

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ÁREA DE CONSOLIDACIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y
PRODUCCIÓN SOSTENIBLE



Diagnóstico preliminar de sustentabilidad ambiental en un establecimiento del centro de la provincia de Córdoba basado en el modelo AgroEcoindex®.

**Caso: Establecimiento “Bremor”, Laguna Larga,
Departamento de Río Segundo, Córdoba, Argentina.**

Autor: SUÁREZ, Julieta Marina

Tutores: Ing.Agr. FRÍAS, Mariana Soledad

Ing. Agr. ROMERO, Fátima Anabel.

Año: 2023



ÍNDICE DE CONTENIDO

RESUMEN	5
INTRODUCCIÓN	6
Objetivos específicos	8
ANÁLISIS DE CASO	9
Área de estudio	9
Caracterización del establecimiento	10
Metodología	13
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	16
COMENTARIOS FINALES	26
BIBLIOGRAFÍA	27
ANEXOS	32

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1: Localización de Laguna Larga. Provincia de Córdoba. Argentina. Fuente: Wikipedia.</i>	<i>9</i>
<i>Figura 2: Zonas Agroeconómicas Homogéneas de la provincia de Córdoba. Fuente: Crúzate et al, 2008.</i>	<i>9</i>
<i>Figura 3: Ubicación del establecimiento “Bremor” y distribución de lotes. Fuente: Elaboración propia Google Earth Pro.....</i>	<i>10</i>
<i>Figura 4: Año 2020. Incorporación de cultivos de cobertura y módulo agroecológico. Fuente: Elaboración propia. Google Earth Pro.....</i>	<i>12</i>
<i>Figura 5: Distribucion de la plantacion de forestales nativos y primera etapa de sistematizacion del terreno Año 2022. Fuente: Elaboración propia. Google Earth Pro.</i>	<i>13</i>
<i>Figura 6: Panel de control campaña 2018-2019 del establecimiento “Bremor”. Fuente Elaboración propia mediante modelo AgroEcoindex.....</i>	<i>17</i>
<i>Figura 7: Panel de control campaña 2021-2022 del establecimiento “Bremor”. Fuente Elaboración propia mediante modelo AgroEcoindex.....</i>	<i>18</i>

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1: Indicadores ambiental y unidades de medida del modelo AgroEcoIndex. Fuente: Elaboración propia.</i>	<i>14</i>
<i>Tabla 2: Resultados campaña 2018-2019 del establecimiento “Bremor”. Fuente Elaboración propia mediante modelo AgroEcoindex.</i>	<i>17</i>
<i>Tabla 3: Resultados campaña 2021-2022 del establecimiento “Bremor”. Fuente Elaboración propia mediante modelo AgroEcoindex.</i>	<i>18</i>
<i>Tabla 4: Resultados y panel de control de las campañas evaluadas en el establecimiento “Bremor”. Fuente elaboración propia modelo AgroEcoindex.</i>	<i>19</i>

AGRADECIMIENTOS

A mis tutores las Ing. Agr. Mariana Frías e Ing. Agr. Fátima Romero, por su predisposición, su guía, sus enseñanzas y aportes en el camino del aprendizaje.

Al Área de gestión ambiental y producción sostenible por abordar problemáticas actuales y concientizar que, como futuros ingenieros, debemos considerar el desarrollo de sistemas productivos con una mirada hacia la sustentabilidad y la aplicación de buenas prácticas agrícolas.

A la Facultad de Ciencias Agropecuarias por permitirme formar parte de esta gran casa de estudio de la cual me siento orgullosa.

A la familia Hulse y en particular a Carlos, quienes me abrieron las tranqueras de su establecimiento con entusiasmo, compromiso y confianza brindándome la posibilidad de adquirir destrezas, conocimientos y vivencias en el recorrido hacia mi vida profesional.

A mi familia que en cada una de las vicisitudes de la vida académica siempre estuvieron presente, apoyándome y alentándome para ir hacia adelante, siempre adelante.

Y en especial a Tomás, por tu respeto, paciencia, apoyo incondicional y como me dijiste más de una vez..."cosecharas tu siembra".

A todos, les agradezco de corazón y con una felicidad infinita les digo, hoy lo logré, acá está mi título de grado.

RESUMEN

En los últimos años con el despertar de la conciencia ambiental y el impacto negativo que tiene las acciones del ser humano sobre el medio ambiente surge la necesidad de replantear las prácticas de la agricultura moderna hacia un modelo de agricultura más sustentable.

El manejo sustentable de los agroecosistemas, requiere de un estudio global del sistema considerando las interacciones entre todos sus componentes ya sean físicos, biológicos, económicos o sociales y el efecto que estos producen sobre el hábitat. Por lo que resulta imprescindible la determinación y el análisis del impacto ambiental que ocasionan las prácticas agropecuarias realizadas en los establecimientos, que permitan reconocer los problemas que los alejan de la sustentabilidad y fijar pautas de manejo para revertirlos. Con el fin de interpretar la tendencia de los indicadores ecológicos, el objetivo del siguiente trabajo fue realizar el diagnóstico ambiental comparativo de la campaña 2018-2019 “agricultura tradicional” vs campaña 2021-2022 “hacia la sustentabilidad” del establecimiento “Bremor” ubicado en la localidad de Laguna Larga de la provincia de Córdoba mediante la aplicación del modelo AgroEcoindex®. El mismo contiene 18 indicadores ambientales agrupados de acuerdo a los principales impactos que puede generar la agricultura sobre el ambiente. El diagnóstico evidenció un alto uso de energía fósil, desbalances sobre los nutrientes (nitrógeno y fósforo) y tendencias críticas en cuanto a los indicadores de riesgo por contaminación de pesticidas. Por lo que se concluye que las prácticas llevadas a cabo en el establecimiento no son suficientes para compensar el impacto ambiental. Es necesario prestar atención al comportamiento del agroecosistema, ajustar las variables de manejo y complementar la gestión, con la toma de decisión en una mejora continua hacia la sustentabilidad agrícola.

Palabras clave: indicadores, gestión ambiental, impacto ambiental, transición agrícola.

INTRODUCCIÓN

El ambiente del planeta cambia a tasas nunca vistas en el último millón de años. El IPCC (Intergubernamental Panel on Climate Change) mediante su sexto informe presentado en Febrero de 2022, concluye, entre otras cosas, que las concentraciones atmosféricas mundiales de dióxido de carbono, metano y óxido nitroso han aumentado notablemente por efecto de las actividades humanas desde 1750. Esto sugiere que la intervención antrópica de los últimos 300 años influye decisivamente en el calentamiento global que hoy sufre el planeta. Estos aumentos fueron provocados principalmente por la quema de combustibles fósiles para la generación de electricidad, el transporte, la calefacción, la industria y la edificación dado por el aumento de la población, la ganadería y la agricultura (IPCC 2022).

El aumento del tamaño de la población humana, del consumo per cápita y de la complejidad de los centros urbanos, promovieron incrementos constantes de la demanda de alimentos, fibras y energía (Evans 1993; Tilman et al. 2001 citado por De la Fuente & Suárez, 2008). Esta tendencia impulsó la expansión de la agricultura y la intensificación productiva por unidad de superficie en la Argentina y el resto del mundo. A medida que los suelos aptos para la agricultura resultaban limitantes, las necesidades humanas fueron satisfechas con el aumento de la producción por unidad de superficie mediante innovaciones tecnológicas continuas, conducentes a la intensificación productiva (Evans 1993; Foley et al. 2005; Ghera 2006 citado por de la Fuente & Suárez, 2008). La Revolución Verde impulsó la concepción de que para poder expresar un alto potencial productivo se debía modificar e intensificar el ambiente y sus recursos, lo que implicó, la simplificación de los agroecosistemas (Matson *et al.*, 1997; de la Fuente & Suárez, 2008). En este sentido, la intensidad de manejo representa un conjunto de prácticas fundamentadas en la reducción aparente de componentes no planificados de la biodiversidad (insectos, malezas), la especialización del proceso productivo en pocos componentes planificados (especies y genotipos) y la toma de decisiones dependiendo de la economía de mercado (Vandermeer et al., 1998 en De la Fuente y Suárez, 2008 citado por Vázquez & Zulaica s.f). Como resultado, provocaron impactos que perjudicaron tanto, a los recursos propios de los sistemas agrícolas, atentando contra su capacidad productiva, como a los recursos globales o de otros sistemas (ciudades, ríos, lagos, atmósfera) y a las personas que forman parte de ellos (Sarandón y Flores 2014).

Hoy se reconoce que los avances tecnológicos de la Revolución Verde o la tecnología convencional, no han constituido una respuesta eficiente a la heterogeneidad del planeta y este modelo de agricultura, tampoco ha logrado solucionar el problema del hambre en la población mundial (Sarandón y Flores 2014) por lo que empieza a verse cuestionada su sustentabilidad por una serie de impactos ecológicos, económicos y sociales, derivados de las prácticas “modernas” de producción. En los últimos años con el despertar de la conciencia ambiental y el impacto negativo que tienen las acciones del ser humano sobre el medio ambiente, surge la necesidad de replantear

las prácticas de la agricultura moderna hacia una agricultura más sustentable. (Gliessman, 2001 citado por Sarandón y Flores, 2009).

“Una Agricultura Sustentable es aquella que mantiene en el tiempo un flujo de bienes y servicios que satisfagan las necesidades alimenticias, socioeconómicas y culturales de la población, dentro de los límites biofísicos que establece el correcto funcionamiento de los sistemas naturales (agroecosistemas) que lo soportan” (Sarandón et al., 2006). El manejo sustentable de los agroecosistemas, requiere de un estudio global del sistema considerando las interacciones entre todos sus componentes ya sean físicos, biológicos, económicos o sociales y el efecto que estos producen (Jackson & Piper, 1989 citado por Alessandria, E; 2021). La sustentabilidad entonces, resulta en replantear los modelos de la agricultura convencional en la búsqueda de nuevos puntos de equilibrios y estrategias dentro del agroecosistema para hacerlos ambiental, social y económicamente viables y compatibles entre sí.

La determinación del impacto ambiental de las actividades agropecuarias se convierte en un objetivo previo para quienes deben tomar decisiones concernientes a las mismas (Sarandón 2002). Por lo que resulta imprescindible la determinación y el análisis del impacto ambiental que ocasionan las prácticas agropecuarias realizadas en los establecimientos, que permitan reconocer los problemas que los alejan de la sustentabilidad y fijar pautas de manejo para revertirlos. Esto permite a productores y empresas agropecuarias modificar sus acciones que promuevan una disminución de las consecuencias ambientales y obtener certificaciones agroecológicas que ofrezcan ventajas competitivas y credibilidad social (Viggliozzo et al., 2011).

La complejidad de los sistemas agrícolas introduce la necesidad de crear herramientas o modelos que, con un conjunto bien seleccionado de indicadores, permitan transformar dicha complejidad en información para el análisis en valores claros y objetivos y así orientar las decisiones de los agricultores. (Girardin et al., 1999 y Sarandón y Flores 2014). El modelo AgroEcoindex® (Viggliozzo et al., 2006 y Frank 2007) es un modelo sensible a cambios ya sean temporales como espaciales, y permite la evaluación de establecimientos agropecuarios con distintas variables de manejo vinculadas al manejo sustentable (Gil et al., 2009 citado por Sarandón y Flores 2014); el mismo contiene 18 indicadores ambientales agrupados de acuerdo a los principales impactos que puede generar el proceso productivo sobre el ambiente (Frank, F., 2021). De modo que, permiten al productor diagnosticar e interpretar procesos críticos del agroecosistema, y tomar decisiones basadas en datos. Para facilitar su uso, los indicadores, se visualizan en un panel de control que señala con colores la condición de cada uno: verde oscuro y claro (favorable/sin problemas), amarillo claro y oscuro (regular/de alerta), naranja y rojo (peligro/grave) (Larsen et al., 2020). Cada uno se expresa en unidades específicas, por unidad de superficie y tiempo (por hectárea y por año), para permitir comparaciones entre establecimientos (para poder elegir establecimientos o sistemas productivos de acuerdo a su desempeño ambiental) y entre años (para seguir la

evolución en el tiempo). El uso de indicadores se ha constituido en una herramienta valiosa que permite monitorear y certificar diferentes normas y códigos ambientales estandarizados por ejemplo las normas de ISO 1400 y la aplicación de buenas prácticas agropecuarias (Viglizzo et al., 2006). Diversos autores insisten en la importancia de realizar evaluaciones ambientales integrales en los establecimientos agropecuarios de manera de poder medir, identificar y mitigar el impacto ambiental que conlleva el proceso productivo (López-Ridaura et al., 2005; Frank, 2007; Gutiérrez et al., 2008 citado por Larsen et al., 2020)

En este contexto, para orientar la gestión ambiental de la actividad agropecuaria hacia un objetivo particular, por ejemplo la sustentabilidad, debe realizarse un diagnóstico que permita reconocer y advertir los problemas que alejan al sistema analizado de la condición deseada y poder determinar pautas de manejo para revertirlos.

