important savings in transportation to ports or fiscal retentions, among others. Assuming that half of the maize production could be transformed in origin, economic returns could be duplicated.

Changes in planting dates and supplementary irrigation are the most frequent proposed measures. Our results indicate that in the future should be convenient to advance planting

dates for wheat and maize, or to delay it for soybean in such a way that crops could take advantage of the new environmental conditions where frost free periods would be prolonged . Considering the zones with positive response to these changes in planting dates, benefits could attain up to 780 million U\$\$ in soybean, 100 million U\$\$ in wheat and 31 million U\$\$ in maize.

In relation to supplementary irrigation, if the physiological effect of CO<sub>2</sub> is not considered, crop water requirements could weakly increase, mainly in the northern and central part of the region.