El objetivo general del siguiente trabajo fue realizar el diagnóstico ambiental del establecimiento agrícola “Bremor” en la localidad de Laguna Larga de la provincia de Córdoba, mediante la aplicación del modelo AgroEcoindex® para interpretar las tendencias de los indicadores ecológicos con la implementación de prácticas agronómicas hacia la transición a sistemas agrícolas sustentables.

Objetivos específicos

- Evaluar el impacto ambiental de las prácticas de la agricultura tradicional en el caso de estudio.
- Evaluar el impacto ambiental de la implementación de prácticas agropecuarias con la incorporación de cultivos de cobertura, cortinas forestales, sistematización del terreno y áreas buffer sin agroquímicos.
- Diagnosticar mediante un análisis comparativo el impacto ambiental en el agroecosistema y los efectos de las actividades llevadas a cabo en el proceso de transición hacia sistemas agrícolas sustentables.
- Profundizar la importancia de la gestión ambiental en la decisión empresarial y la utilización de modelos como herramienta para el proceso de transición a sistemas agrícolas sustentables.
- Fomentar el conocimiento y difusión sobre las prácticas de manejo realizadas en el sistema productivo y del compromiso del productor para la reducción del impacto ambiental, fortaleciendo lazos sociales como estrategia para una sana convivencia con sus vecinos.

ANÁLISIS DE CASO

Área de estudio

El predio en estudio se encuentra ubicado en la localidad de Laguna Larga (Lat-42°27'89"; Long 64°83'34"), situada en la pedanía de Impira del Departamento de Río Segundo a 55 km de Córdoba Capital, pertenece a la Subzona X-B Oncativo semiárida central (Figura 1-2); que se caracteriza por ser de producción agrícola dada por una capacidad de uso principalmente de clase IIIc, cuya limitante es exclusivamente climática con mermas ocasionales en rendimientos por falta de humedad edáfica durante los periodos anuales de sequía. Presenta suelos en consociaciones de la Serie Manfredi y Oncativo de Haplustoles éntico, típicos y Argiustoles. Se trata de suelos ricos en limos y carbonato de calcio, profundos, bien drenados, fértiles y productivos, aunque poseen cierta fragilidad e inestabilidad estructural. (Cartas de suelo de Córdoba, Serie Oncativo- Serie Manfredi Hoja 3163-32. INTA E.E.A Manfredi 2010).

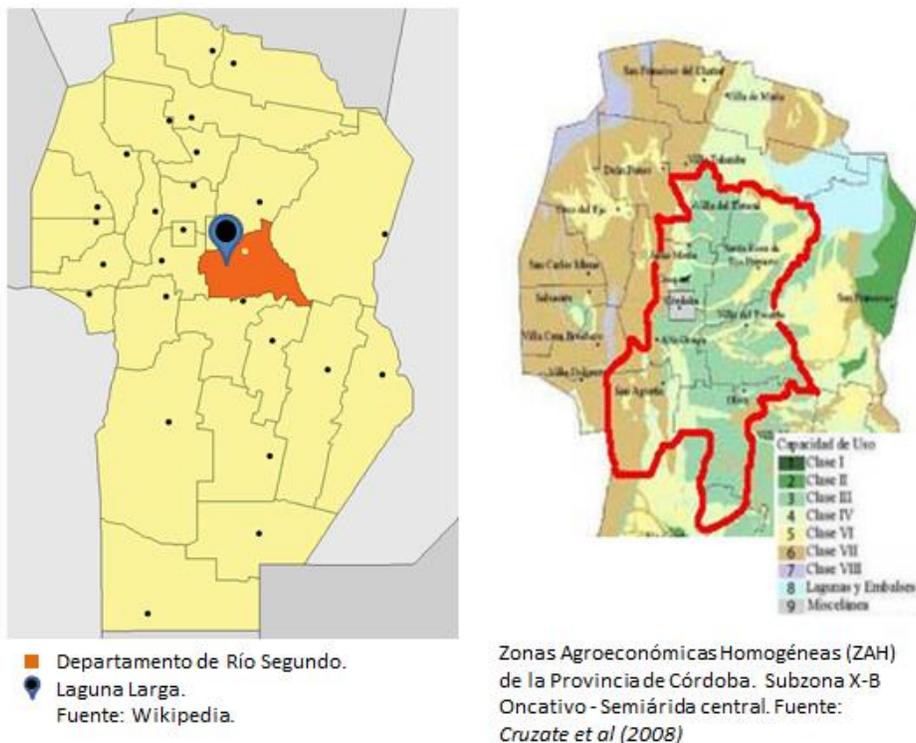


Figura 1: Localización de Laguna Larga. Provincia de Córdoba. Argentina. Fuente: Wikipedia.

Figura 2: Zonas Agroeconómicas Homogéneas de la provincia de Córdoba. Fuente: Cruzate et al, 2008.

El régimen térmico es templado; la temperatura media anual es de 16,8°C. La T° media del mes más caluroso (enero) es de 23,4°C, y la del mes más frío (julio) es de 9,6°C con una amplitud térmica anual de 13,8°C, presentando un periodo libre de heladas de 260 días y un promedio total de días con heladas de 105 días cuya fecha de primera y últimas heladas son el 25 de Mayo y el 19 de Septiembre respectivamente (INTA Manfredi 2010). El régimen pluviométrico es de tipo monzónico donde el 81 % de las lluvias se concentran en el semestre más caluroso (Octubre-Marzo) con un total de 759 mm promedio anual cuyo balance hidrológico por sus deficiencias hídricas es de tipo semiárido (Thorntwaite y Mather 1967). Los meses con mayor déficit son Agosto, Mayo y Junio, coincidentes con la época de máxima Evapotranspiración Potencial. La capacidad máxima de retención de agua no se alcanza en ningún mes, pues el agua que se repone en el suelo, no alcanza a cubrir el agua utilizada en el proceso de Evapotranspiración (Cartas de suelo de Córdoba, Serie Oncativo. INTA E.E.A Manfredi 2010)

Caracterización del establecimiento

El establecimiento "Bremor" es un predio periurbano que cuenta con 415 hectáreas de las cuales 408 son productivas y el resto lo conforman los caminos, la casa donde vive el productor, los silos, galpones e instalaciones para el peón y los maquinistas (Figura 3).



Figura 3: Ubicación del establecimiento "Bremor" y distribución de lotes. Fuente: Elaboración propia Google Earth Pro.

Los lotes están divididos en:

- Lote C1: de 122 ha bajo sistema de riego que corresponde al pivote 1;
- Esquinas C1: sumando un total de 18 ha;
- Lote C2: de 87 ha bajo el pivote 2;
- Cuñas C2: de 26 ha. Constituido por 9 ha de cuñas del C2, el martillo de 13 ha y 4 ha de divisorio entre los dos pivotes;
- Lote Casa Silo: 76 ha;
- Lote Pueblo Cementerio de 79 ha.

El sistema productivo es 100% agrícola bajo siembra directa de: soja (*Glicine max*), maíz (*Zea mays*) y trigo (*Triticum aestivum*). La rotación estaba planteada hasta el año 2020 en una proporción de 33% trigo-maíz-soja bajo riego y en seco 50% maíz – soja y bajo condiciones de disponibilidad de agua útil en el perfil se procedía a la siembra de trigo, de lo contrario barbecho químico invernal sin lotes de descanso.

A partir de la campaña 2020 el productor fue incorporando paulatinamente prácticas agronómicas en un proceso hacia la sustentabilidad agrícola.

En primer instancia se incorporó a los lotes bajo seco la siembra de centeno (*Secale cereale* (L.) M.Bieb.) como cultivo de cobertura. La superficie total sembrada es de 155 ha (Figura 4). Los objetivos de llevar a cabo esta práctica fue reducir considerablemente las aplicaciones herbicidas del barbecho químico largo, promoviendo el control de malezas por competencia extra específica además, aumentar la biodiversidad en la rotación, contribuir al aporte de distintas relaciones de C/N, aumentar la cobertura vegetal para evitar erosión hídrica y eólica permitiendo el anclaje de barbechos promoviendo el contenido de materia orgánica de descomposición lenta para conservar temperatura y agua del suelo. La siembra se realiza con 50 kg/ha de semillas de centeno variedad Quehué INTA que posee un crecimiento rápido de ciclo precoz y posee excelente comportamiento a frío y sequía. El secado se realiza antes de encañazón mediante una aplicación de herbicida total.

En el mismo año se destinó un módulo sin aplicación de agroquímicos de 6 ha (2.2 ha bajo riego y 3.8 ha en seco) en el lote C2 (Figura 4). La finalidad del mismo, fue disminuir en su totalidad aplicaciones de síntesis química para atenuar los conflictos con sus vecinos y realizar en dicho módulo zonas de muestreos en franjas apareadas para poder determinar el comportamiento agronómico, económico y la dinámica de los cultivos de renta frente al aumento de la biodiversidad de herbáceas (malezas), microorganismos e insectos.

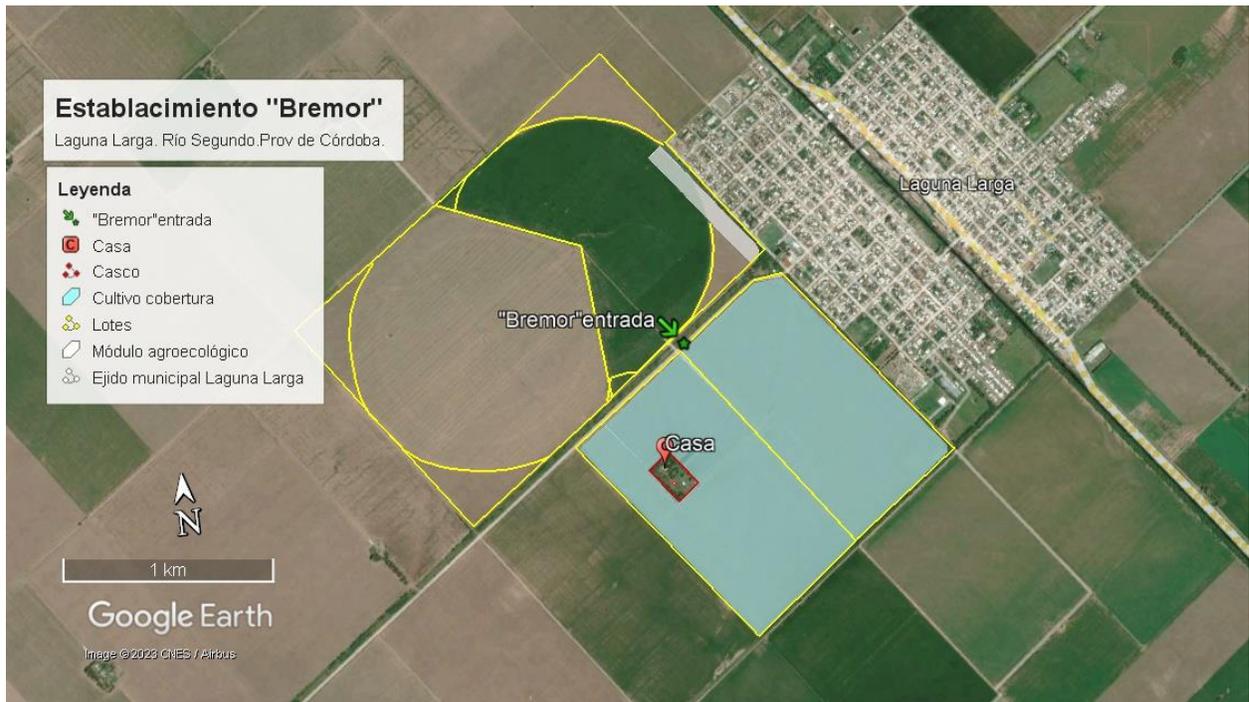


Figura 4: Año 2020. Incorporación de cultivos de cobertura y módulo agroecológico. Fuente: Elaboración propia. Google Earth Pro.

Los caminos que rodean al lote C1-C2 modificaron los cursos naturales del agua de lluvia por lo que se generaba un caudal de agua que escurría por el camino como un canal de paso provocando erosión de suelo, de caminos y anegamiento, por lo que en el mes de Agosto del 2021 se comenzó con la sistematización del terreno en el lote C1 del sistema bajo riego. El proyecto finalizó en Septiembre del 2022 sumando un total de 190 ha (Figura 5). El diseño del proyecto consta de un canal central que redistribuye el cauce con terrazas paralelas de absorción a una equidistancia de 75 mts entre ellas. La conservación de suelo mediante la sistematización tiene varios objetivos, dentro de los que vale la pena destacar son interceptar el escurrimiento, redistribuir en tiempo y forma la dirección del agua, evitar la erosión laminar y en surco e inundaciones y aumentar la infiltración de la misma en el lote que sirvan de recarga del perfil mejorando la producción.

En el año 2022 se procedió a una plantación de cortinas forestales en una superficie total de 9759 m² (Figura 5). La plantación se realizó en 3 etapas, comenzó el 29 de Noviembre del 2022, el 1 de diciembre y finalizó el 16 de Diciembre de 2022.

El total de árboles plantados en diseño de cortina en el establecimiento fue de 540 individuos. Las especies seleccionadas fueron nativas arbóreas y arbustivas como algarrobo blanco (*Neltuma alba*), moradillo (*Schinus fasciculatus*), cina cina (*Parkinsonia aculeata*), tala (*Celtis ehrenbergiana*), palo amarillo (*Aloysia gratissima*), sen del campo (*Senna corymbosa*), espinillo (*Vachellia caven*),

lagaña de perro (*Caesalpinia gilliesii*) y aguaribay (*Schinus molle*). Dichas especies pertenecen a las recomendadas para cumplimentar con el Plan Provincial Agroforestal Ley 10.467. Los objetivos principales de la plantación, además de cumplir con la ley fueron crear una barrera física para la protección del entorno periurbano, contribuir a la conservación del suelo y restauración de la biodiversidad a los fines de preservar los beneficios ecosistémicos, tales como hábitat de polinizadores naturales y refugio de fauna nativa y formar parte de una red de ensayos que permita evaluar la supervivencia y el crecimiento de distintas especies nativas plantadas en establecimientos bajo manejo productivo llevada a cabo en colaboración con el Ministerio de Agricultura de la provincia de Córdoba y el Instituto Multidisciplinario de Biología Vegetal (IMBIV-UNC-CONICET).

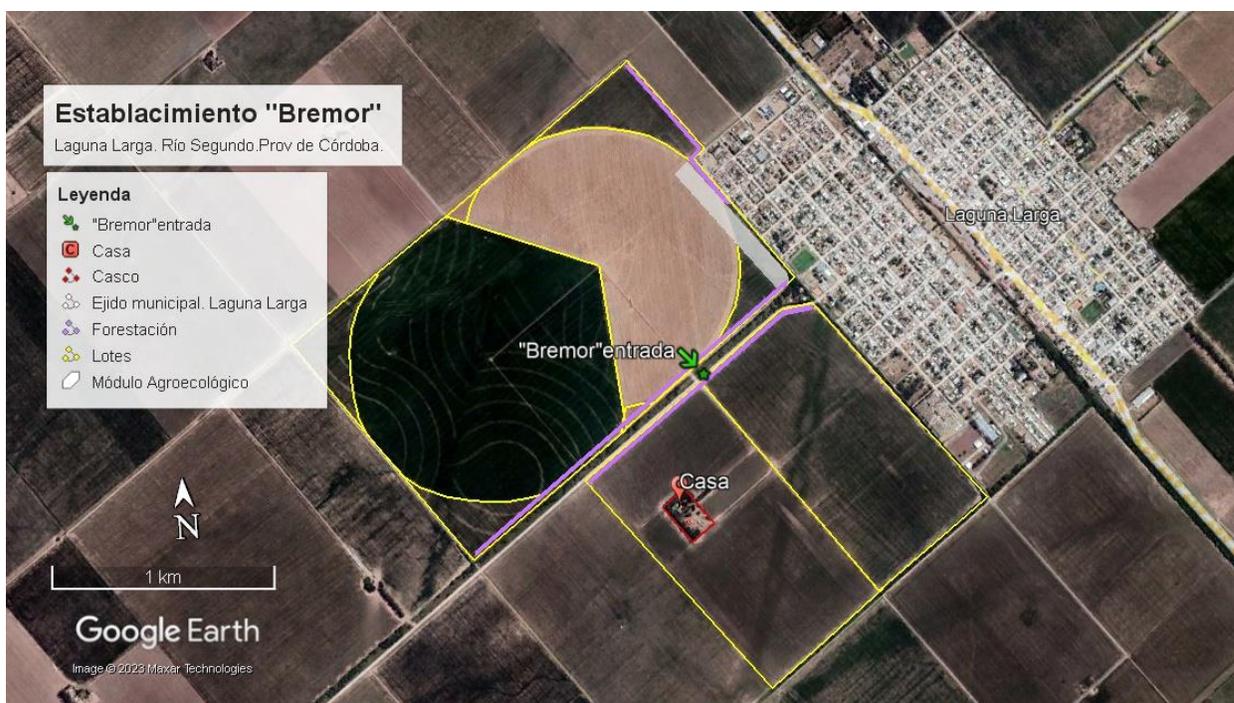


Figura 5: Distribución de la plantación de forestales nativos y primera etapa de sistematización del terreno Año 2022. Fuente: Elaboración propia. Google Earth Pro.

Metodología

El análisis de sustentabilidad del siguiente trabajo se basó en la utilización del modelo AgroEcoindex® (Viggliozzi et al., 2006 y Frank 2007). Este es un software basado en Microsoft Excel® que permite la estimación de una serie de indicadores agroecológicos cuantitativos, diseñados para evaluar y facilitar el diagnóstico y la interpretación de procesos críticos en los agroecosistemas. El AgroEcoindex®, es un modelo sensible a cambios tanto temporales como espaciales, aplicable a la evaluación del funcionamiento de variables relacionadas con el manejo

sustentable en establecimientos agropecuarios (Gil et al., 2009 citado por Sarandón y Flores 2014). Su propósito es brindar datos y resultados que permitan a los productores y profesionales involucrados en la gestión de una unidad productiva, tomar decisiones que propicien conducir la gestión hacia un estado de mayor sustentabilidad. (Frank, F., 2021).

Los indicadores del modelo están agrupados de acuerdo a los diferentes impactos considerando el flujo de energía en los agroecosistemas, los ciclos de los nutrientes, la contaminación o degradación del agua, aire y suelo, el ciclo hidrológico, la agrobiodiversidad y su hábitat (Frank, F., 2021). (Anexo A)

Los indicadores se expresan en unidades específicas, por una unidad de superficie y tiempo es decir por hectárea y por año lo que permite acompañar la evolución en el tiempo (Tabla 1), posibilitando comparaciones entre establecimientos o sistemas productivos según su desempeño ambiental (Frank, F., 2021).

Tabla 1: Indicadores ambiental y unidades de medida del modelo AgroEcoIndex. Fuente: Elaboración propia.

Indicador	Unidades de medida
Porcentaje de cultivos anuales	%
Consumo de Energía Fósil	Mj/ ha/ año
Producción de Energía	Mj/ ha/ año
Eficiencia de Uso de la Energía Fósil	Mj EF/ Mj
Balance de N	Kg/ ha / año
Balance de P	Kg/ ha / año
Cambio en el Stock de C del Suelo	Ton / ha / año
Cambio en el Stock de la Biomasa	Ton / ha / año
Riesgo de Contaminación por N	mg / L
Riesgo de Contaminación por P	mg / L
Riesgo de Contaminación por Plaguicidas	Indicador relativo
Riesgo de Erosión de Suelo	Ton / ha / año
Balance de Gases Invernadero	Ton / ha / año
Consumo de Agua	mm/ año
Eficiencia en el Uso del Agua	%
Relación Lluvias - Energía	Mm / Mj
Riesgo de Intervención del Hábitat	Indicador Relativo
Impacto sobre el Hábitat	Indicador Relativo
Agrobiodiversidad	Indicador Relativo

El AgroEcoindex® tiene incorporada una serie de datos para cada región agroecológica como precipitaciones, evapotranspiración, materia orgánica, clase textural, entre otros lo que permite;

una vez ingresada la información específica del establecimiento en estudio; alimentar las ecuaciones internas del modelo.

En el software se visualizan 9 solapas las cuales permiten al usuario ir incorporando los datos requeridos para el análisis. Las solapas son:

- **Presentación:** presentación del software y guía para carga de planillas
- **Potreros:** en donde se cargan los datos básicos del establecimiento, características edáficas y meteorológicas de la región y el consumo de combustibles fósiles.
- **Agricultura:** se cargan las actividades agrícolas del establecimiento en donde discrimina una primera ocupación (julio-diciembre) y una segunda ocupación (enero-julio). Dentro de cada ocupación se debe rellenar con las labores y actividades junto a superficie (ha), fertilizantes y plaguicidas acompañado de superficie y dosis (kg-l/ha).
- **Ganadería:** se carga en el caso de que el establecimiento cuente con esta actividad. Incluye información de la carga animal, tipo producto, rendimientos, pastoreo, manejo de heces, tiempo en corrales y suplementación.
- **Forestal:** se carga en el caso de que se realice esta actividad y/o posea masa forestal. Se solicita el tipo de bosque y su manejo.
- **Resultados:** se generan automáticamente por medio de las ecuaciones internas del software y se visualizan los valores de los indicadores de evaluación del establecimiento. Dichos valores quedan representados en valores numéricos, las unidades en que fueron medidos y una representación visual colorimétrica por indicador y por potrero.
- **Panel:** en esta pestaña se puede observar el “panel de control” representados como “relojes” con forma de velocímetro que señala con colores de acuerdo a la condición de cada uno de ellos: verde oscuro y claro (favorable/sin problemas), amarillo claro y oscuro (regular/de alerta), naranja y rojo (peligro/grave). Los colores son los mismos que se describen en la solapa Resultados.
- **Configuración:** contiene la tabla de coeficientes técnicos y base de datos que alimenta al programa.
- **Planillas:** son los datos que se requieren que sean recabados para poder completar las planillas del modelo. Los datos necesarios son: nombre del establecimiento, nombre del productor/asesor, ubicación del establecimiento, superficie total (ha), sistema de producción predominante, división, número de lotes y superficie por lote, periodo de relevamiento. También se deben recabar datos acerca de: aptitud de uso, contenido de M.O del suelo (%), capacidad de retención de agua (mm), clase de textura del suelo, pendiente media del establecimiento (%), precipitaciones (mm/año), evapotranspiración potencial (mm/año), velocidad media del viento (km/h), temperatura media anual (°C), grado de estructura del suelo y grado de permeabilidad del suelo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para llevar a cabo el análisis mediante el modelo AgroEcoindex® y poder conocer en detalle el valor y la tendencia del impacto de las prácticas agronómicas del establecimiento se seleccionaron dos campañas. La campaña 2018-2019 “agricultura tradicional” vs campaña 2021-2022 “hacia la sustentabilidad”.

La recolección de información para el cálculo se realizó en base a entrevistas y datos proporcionados por el productor, sus asesores y colaboradores. En base a estos datos se completaron y cargaron las solapas potrero, agricultura y forestal para dichas campañas. En el Anexo B se pueden visualizar los datos utilizados y las planillas cargadas para ambas campañas.

- Potreros: se cargó la información con características generales del establecimiento, como tamaño en hectáreas (ha), ubicación, características edáficas y meteorológicas de la zona en donde se encuentra el predio, riego aplicado, tipo de suelo, clase textural, % de materia orgánica; consumo de combustible fósiles y distribución actual del uso de la tierra, esta última se completó con superficie (ha) y primera/segunda ocupación, densidad de siembra (kg/ha), rendimiento, tipo de labranza/manejo, manejo del rastrojo y otros manejos relevantes del manejo en los diferentes potreros.
- Agricultura: en esta solapa se cargaron las actividades agrícolas según: primera ocupación (julio-diciembre), segunda ocupación (enero-junio), superficie y labores y actividades por tipo y dosis de fertilizantes y plaguicidas utilizados (kg-l/ha).
- Forestal: en esta solapa se cargaron los datos de las actividades y presencia de bosques, tipo, superficie y manejo realizado.

Se presentan a continuación los resultados de las campañas 2018-2019 (Tabla 2, Figura 6) y campaña 2021-2022 (Tabla 3, Figura 7) con sus respectivos paneles de control.

Tabla 2: Resultados campaña 2018-2019 del establecimiento "Bremor". Fuente Elaboración propia mediante modelo AgroEcoindex.



Figura 6: Panel de control campaña 2018-2019 del establecimiento "Bremor". Fuente Elaboración propia mediante modelo AgroEcoindex.

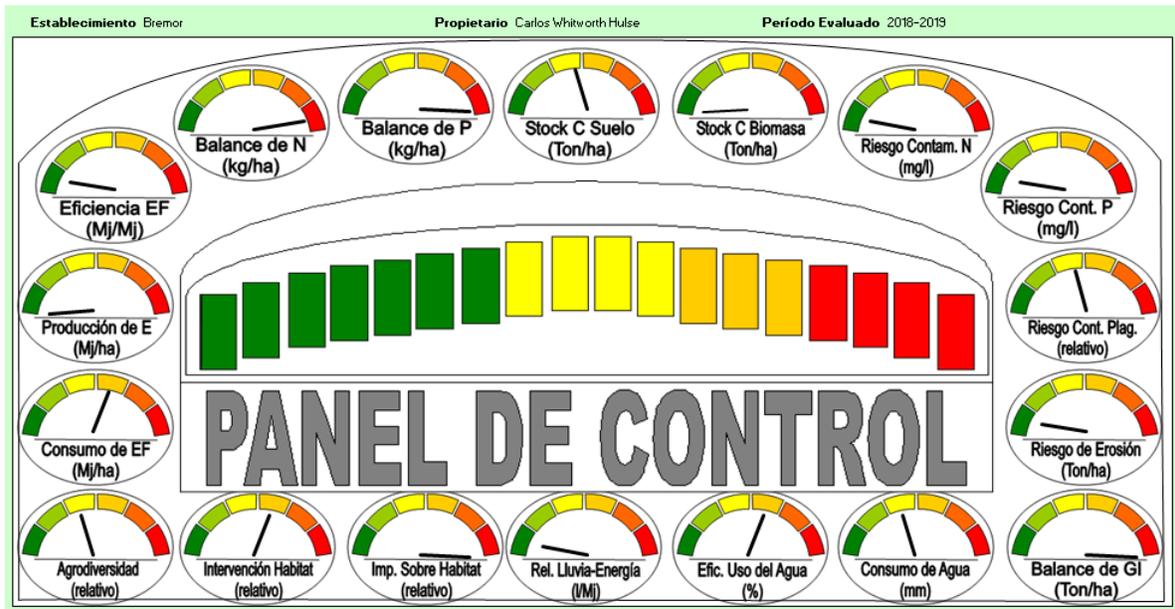
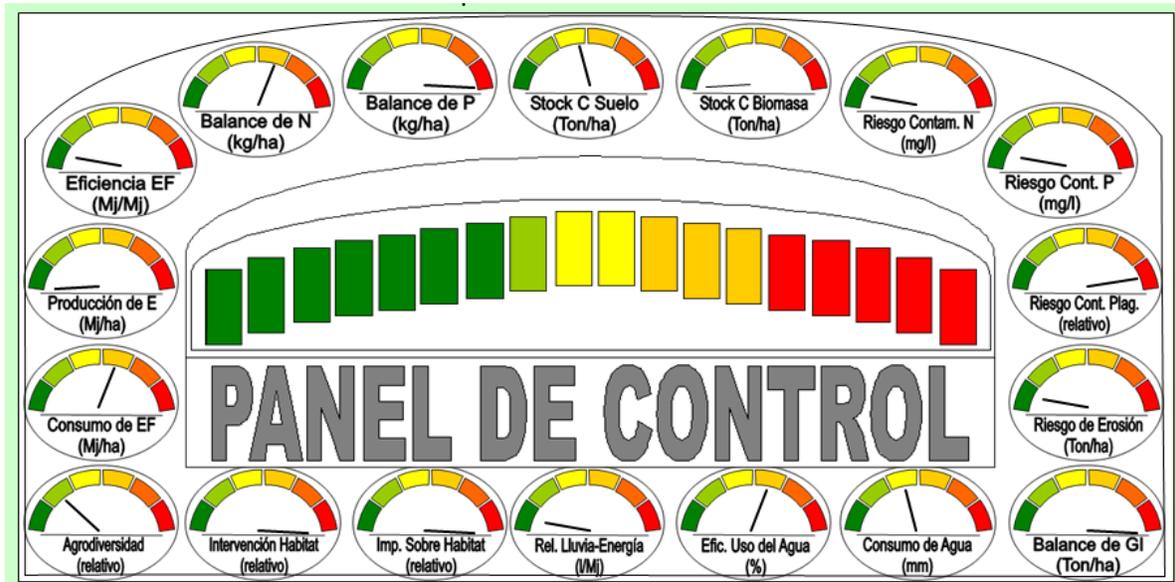


Tabla 3: Resultados campaña 2021-2022 del establecimiento "Bremor". Fuente Elaboración propia mediante modelo AgroEcoindex.

Volver al inicio		Ayuda		RESULTADOS			Personalizar Rangos	
Establecimiento	Bremor	Ubicación	Laguna Larga- Cordc	Indique Tipo de Producción	General			
Propietario	Carlos Whitworth Hulse	Localidad - Provincia	Laguna Larga- Cordc	Cantidad de Potreros	10			
Período Evaluado	2021-2022	Superficie Evaluada	415 ha	Precipitaciones Anuales	740			

Indicador 0	73,5	%		Porcentaje de cultivos anuales
Indicador 1	15.534,1	Mj/ha/año	●	Consumo de energía fósil
Indicador 2	120.004,8	Mj/ha/año	●	Producción de energía
Indicador 3	0,129	Mj EF/Mj prod.	●	Eficiencia de uso de la energía fósil
Indicador 4	-28,01	kg/ha/año	●	Balance de Nitrógeno
Indicador 5	-26,34	kg/ha/año	●	Balance de Fósforo
Indicador 6	-0,099	ton/ha/año	●	Cambio de stock de C del suelo
Indicador 7	0,530	ton/ha/año	●	Cambio de stock de C de la biomasa leñosa
Indicador 8	0,0	mg/l	●	Riesgo de contaminación por N Aclaración
Indicador 9	0,0	mg/l	●	Riesgo de contaminación por P Aclaración
Indicador 10	94,903	Índice Relativo	●	Riesgo de contaminación por plaguicidas
Indicador 11	3,89	ton/ha/año	●	Riesgo de erosión hídrica y eólica
Indicador 12	64,87	ton/ha/año	●	Balance de gases invernadero
Indicador 13	351,8	mm/año	●	Consumo de agua
Indicador 14	47,5	%	●	Eficiencia de uso del agua
Indicador 15	61,66	l/Mj	●	Relación lluvia-energía producida
Indicador 16	0,990	Índice Relativo	●	Riesgo de intervención de hábitat
Indicador 17	17,4	Índice Relativo	●	Impacto sobre el hábitat
Indicador 18	2,94	Índice Relativo	●	Agro-diversidad

Figura 7: Panel de control campaña 2021-2022 del establecimiento "Bremor". Fuente Elaboración propia mediante modelo AgroEcoindex.



Luego se procedió a comparar los resultados y el panel de control para poder visualizar de forma clara la variación de los distintos indicadores y poder interpretar el resultado de los mismos (Tabla 4)

Tabla 4: Resultados y panel de control de las campañas evaluadas en el establecimiento "Bremor".
Fuente elaboración propia modelo AgroEcoindex.

Resultados				
Establecimiento Bremor		Ubicación Laguna Larga		Tipo de producción
Propietario Carlos Hulse		Localidad- Río Segundo-Cordoba		Agrícola
Período Evaluado	2018-2019 Potreros: 6	Potreros: 6	Superficie 415 (ha)	Precipitaciones anuales: 740 mm
Período Evaluado	2021-2022 Potreros: 10	Potreros: 10	Superficie evaluada 415 (ha)	
Numero de indicador	Nombre del indicador	Unidades de medida	Resultados 2018-2019	Resultados 2021-2022
Indicador 0	Porcentaje de cultivos anuales	%	53,9	73,5
Indicador 1	Consumo de energía fósil	Mj/ha/año	19095,8	15534,1
Indicador 2	Producción de energía	Mj/ha/año	146561,2	120004,8
Indicador 3	Eficiencia de uso de la energía fósil	Mj EF/Mj prod.	0,130	0,129
Indicador 4	Balance de Nitrógeno	kg/ha/año	-70,57	-28,01
Indicador 5	Balance de Fósforo	kg/ha/año	-31,96	-26,34
Indicador 6	Cambio de stock de C del suelo	ton/ha/año	-0,064	-0,099
Indicador 7	Cambio de stock de C de la biomasa leñosa	ton/ha/año	0,447	0,530
Indicador 8	Riesgo de contaminación por N	mg/l	0,00	0,00
Indicador 9	Riesgo de contaminación por P	mg/l	0,00	0,00
Indicador 10	Riesgo de contaminación por plaguicidas	Índice Relativo	42,699	94,903
Indicador 11	Riesgo de erosión hídrica y eólica	ton/ha/año	4,62	3,89
Indicador 12	Balance de gases invernadero	ton/ha/año	71,16	64,87
Indicador 13	Consumo de agua	mm/año	342,4	351,8
Indicador 14	Eficiencia de uso del agua	%	46,3	47,5
Indicador 15	Relación lluvia-energía producida	l/Mj	50,49	61,66
Indicador 16	Riesgo de intervención de hábitat	Índice Relativo	0,991	0,990
Indicador 17	Impacto sobre el hábitat	Índice Relativo	6,3	17,4
Indicador 18	Agro-diversidad	Índice Relativo	2,05	2,94

Las columnas a la derecha de los resultados numéricos para cada campaña, señala con colores la condición de cada uno de los indicadores evaluados: verde oscuro y claro (favorable/sin problemas), amarillo claro y oscuro (regular/de alerta), naranja y rojo (peligro/grave).

Los resultados comparativos se analizaron en 6 ejes relativos.

Indicador 0: Porcentaje de cultivos anuales

Se calcula como el cociente entre la suma de los cultivos anuales y la suma de todos los cultivos, y se expresa en porcentaje.

Indicadores relativos a la energía

El consumo de energía fósil está determinado por la suma de la energía consumida en la explotación (electricidad, transporte y labores realizadas), más la contenida en los insumos utilizados (fertilizantes, herbicidas, semillas, y combustibles).

En cuanto a la eficiencia en el uso de la energía fósil resulta de un cociente entre la energía producida en el establecimiento y el consumo de energía fósil. Tanto el valor del consumo de energía fósil como la eficiencia en el uso de la energía fósil mostraron una tendencia favorable según los valores arrojados por el cálculo. Lo que indicó una disminución en el consumo de energía fósil (Mj/ha/año) con una mayor eficiencia disminuyendo el potencial de riesgo ecológico que impone el proceso productivo en el establecimiento.

No obstante, la producción de energía expresada en Mj/ha/año del establecimiento tiende a la baja dado que los volúmenes producidos en el establecimiento fueron disminuyendo a partir de la campaña 2018 a la actualidad, lo que se correlaciona con la sequía por el cual atraviesa la provincia de Córdoba. Esta producción de energía fósil se calcula como la suma de los contenidos energéticos de los productos agropecuarios obtenidos en el año correspondiente.

Indicadores relativos a los nutrientes (N y P); cambio de stock en el carbono (C) del suelo y de la biomasa leñosa.

Para el balance de nitrógeno (N) y de fósforo (P) se consideran los ingresos y egresos de cada nutriente en el establecimiento. Se suman las formas en que tanto el nitrógeno como el fósforo pueden entrar al predio (fertilización, lluvia, por fijación biológica de bacterias en simbiosis con leguminosas, meteorización de minerales primarios, lixiviación y erosión) y las salidas que ocurren por la cosecha de productos (granos), lixiviación, escorrentía, volatilización del amonio y desnitrificación anaeróbica del nitrógeno (NO_3 a N_2O y N_2).

Considerando que se realizaron aportes de nutrientes con las fertilizaciones, el uso de productos de fijación biológica y la inclusión de los CC a la rotación que contribuyen al aumento de los contenidos de Materia Orgánica (MO) y liberación de nutrientes como N y fósforo (Aapresid 2017) las mismas no lograron superar el umbral negativo del modelo. La demanda de N y P por parte de los cultivos anuales sigue siendo elevada por lo que no se logra compensar los balances de los ingresos y salidas de estos nutrientes en los suelos del establecimiento.

En cuanto al stock o cambio de C en el suelo, éste resulta de la diferencia entre el carbono final y el carbono al inicio del periodo, dividido por 20 años (Anexo A). Diferentes autores concluyen que los suelos pueden actuar como sumideros, es decir un depósito natural que absorbe C de la atmósfera o ser fuente de C dependiendo de la ganancia o la pérdida de MO (materia orgánica) del suelo. (Viglizzo et al., 2006). La inclusión de los cultivos de cobertura de gramíneas (centeno) principalmente que aportan un aumento en la relación de C/N, pero no logra ser suficiente para superar el umbral positivo del modelo debido a la presión ejercida por las actividades realizadas con un uso intensivo de la superficie de tierra evidenciado por un alto porcentaje de cultivos anuales en el establecimiento.

Tanto el indicador cambio de stock de carbono de la biomasa leñosa mostró un leve aumento influenciado por la implantación de especies nativas en los lotes mencionados anteriormente. La

ganancia de biomasa de la forestación se estima a partir de valores sugeridos por el Panel Intergubernamental sobre Cambio Global (IPCC), mientras la pérdida anual de biomasa se calcula a partir de la cosecha comercial de madera y la recolección informal de leña.

Indicadores relativos a la contaminación y la erosión

En la unidad productiva analizada no se manifestó riesgo de contaminación por N y P como así tampoco riesgo de erosión hídrica ni eólica. Los primeros estuvieron vinculados al impacto negativo de los indicadores en el balance de N y P siendo los valores obtenidos de 0 mg l⁻¹ en ambos casos.

Para estimar el riesgo de erosión del suelo (ton/ha/año de pérdida de suelo), el modelo se vale de dos ecuaciones (Anexo A): la ecuación de erosión eólica (WEQ) y la ecuación universal de pérdida de suelo (USLE, Wischmeier y Smith, 1978)

- La erosión eólica contempla las propiedades del suelo (textura, MO y contenido de CaCo₃), las características históricas del clima (velocidad media del viento, dirección media del viento predominante, precipitación anual y temperatura media) y características de gestión (longitud del campo, sistema de labranza y cobertura vegetal).

- En cuanto a la ecuación de USLE es un método que utiliza seis factores: erosividad de la lluvia (R), susceptibilidad de erosión del suelo (K), largo de la pendiente (L), magnitud de la pendiente (S), cubierta, manejo de cultivos y residuos (C), y prácticas de conservación (P), para estimar la pérdida de suelos promedio (A) por el período de tiempo representado por R, generalmente un año.

Por consiguiente, para ambos indicadores; riesgo de erosión hídrica y eólica se obtuvo un valor similar en ambas campañas por lo que el velocímetro no marcó gran variación.

Se visualizó una situación crítica, en relación al indicador de riesgo de contaminación por plaguicidas, obteniéndose un valor de impacto negativo en este índice. Para su cómputo intervienen la superficie y dosis de los plaguicidas aplicados, su toxicidad, solubilidad en agua, la capacidad de recarga del acuífero, la posibilidad de adsorción del compuesto por el suelo, y la vida media del producto. Cabe destacar que el valor hallado duplica su valor ya que en la campaña 2018-2019 arrojó un valor de 42.69 pasando en la campaña 2021-2022 a 94.03 como resultado indicó una coloración de rojo peligro. Lo que se traduce en riesgo alto de contaminación por aplicaciones de plaguicidas.

Por su parte, el balance de gases de efecto invernadero incluido en el modelo, se obtiene a partir de una adaptación de la metodología propuesta por el IPCC (1996), que consiste en la suma y resta de los valores estimados para las distintas fuentes de emisión (balance positivo) y secuestro (negativo) de gases invernadero, respectivamente. Los tres gases considerados en este indicador son el dióxido de carbono (CO₂), el metano (CH₄), y el óxido nitroso (N₂O), y se expresan los

resultados en toneladas de equivalente CO₂ (emitido o secuestrado) por unidad de espacio y tiempo (Ton/ha/año).

Si bien el establecimiento no posee animales que puedan contribuir a la producción de metano; el dióxido de carbono y demás emisiones corresponden principalmente, al consumo de combustible por parte de maquinaria, movilidad del productor y colaboradores, al uso de energía eléctrica para el sistema de riego, al uso de productos de síntesis química, por ejemplo los fertilizantes incorporados (fertilizantes sintéticos y fijación biológica de N por las leguminosas) y de los residuos de cosecha, que fueron una fuente indirecta de emisión de óxido nitroso (N₂O), que tiene una potencia invernadero 310 veces superior al CO₂ (IPCC 2022). En consecuencia, los resultados en el balance de gases de efecto invernadero en ambas situaciones posicionan al establecimiento en un valor crítico.

Indicadores relativos al agua

El indicador de consumo de agua considera los consumos de los cultivos y del ganado, se expresa en mm/año y se suman de manera ponderada por la superficie con el resto de los cultivos y con los valores para ganadería. El consumo anual por los cultivos se calcula de manera mensual, considerando la Evapotranspiración real (ETP) y el coeficiente KC de cada cultivo. Estos coeficientes son de gran utilidad para estimar ETP al corregir o ajustar la ETP de referencia (que depende de las condiciones atmosféricas) de acuerdo a las propiedades de cada cultivo (FAO, 2006).

La eficiencia en el uso del agua, por su parte, se estima como el cociente entre el consumo de agua y las precipitaciones en el período evaluado, y se expresa como porcentaje (%). Este indicador puede tomar valores muy bajos (10-20 %), valores cercanos a 100 % (máxima eficiencia) y también valores mayores que 100 (en casos en que haya otra fuente de agua distinta de las precipitaciones, como ríos, lagunas, o se extraiga una importante cantidad de agua de acuíferos, por ejemplo, para riego). El resultado del establecimiento ronda en una eficiencia del 46.3% en la campaña 2018-2019 y del 47.5 % para la campaña 2021-2022.

La relación lluvia-energía producida es otra medida de la eficiencia en el uso del agua, en este caso se relacionan las precipitaciones ocurridas en el periodo con la energía producida. Así, el valor resultante indica cuántos litros de agua se necesitaron para producir un Mj de energía en forma de productos agropecuarios.

A pesar de las modificaciones producidas en el planteo productivo, los resultados arrojados por estos 3 indicadores no logran evidenciar grandes cambios. Por lo que tanto el panel como la coloración permanecen iguales en ambas situaciones.

Indicadores relativos a la biodiversidad y hábitat

El riesgo de intervención de hábitat es un índice relativo que dimensiona y valora la afectación (impacto negativo) que genera el proceso productivo sobre la biodiversidad del lugar donde se realiza. El nivel de perturbación será estimado a partir de la cantidad de hectáreas destinadas a cada actividad y se compara mediante el uso de coeficientes, la vegetación actual, con la potencial, que es aquella que existía en el lugar antes de la intervención del hombre. Toma en cuenta el número de especies presentes, su origen (natural, introducida, modificada), perennidad (anual o perenne) y la organización de la vegetación (arbóreo, arbustivo y rastrero). El establecimiento mostró un elevado nivel de intervención sobre el hábitat en ambas situaciones.

Con respecto al impacto sobre el hábitat al igual que el anterior, es un índice relativo que estima el grado de intervención humana en el hábitat, a partir de los procesos productivos y se utiliza para evaluar el nivel de afectación de los ecosistemas a partir de los procesos productivos que degradan el ambiente. Dentro de tales procesos, dos características se destacan por la importancia de impacto sobre el ecosistema: las labranzas realizadas y los agroquímicos aplicados. Para su estimación se utilizaron diferentes coeficientes establecidos empíricamente y tablas y surge una ecuación que indica el producto de la proporción de ocupación de cada potrero sobre el total de superficie y el impacto relativo de acuerdo a los distintos tipos de labranza (siembra directa, convencional y sin labranza) y al uso de agroquímicos (Anexo A). El resultado de este índice evidenció una alerta grave en el nivel de impacto sobre el hábitat llevado a cabo en el establecimiento debido al uso de la tierra ya que a mayor cantidad de cultivos anuales mayor intervención sumado al indicador riesgo por contaminación de plaguicidas previamente analizado. Para finalizar la unidad productiva manifestó una agrobiodiversidad positiva. Para calcular el indicador, el modelo sólo tuvo en cuenta aquellas especies, en cantidad y proporción, que manifiestan interés productivo. El valor obtenido como índice relativo fue de 2.05 (2018-2019) a 2.94 (2021-2022) lo que indica que hubo un aumento en la agrobiodiversidad. La biodiversidad mejora las funciones del ecosistema ya que la incorporación de diferentes componentes otorgan un mayor nivel de estabilidad frente a variaciones en las condiciones ya sean climáticas o económicas (resiliencia del sistema) (Sarandón, 2009).

El rediseño de los sistemas agropecuarios, como punto de partida para lograr una transformación, ya sea estructural como de los métodos y técnicas de producción aplicadas, requiere de una perspectiva holística que involucre componentes ecológicos, económicos y sociales (Gutiérrez Cedillo, et al; 2008). Por lo que se transforma en un requisito fundamental dirigir las decisiones de manejo hacia la sustentabilidad agropecuaria ya que las consecuencias repercuten directamente en el ecosistema que incluye no solo al espacio propio productivo sino también al entorno local y las personas que forman parte de la comunidad presente y futura.

El camino hacia la transición representa desafíos, con aciertos, desaciertos y procesos de toma de decisiones que conllevan grandes esfuerzos debido a la complejidad y sensibilidad del agroecosistema. En este sentido, el propósito de este punto final es propiciar a la reflexión de toda

la comunidad por lo que surge la necesidad y la importancia de dar a conocer las acciones llevadas a cabo en el establecimiento que contribuyan al bienestar social.

Para fomentar el conocimiento y difusión sobre las prácticas de manejo realizadas en el sistema productivo se tuvo en cuenta la metodología de extensión rural. La misma puede aplicarse como una herramienta de divulgación, comunicación y transferencia, para la inclusión social de los vecinos, de los agricultores y el entorno con la comunidad de Laguna Larga.

En concreto, para su aplicación, es necesario conocer a los actores con los cuales se trabajará, su entorno y realidad para lograr llevar a cabo de manera efectiva las acciones comunicativas y de difusión (Ferrer, G, et al 2007).

Existen diferentes técnicas y procedimientos dentro de las que se proponen técnicas individuales, de grupos operativos y de grandes grupos (Bergamín, G y Ferrer, G; 2002).

Para llevar a cabo la difusión se proponen a continuación:

- Visitas particulares con cada vecino para poder establecer una relación interpersonal más profunda, dando a conocer las actividades, permitir consultas y dudas y empatizar con cada uno de ellos.
- Invitar a visitas prediales en el campo, que permita exponer in situ las acciones llevadas a cabo y dar a conocer los procedimientos, por ejemplo lote sin agroquímicos por qué se decide realizarlo, qué se está buscando, que se está midiendo; permitiendo a su vez ronda de preguntas para promover a un intercambio, disminuyendo el desconocimiento y la desinformación.
- Cuchicheo o diálogos simultáneos o pequeños grupos de discusión que promuevan una mayor participación de todos los vecinos. La misma consiste en pedir formar grupos de a dos para la discusión de un determinado tema o interrogante a tiempo determinado para luego discutir en forma plenaria e intercambiar conclusiones e interrogantes.

Por otra parte, también se sugiere aplicar técnicas informativas de tipo académica para transmitir a la audiencia, información obtenida a través de trabajos de investigación, experimentación o prácticas realizadas con rigor científico. Se propone organizar:

- Paneles de discusión con la participación de ing. agrónomos, biólogos e investigadores.
- Simposios de breves presentaciones que concluyan sobre los sistemas periurbanos, diagnósticos ambientales, indicadores agroecológicos y la importancia de la gestión ambiental, etc.

Por último, utilizar técnicas informativas de tipo informal, ya que éstas apuntan a un intercambio de datos y resultados obtenidos a través de experiencias empíricas, ensayos visuales, de tacto y oído a través de observaciones de cuestiones concretas llevadas a cabo en el establecimiento y en otros establecimientos para poder comparar realidades diferentes. Por ejemplo:

- Realizar reuniones entre los diferentes vecinos y productores que permitan el contacto y el intercambio de información generando lazos de confianza.
- Charlas mediante invitados para dar a conocer temas o aportar información referente a la problemática.
- Cartilla o folletos del establecimiento que sirvan para orientar las acciones que tiene el productor en determinados procesos y para compartir a los vecinos.
- Uso de nuevas tecnologías de la Información y Comunicación (TICs) mediante acciones de forma virtual y a distancia, con presentaciones, videos y redes sociales como Instagram, WhatsApp, entre otros (Ryan, S; et al 2015).

Para el éxito de estas iniciativas, se debe considerar que las técnicas y procedimientos de extensión rural requieren de dedicación, conocimiento y seriedad, teniendo en cuenta que la comunicación va mucho más allá que el solo hecho de informar o realizar una simple encuesta basada en preguntas. Se debe tener presente que las visiones que se tiene sobre la realidad son múltiples y dependientes del actor social que las realiza. Lo que lleva a la importancia de la participación de diversos actores con conocimientos sobre los métodos que permita consensuar el diálogo de la realidad; antes, durante y después de la intervención de los procesos de comunicación y que aporten tranquilidad, cooperatividad y respeto mutuo en la comunidad.

COMENTARIOS FINALES

Varios autores han abordado la evaluación de la sustentabilidad ya sea a nivel regional, o a nivel de predio utilizando indicadores de sustentabilidad. Sin embargo, se coincide que no existe un conjunto de indicadores universales que permitan hacer una lectura y sea utilizado en cualquier situación. Las diferencias existentes en escala, tipos de establecimientos, producción y procesos llevados a cabo, junto a las características específicas de sus agricultores hacen imposible su generalización. Es por esto que se plantea la importancia de hacer uso de herramientas que permitan medir el impacto del sistema productivo sobre el medio ambiente.

La utilización del modelo AgroEcoindex® permitió evaluar e identificar los puntos críticos de las actividades llevadas a cabo en el establecimiento. Lo que se traduce en un paso fundamental para proponer medidas correctivas y efectuar un monitoreo de las mismas en el tiempo. De esta manera surge la importancia de la gestión ambiental basado en un diagnóstico que permite reorientar y facilitar el análisis del impacto de la actividad agropecuaria en el ecosistema para mejorar la capacidad de decisión del productor y de los profesionales involucrados en el proceso productivo.

A partir del diagnóstico efectuado se concluye que las prácticas llevadas a cabo en el establecimiento no son suficientes para el proceso hacia la sustentabilidad. Como puntapié para las mejoras, se debe reducir el consumo de energía fósil. Desde la perspectiva técnica, adecuar la fertilización en pos de una mejora sobre los balances en los nutrientes de nitrógeno y fosforo principalmente y ajustar las aplicaciones de fitosanitarios y herbicidas para revertir las tendencias críticas en cuanto a los indicadores de riesgo por contaminación de las mismas.

Cabe destacar, que en la unidad productiva analizada se llevaron a cabo numerosas prácticas agrícolas como el manejo de espacios sin aplicaciones químicas, el manejo de bordes y áreas no cultivadas, la nivelación del terreno y la plantación de forestales autóctonos que tuvieron impactos positivos sobre el hábitat y la biodiversidad, pero es necesario prestar atención al comportamiento del agroecosistema, seguir midiendo cómo afecta cada variable de manejo y complementar la gestión, con la toma de decisión en una mejora continua.

Por último, reconocer que el camino no sólo es un desafío físico, por la naturaleza de sus componentes, sino también mental. Ya que hay que tener la capacidad de generar una sustentabilidad flexible y empática, dejando de lado los juicios de valor, abierta a nuevos conocimientos y lazos sociales y por sobre todo resiliente, que permita adaptarse a los aciertos y desaciertos del día a día pero con la convicción y voluntad de buscar las alternativas para un entorno económicamente viable, ecológicamente adecuado y socialmente justo para ésta y las futuras generaciones.

BIBLIOGRAFÍA

- Alessandria, E. E; (2021) Ecología y Agronomía, hacia una integración de principios. Universidad Nacional de Córdoba. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Ex Profesor Titular de Ecología Agrícola. Córdoba. Argentina. Recuperado en 18 de junio 2023 de: <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/nexoagro/issue/view/2283>
- Altieri, M.; (1995) Agroecología: Bases científicas para una agricultura sustentable. Recuperado de: <https://agroeco.org/wp-content/uploads/2010/10/cap2-Altieri.pdf>
- CASAFE. Cámara de Sanidad Agropecuaria y Fertilizantes. Guía online de productos fitosanitarios. Recuperado de: https://www.casafe.org/publicaciones/guia-de-productos-fitosanitarios/?gclid=Cj0KCQjw0bunBhD9ARIsAAZl0E3ffCfQx18-hzwJzBs8FgeIrd7rZcRx6dh2DkD15OeqZaAulnJxTmEaAgNOEALw_wcB
- Bergamín, G y Ferrer, G (2002) Técnicas de trabajo en extensión rural. Espacio Curricular Extensión Rural. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Córdoba.
- Bertolotto, M; Marzetti, M (2017). Manejo de malezas problema. Cultivos cobertura. Bases para su manejo en sistemas de producción. Editora Responsable: REM - AAPRESID Dorrego 1639, piso 2, oficina 1, 2000, Rosario, Santa Fe, Argentina. Recuperado en 22 de agosto de 2023, de: <https://www.aapresid.org.ar/wp-content/uploads/sites/3/2017/09/AAP-Original-Cultivos-de-cobertura.pdf>
- Buttel, F.; (1994) Transiciones agroecológicas en el siglo XX: análisis preliminar. Departamento de Sociología Rural. Universidad de Wisconsin. Recuperado en 19 de junio de 2023, de: https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf_ays/a074_01.pdf
- De la fuente, EB & SA Suárez. (2008). Problemas ambientales asociados a la actividad humana: la agricultura. *Ecol. Aust*, 18(3), 239-252. Recuperado en 14 de junio de 2023, de: http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1667-782X2008000300001
- Evans, LT. (1993). Crop yield and world food supply. 2 Pp. 32-61 en Evans, L. (ed.). *Crop evolution, adaptation and yield*. Cambridge University Press. Recuperado en 14 de junio de 2023, de: https://www.researchgate.net/publication/257214432_Crop_evolution_adaptation_and_yield_LT_Evans_Cambridge_University_Press_UK_1996_ISBN_0-521-29588-0_500_pp_paperback_UK_2295_US_4295_Hardback_version_published_1993_ISBN_0-521-22571-X_UK_6500_US_10000

- FAO (2006). Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Evapotranspiración del cultivo. Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos. Recuperado de: <https://www.fao.org/3/x0490s/x0490s.pdf>
- Ferrer, G; Barrientos, M y Saal, G (2007). Construcción del territorio regional como contexto de las experiencias de extensión rural. Compendio del espacio curricular de Extensión Rural. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Córdoba.
- Ferrer, G; Barrientos, M y Saal, G (2015). La construcción de diagnósticos en extensión rural. Compendio del espacio curricular de Extensión Rural. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Córdoba.
- Frank, F. (2007) Impacto Agroecológico del uso de la tierra a diferentes escalas en la región pampeana Argentina. Recuperado en 6 de junio de 2023, de: <https://es.scribd.com/document/538701378/Tesis-MSc-Frank-2007#>
- Frank, F. (2021) Evaluación de la gestión ambiental agropecuaria. 20 años del modelo AgroEcoindex®. Revista Concejo de los profesionales del Agro, Alimentos y Agroindustria. Núm. 176. Recuperado en 12 de junio de 2023, de: <http://www.cpia.org.ar/agropost/nota/123#:~:text=El%20Modelo%20AgroEcoIndex%C2%AE%20permite,ambiental%20de%20la%20empresa%20rural>
- Ghersa, CM. 2006. Los cultivos industriales y el mantenimiento de la calidad y cantidad de los servicios de los agroecosistemas. 1.1 Pp. 21-23 en EB de la Fuente; A Gil; PI Giménez; AG Kantolic; M López Pereira et al. (eds.). *Cultivos Industriales*. Editorial Facultad de Agronomía-UBA, Argentina. Recuperado en 23 de junio de 2023, de: <https://www.orientacionlibros.com.ar/productos/cultivos-industriales-e-de-la-fuente-ed-2010/>
- Gliessman S (2001) Agroecología. Procesos ecológicos en agricultura sostenible. Recuperado en 14 de junio de 2023, de: <https://biowit.files.wordpress.com/2010/11/agroecologia-procesos-ecolc3b3gicos-en-agricultura-sostenible-stephen-r-gliessman.pdf>
- Gutiérrez Cedillo, Jesús Gastón, Aguilera Gómez, Luis Isaac, & González Esquivel, Carlos Ernesto. (2008). Agroecología y sustentabilidad. *Convergencia*, 15(46), 51-87. Recuperado en 21 de septiembre de 2023, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-14352008000100004&lng=es&tlng=es.
- Intergovernmental Panel on Climate Change IPCC (Febrero, 2022). Recuperado de: https://climatescience2030.com/es/?utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=traffic-ipccar6&utm_content=typ-text_adn-google%20search%20es_aud-

[4.2&utm_term=ipcc&gclid=Cj0KCQjw8qmhBhCIARIsANAtbocsWUqf2jlk9QpS76tk2g7J11GNgUxcSR8zcHSv1KBCGdQEUqVkecaAng3EALw_wcB](https://www.researchgate.net/publication/354802020000300309)

Kowaljow, E; Whitworth Hulse, J & Conti, G (2023). Red De Ensayos De Restauración Con Especies Nativas En Agroecosistemas De Córdoba. Ministerio de Agricultura de la provincia de Córdoba y el Instituto Multidisciplinario de Biología Vegetal (IMBIV-UNC-CONICET)

Krüger, H; Lagrange, S; López, R; Presa, C y Venanz, S; (2009). SUSTENTABILIDAD AMBIENTAL DE EXPLOTACIONES AGROPECUARIAS DEL SUR DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES. DIAGNOSTICO PRELIMINAR BASADO SOBRE LA APLICACIÓN DEL MODELO AgroEcoIndex®. VI Jornadas Interdisciplinarias de Estudios Agrarios y Agroindustriales. CIEA, Fac. De Ciencias Económicas, UBA. 11 al 13 de noviembre de 2009. Buenos Aires. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, INTA (Estación Experimental Bordenave). Recuperado de: [https://fca-consultas.aulavirtual.unc.edu.ar/pluginfile.php/181675/mod_resource/content/1/INDICADOR ES.pdf](https://fca-consultas.aulavirtual.unc.edu.ar/pluginfile.php/181675/mod_resource/content/1/INDICADOR_ES.pdf)

Larsen, A; Brenda, J. Kristensen, María, & E. Confalone, Adriana. (2020). Aplicación de indicadores agroecológicos para el diagnóstico ambiental de una unidad productiva agropecuaria en el sudeste de Buenos Aires, Argentina. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 54(3), 309-322. E pub 01 de septiembre de 2020. Recuperado en 01 de junio de 2023, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2079-34802020000300309&lng=es&tlng=es.

Matson, et al (1997) Agricultural Intensification and Ecosystem Properties. *Science* 277, 504. Recuperado en 15 de junio 2023 de: https://www.researchgate.net/publication/45387120_Agricultural_Intensification_and_Ecosystem_Properties

Oesterheld, M. (2008) Impacto de la agricultura sobre los ecosistemas. Fundamentos ecológicos y problemas más relevantes. IFEVA, Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires - CONICET, Buenos Aires, Argentina. Recuperado de: http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1667-782X2008000300007

Ryan, S; Saal, G y Barrientos, M (2015) Uso de medios de comunicación en extensión rural. Compendio del espacio curricular de Extensión Rural. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Córdoba.

Sánchez; C; Barberis; N. (2013) "Caracterización del territorio Centro de la provincia de Córdoba" Ediciones INTA. Estación Experimental Agropecuaria Manfredi, Córdoba Argentina (2013). Recuperado en 23 de junio de 2023, de: https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_caracterizacion_territorio_centro_de_la_provinci.pdf

- Sarandón SJ & R Sarandón (1993) Un enfoque ecológico para una agricultura sustentable En: Goin F y C Goñi (Eds.) Bases para una política ambiental de la R. Argentina, Sección III, 19:279-286, HC Diputados de la Pcia. De Buenos Aires.
- Sarandón SJ (2002) La agricultura como actividad transformadora del ambiente. El Impacto de la Agricultura intensiva de la Revolución Verde. En "AGROECOLOGIA: El camino hacia una agricultura sustentable", SJ Sarandón (Editor), Ediciones Científicas Americanas, La Plata.1: 23-48. Recuperado en 10 de junio de 2023, de: <https://gc.scalahed.com/recursos/files/r161r/w25280w/LibroAgroecologiaSarandon2002Completo.pdf>
- Sarandón SJ (2009) Biodiversidad, agrobiodiversidad y agricultura sustentable: Análisis del Convenio sobre Diversidad Biológica. En Vertientes del pensamiento agroecológico: fundamentos y aplicaciones, Sociedad Científica Latinoamérica de Agroecología. SOCLA 2009, Editor/Compilador: MA Altieri, Publicado por: Sociedad Científica Latinoamericana de Agroecología (SOCLA), Medellín, Colombia. www.agroeco.org/socla, 4: 95-116.
- Sarandón, S; Flores, C (2014) Agroecología: bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables. Recuperado en 10 de junio de 2023 de: <https://libros.unlp.edu.ar/index.php/unlp/catalog/view/72/54/181-1>
- Vázquez, P y Zulaica, L (s.f) Agriculturización e impactos ambientales desde 1988 a la actualidad, en la cuenca superior del Arroyo Langueyú y en el partido de Tandil, provincia de Buenos Aires. Recuperado en 6 de junio de 2023, de: https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/25325/CONICET_Digital_Nro.aae02d09-bc72-4cc5-98a7-a1d40d5cc911_A.pdf?isAllowed=y&sequence=2
- Viglizzo, E.F., Frank, F.C., Bernardos, J., Buschiazzo, D.E. and Cabo, S. 2006. A rapid method for assessing the environmental performance of commercial farms in the Pampas of Argentina. Environmental Monitoring and Assessment. Recuperado en 19 de junio de 2023, de: https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/81746/CONICET_Digital_Nro.f21dd5b7-f066-40e7-84eb-bc9cead1599f_A.pdf?sequence=2
- Viglizzo, E. y E. Jobbágy. 2010. Expansión de la frontera agropecuaria en Argentina y su impacto ecológico ambiental. Ediciones INTA, Buenos Aires. Recuperado en 2 de junio de 2023, de: https://www.researchgate.net/publication/275345088_Expansion_de_La_Frontera_Agropecuaria_En_Argentina_Y_Su_Impacto_Ecologico-Ambiental
- Viglizzo, E. F., Frank, F. C., Carreño, L. V., Jobbágy, E. G., Pereyra, H., Clatt, J., & Ricard, M. F. (2011). Ecological and environmental footprint of 50 years of agricultural expansion in Argentina. *Global change biology*, 17(2), 959-973. Recuperado en 3 de junio 2023, de: https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/33733361/GCB-Viglizzo_et_al_2011-libre.pdf?1400474097=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DEcological_and_environmental_footprint_o.pdf&Expires=1688605479&Signature=YGqHuh-Q877jCOjG6sAOhK8UQdKVZGy50yoHlfbyz-

ll91zjOY3fmkBrIKUr053Fqd0vZdvs5tF~WIFki3GzXzfFDHnrUzwGkAkPeuwPBGgLke6KTVwPLpqa8
O1ljw0I9BNtD2Xs~k2AwD96jKb5CyhaiR3eZSstjAl0wRe9hq2A4N8QcaFL5WsdKVc47UdeNIQPO
YFW6g-b0LA~fl6uMJTw0DuCzICBqmnGvfw61HnFVfzIWYbVZPNbpMG~jmEDo79V-
1UWfAvGyGL-
nyvqssJTqpYw9opC8P6fUdsXiVVvsC5Enr6VyEfK7RSUxVA5uWnx83O5ttFBHCjfJmw &Key-
Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA

Viglizzo, et al. (2011) Valuación de los bienes y servicios eco sistémicos: Verdad objetiva o cuento de la buena pipa? Valoración de Servicios eco sistémicos. Conceptos herramientas y aplicaciones para el ordenamiento territorial. Ediciones INTA. Recuperado en 10 de junio de 2023, de: https://www.researchgate.net/publication/260555002_Valuacion_de_los_Bienes_y_Servicios_Ecosistemicos_Verdad_objetiva_o_cuento_de_la_buena_pipa

Piñeiro, M, et al (2021) El sistema alimentario global: una perspectiva desde América Latina – 1a ed. – Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Recuperado 16 de junio de 2023, de: https://grupogpps.org/wp-content/uploads/2021/09/Pineiro-et-al-El-Sistema-alimentario-global-...TESEO9789877233025_613bb01e0c9b3.pdf

ANEXOS

Anexo A

El modelo AgroEcoindex® fue ideado hace un poco más de 20 años, pero atravesó varios cambios y actualizaciones. Hoy contiene 18 indicadores ambientales, que constituyen herramientas cuantitativas que permiten evaluar procesos complejos de manera simple, objetiva, y comparable.

Estos indicadores están agrupados de acuerdo a los principales impactos que puede generar la agricultura sobre el ambiente: sobre el flujo de energía de los agroecosistemas, sobre los ciclos de los nutrientes, sobre la calidad del aire, el suelo y el agua (contaminación y degradación), sobre el ciclo hidrológico y sobre la biodiversidad y su hábitat. Cada uno se expresa en unidades específicas, por una unidad de superficie y tiempo (por hectárea y por año), para permitir comparaciones entre establecimientos (para poder elegir establecimientos o sistemas productivos de acuerdo a su desempeño ambiental) y entre años (para seguir la evolución en el tiempo).

La recolección de datos para el cálculo de estos indicadores requiere el llenado de unas planillas en una entrevista con el productor o administrador, en las que se anotan las principales características ambientales y productivas, y que luego son utilizadas para la carga de datos en un software basado en Excel, de manera fácil e intuitiva.



Inmediatamente, se obtiene una valoración para cada uno de los indicadores mediante fórmulas que quedan ocultas al usuario, basadas en una metodología documentada y validada mediante varios estudios científicos.

Adicionalmente, se puede ver un “Panel de Control” en el que se comparan los valores obtenidos con rangos preestablecidos, de forma similar a un semáforo, que muestra el nivel de peligrosidad para cada uno (en tonalidades de rojo, amarillo y verde).

En dicho panel, similar a lo que ocurre en el tablero de un auto, se pueden identificar aquellos indicadores que son prioritarios a la hora de mejorar el desempeño ambiental de un establecimiento (señales de alerta).

También se puede utilizar para comparar rápidamente establecimientos o períodos de un mismo establecimiento a partir de la cantidad de verdes, amarillos y rojos en el sector central.



METODOLOGÍA PARA CALCULAR INDICADORES DE SUSTENTABILIDAD AGRO-ECOLÓGICA Y AMBIENTAL

Indicador 1: Consumo de energía fósil

El consumo de energía fósil, y la eficiencia con que esta es utilizada, son medidas que indican el potencial de riesgo ecológico (contaminación, emisión de gases invernadero, intervención de hábitats, etc.) que impone un proceso productivo. A su vez, un aumento progresivo del consumo de energía fósil será indicativo de un creciente grado de intensificación productiva (Agriculture & Agri-Food Canadá, 2000).

El consumo de energía fósil (EF) se estima mediante una metodología sencilla basada en sumar el costo energético en megajoules de EF/ha/año de distintos insumos (plaguicidas, fertilizantes,

concentrados, semillas, etc.) y distintas actividades agropecuarias (arada, rastreada, siembra, fumigación, etc.) que se encuentran en las Tablas 2, 3, 4 y 5. La unidad métrica de medida será el joule, que posee la siguiente equivalencia: 1 caloría = 4.1686 joules. Distintas fuentes aportan datos relativos al contenido de energía fósil de insumos y actividades (Reed et al., 1986; Stout, 1991, Conforti y Giampietro, 1997; Baumer, 1998, Pimentel, 1999).

Indicador 2: Producción de energía

La producción de energía, expresada en Mj/ha/año, se calcula como la suma de los contenidos energéticos de los productos agropecuarios obtenidos en el año de evaluación. Diversas fuentes (Grossi-Gallegos et al. 1985; Reed et al. 1986; Stout 1991; Conforti y Giampietro 1997) aportan la información de los contenidos energéticos de los cereales, las oleaginosas y las producciones ganaderas utilizados en el cálculo (Tabla 6). Se debe tener en cuenta el factor de proporcionalidad (% del área total) que le corresponde a cada actividad productiva.

Indicador 3: Eficiencia de uso de la energía fósil

La eficiencia de uso de la EF se calcula en términos de la cantidad de Mj de EF utilizados para obtener un Mj de producto (Mj EF/Mj producto). Para calcular este indicador se utiliza un modelo propuesto por Odum (1975), utilizando el cociente entre el consumo de energía fósil, y la energía producida en el establecimiento (los dos indicadores anteriores). La energía de todas las fuentes de consumo y todos los productos es sumada para realizar estimaciones a nivel predial. Cuanta más energía se utiliza para producir un Mj de producto, más ineficiente es el proceso productivo del predio.

Indicadores 4 y 5: Balances de N y P

Los balances medios anuales de nitrógeno (N) y fósforo (P) por hectárea (kg/ha/año) se estiman a partir de un cálculo de la diferencia entre ingresos y egresos cuantificables de estos minerales en el predio estudiado.

La única vía de egreso considerada proviene de una estimación del N o P exportado con el producto que sale del establecimiento (Tabla 6). Las vías de ingreso de N al predio, sobre base anual, son las siguientes: a) N que ingresa con las precipitaciones (0.6 kg N/100 mm lluvia), b) N que ingresa con los fertilizantes aplicados (en kg/ha; Tabla 3), c) N que ingresa por fijación biológica de leguminosas (estimado entre 70 y 120 kg/ha/año), y d) N que se incorpora 2 (en kg/ha) con los alimentos comprados fuera del predio y que consumen los animales como suplemento (Tabla 2). Por su parte, las vías de ingreso de P al predio, sobre base anual, son dos: a) P que ingresa con los fertilizantes aplicados (kg/ha), y b) P que se incorpora (kg/ha) con los alimentos comprados fuera del predio y que consumen los animales como suplemento. Los contenidos de N y P de los distintos productos e insumos fueron obtenidos de la bibliografía (Lloyd et al. 1978; NRC 1978).

Indicador 6: Cambio en el Stock de C del suelo

El indicador de cambio en el stock de Carbono (C) del suelo se expresa en toneladas de C perdido (o ganado) por ha y por año. Debido a que generalmente es difícil encontrar análisis de contenido de C provenientes de años anteriores, de manera que permitan calcular un cambio en el tiempo,

se utilizó una metodología de estimación sencilla, basada en el uso de la tierra en cada unidad de superficie.

La unidad de expresión utilizada es la toneladas de C por ha (hasta 30 cm de profundidad). Para convertir el % de materia orgánica (la forma más común de expresar el C del suelo) en Ton C/ha se deben realizar el siguiente cálculo:

$$\frac{\text{Ton.C}}{\text{ha}} = \frac{\text{MO} \times 0,58 \times 10 \times \text{DA} \times 0,3 \times 10.000}{1.000}$$

0,58 es el factor promedio para convertir % de m.o. en % de C

10 para pasar de % a g.kg-1 (o sea a ‰)

DA (densidad aparente del suelo) para cuantificar cuál es el contenido de suelo en el perfil, y poder cuantificar el contenido neto de C

0,3 porque está referido a los primeros 30 cm del suelo (suelo vegetal)

10.000 para referirlo a valores por ha

1.000 para pasar de kg a toneladas

La fórmula simplificada es:

$$\text{Ton.C/ha} = \% \text{MO} \times \text{DA} \times 17,4$$

Donde el stock actual es el estimado para el año de evaluación, y el stock previo corresponde al del otro extremo del período en cuestión (ejemplo: 2008 y 1988). Como tanto el stock previo como el stock actual son, en la mayoría de los casos, desconocidos, se parte de un valor estimado, expresado en toneladas de C por ha de suelo hasta 30 cm de profundidad.

El valor a utilizar corresponde al stock de C estimado para la década de 1950, mediante la estimación de cambios a partir del contenido de C considerado como original (0,55 del stock inicial). Esto permite realizar tres iteraciones de alrededor de 20 años cada una: 1968–1948, 1988–1968 y 2008–1988, y calcular el indicador como la diferencia anual entre los dos últimos extremos designados (2008 y 1988).

A partir de la metodología que utiliza el Panel Intergubernamental para el Cambio Climático (IPCC 1996), se estima el stock de C para cada uno de los extremos de los períodos, utilizando la siguiente ecuación:

$$\text{Stock}_{\text{actual}} = \text{Stock}_{\text{previo}} \times U \times L \times R$$

El primero de los tres coeficientes multiplicativos, el factor uso de la tierra (U), surge del tipo de uso que ha tenido cada fracción de tierra en el período analizado en cada caso (Tabla 10). Se utiliza éste para que el valor del stock de C aumente (valores mayores a 1) o disminuya (menores a 1) de acuerdo a los distintos usos de la tierra. Por su parte, el factor labranza (L) utilizado tuvo un valor 1 en los potreros en los que se realiza labranza convencional y un valor 1,1 cuando se utiliza siembra directa o cuando no se realizan labores algunas. Finalmente, el factor rastrojo (R) se utiliza para estimar el aporte relativo de la vegetación remanente (no cosechada o no comida por el ganado). Se utilizaron, para éste, valores de 0,80 a 2,19, de acuerdo a las características del manejo de los mismos (Tabla 12).

Para los períodos de los cuales no se cuenta con datos del uso de la tierra, se utilizan las mismas proporciones de cada uso de la tierra que en la actualidad, mientras que los coeficientes correspondientes a las labranzas y a los manejos de los rastrojos deben ser seleccionados de acuerdo a las prácticas agrícolas predominantes en tales períodos (por ejemplo: no había siembra directa en 1960).

Indicador 7: Cambio en el Stock de C de la biomasa leñosa
(Ver más adelante en “Balance de Gases Invernadero”)

Indicadores 8 y 9: Riesgo de Contaminación por N y P

Estos indicadores están directamente vinculados a los balances de N y P estimados anteriormente (indicadores 4 y 5), ya que dichos resultados son el insumo básico para estimar el riesgo de contaminación. Por tanto, solamente habrá contaminación en aquellos casos en que los balances sean positivos, es decir, que denoten la existencia de N o P residuales en el suelo.

El riesgo se valora en función de la cantidad de mineral residual que puede potencialmente diluirse en el agua excedente, la cual surge de descontar la evapotranspiración de la precipitación. El cálculo prosigue solamente si el agua excedente supera la capacidad de retención de agua del suelo considerado. Si la totalidad del agua excedente es retenida, la posibilidad de que los nutrientes disueltos en ella sean transportados es muy reducida.

El riesgo de contaminación, obtenido del cociente entre el excedente mineral y el excedente hídrico, se expresa en miligramos de N o P por litro de agua (mg/l). En el caso del nitrógeno existen distintos niveles de riesgo en agua de bebida: bajo (0-6 mg N/litro), medio (6.1-14 mg N/litro) y alto (más de 14 mg/litro). Como referencia, la concentración media de P en Canadá, país de agricultura semi-intensiva, alcanza a 0.03 mg P/litro, densidad que no es considerada preocupante.

Indicador 10: Riesgo de Contaminación por Plaguicidas

El riesgo de contaminación por plaguicidas, se utiliza para generar un índice relativo que valore tal riesgo, por lo que el valor absoluto del indicador no tiene significado en sí mismo. Por el contrario, su utilidad radica en la capacidad de comparar unidades de análisis con distinto potencial de contaminación. Para estimar esto, se multiplica la toxicidad y la cantidad de producto aplicado, consideradas los factores más importantes de riesgo (Weber 1994) por otros factores relativos a la persistencia y movilidad de los compuestos (Tabla 8).

Para la totalidad de insecticidas, herbicidas y fungicidas aplicados en el año en cada potrero, se utilizó la siguiente ecuación para estimar el riesgo relativo de cada compuesto, y se sumaron los mismos dentro de cada potrero. Se obtiene, finalmente, el valor total correspondiente a cada establecimiento, como la suma de los riesgos relativos de todos sus potreros.

$$Riesgo = \frac{1000}{DL50} \left[\frac{K_{sp} + R}{2} + K_{oc} + T^{1/2} \right] \times Dosis \times Superficie$$

La toxicidad, expresada como 1000/DL50 (mil dividido la dosis letal media oral para ratas macho, expresada en mg/Kg de peso corporal), es el único factor que no es relativo. Los valores de toxicidad de cada plaguicida, teniendo en cuenta la formulación comercial de los productos, se

obtienen de diversas fuentes (CASAFE 1997; GIPV 2000). Por otro lado, para el resto de los factores, se utilizan valores relativos de 1 a 5, obtenidos de Weber (1994).

El primero de los factores relativos corresponde a la solubilidad en agua del producto (KSP), asociada al riesgo de que el mismo (o alguno de sus metabolitos) llegue al acuífero y pueda, por consiguiente, afectar a la población humana, al ganado abrevado o a los cultivos irrigados. Este factor se asocia (a través de una semisuma) con la capacidad de recarga del acuífero (R), estimada de manera grosera a partir de la permeabilidad del suelo en las capas superficiales. Este último valor se estimó, por su parte, a partir de la textura de los suelos analizados en cada potrero.

También se incluye como coeficiente a la adsorción del compuesto por la fase orgánica del suelo (KOC), debido a que, aquellos plaguicidas que tengan altos valores relativos de adsorción, tendrían en teoría menor movilidad en el suelo, y no presentarían toxicidad durante mayor cantidad de tiempo, mientras se encuentren adsorbidos por el mismo.

El último de los factores por los que se afectó a la toxicidad fue la vida media del producto ($T_{1/2}$), la cual se relaciona directamente con la posibilidad de que el mismo entre en contacto con seres vivos, a los que podría afectar negativamente.

Finalmente, se multiplican los factores explicados hasta aquí por la dosis aplicada y la superficie de aplicación en cada caso, y se suman los valores de todos los productos dentro de cada potrero y de todos los potreros dentro de cada establecimiento.

Indicador 11: Balance de Gases Invernadero

El balance de gases invernadero se obtiene a partir de una adaptación de la metodología propuesta por el IPCC (1996), que consiste en la suma y resta de los valores estimados para las distintas fuentes de emisión y secuestro de gases invernadero, respectivamente. Los tres gases considerados en este indicador son el dióxido de carbono (CO_2), el metano (CH_4), y el óxido nitroso (N_2O), aunque se totalizan los resultados en toneladas de equivalente CO_2 (emitido o secuestrado) por unidad de espacio y tiempo (Ton/ha/año). Para realizar esto, se convierten los 5 dos últimos gases, afectándolos por su potencia invernadero, de 21 y 310 veces el potencial correspondiente al CO_2 , respectivamente.

1. Cálculo de la emisión y secuestro de CO_2

$$Eq.CO_2 = (CO_2) + (CH_4 \times 21) + (N_2O \times 310)$$

En primer lugar, se estima la emisión y el secuestro de CO_2 , a partir de tres componentes de su balance: el cambio en el stock de C del suelo, los cambios en el stock de C de la biomasa, y la emisión de CO_2 por quema de combustibles fósiles en las actividades agropecuarias.

$$CO_2 = (CO_2 - SC) + (CO_2 - BIO) + (CO_2 - CF)$$

El primero de los componentes se estima a partir del indicador de cambio en el stock de C del suelo (CSC), explicado anteriormente. Para esto, se multiplica, teniendo en cuenta los pesos atómicos de los elementos que componen la molécula, el valor obtenido por el cociente 44/12 (para convertir la masa de C a su equivalente en CO_2). Cabe agregar que, debido a que se asume que las pérdidas en el C del suelo significan ganancias en el C de la atmósfera, también se cambia de signo el valor del indicador anterior.

$$CO_2 - SC = \pm CSC \times 44/12$$

En el segundo componente, algunos cambios en el stock de C de la biomasa, como la forestación, la deforestación y la quema de bosques y pastizales implican un cambio importante en las tasas de emisión y secuestro de CO₂. Básicamente, los cálculos consisten en estimar las pérdidas o ganancias de biomasa y convertirlas en CO₂.

Los cálculos asumen algunos supuestos básicos:

- Los bosques naturales o cultivados en equilibrio (climático), que no sufren intervención antrópica no actúan como fuente ni sumidero, por tanto, al ser neutros, no entran en el cálculo.
- La regeneración de bosques secundarios sobre tierras abandonadas, así como el crecimiento anual de los bosques conforman un sumidero neto de secuestro de C (CO₂ – REG).
- También entran en el cálculo distintos tipos de bosques que sufren cambios significativos en el stock de biomasa, como deforestación (CO₂ –DEF) y extracción de leña y rollizos (CO₂ –EXT).
- Todo el C removido con la biomasa leñosa es oxidado (convertido en CO₂) en el mismo año de la extracción.
- La concentración de C en la biomasa es igual a 0.5 ton C/ton de biomasa seca.
- La liberación de CO₂ por extracción, quemas controladas o incendios consumen biomasa en la escala temporal de un año, mientras que la descomposición de madera en el sitio ocurre dentro de una década.
- Una parte de la madera generalmente se comercializa, otra es quemada en el lugar (CO₂ – QUE), y otra parte queda como un remanente de carbón de leña que tiene una descomposición muy lenta (hasta 100 años).
- Se asume que todo el C de la biomasa en descomposición se libera como CO₂, aunque la bibliografía disponible indica que hasta un 10 % del C quemado se convierte en carbón de leña.
- De la biomasa que queda remanente en el lugar, una parte (50 %) es quemada dentro del mismo año, y que el resto (50 %) sufre una degradación lenta (de varios años) en el terreno.
- Donde existen quemas en el lugar, ocurren también emisiones de metano (CH₄), de monóxido de C (CO), de óxido nitroso (N₂O), y otros óxidos de N (NO y NO₂).
- El enfoque utilizado consiste en estimar la emisión de estos gases en relación a la cantidad de C liberado durante la quema. De esta manera, por cada tonelada de C liberado, se liberan en promedio: (a) 0,012 t de CH₄, (b) 0,06 t de CO, (c) 0,007t de N₂O, y (d) 0,121 t de NO. Luego, estos gases deben ser convertidos a C.
- Las equivalencias en peso molecular son: C-CH₄= 16/12, y C-CO= 28/12. En el caso de los gases que contienen N hay que definir la relación N/C de la madera que se quema. Se acepta una relación de 0,01, para convertir esta emisión en C se asume: C-N₂O= 44/28, y C-NO= 46/14.
- La fracción de biomasa aérea remanente que no fue quemada, queda expuesta a un proceso lento de oxidación que demora más o menos una década. El IPCC (1996) recomienda considerar una tasa de descomposición de 10 % por año.

- Cuando las tierras de cultivo y pasturas son retiradas de la producción y abandonadas, el C se re acumula tanto en la biomasa (si crece un bosque) como en el suelo.
- No se computa, por el contrario, el crecimiento de otros tipos de vegetación (cultivos, pasturas, pastizal natural), ya que se asume que, en estos últimos, el C secuestrado es removido en poco tiempo en la cosecha o por el ganado.

En resumen, las ecuaciones para estimar las emisiones y secuestros de CO₂ por cambios en la biomasa son las siguientes (Tabla 15):

$$(CO_2 - BIO) = (CO_2 - REG) - (CO_2 - DEF) - (CO_2 - EXT) + (CO_2 - QUE)$$

$$(CO_2 - REG) = -(Crecim.Biomasa \times 0,5 \times 44/12)$$

$$(CO_2 - EXT) = Extracc.Biomasa \times 0,5 \times 44/12$$

$$(CO_2 - DEF) = ((CO_2 - EXT) \times 0,5 \times 44/12) + ((CO_2 - EXT) \times 0,1 \times 44/12)$$

(de lo que se extrae, la mitad queda y se descompone tras la quema y una parte se descompone en 10 años)

$$(CO_2 - QUE) = \frac{Quema.Biomasa \times 0,5}{QB} \times 44/12 + \left(+ \frac{QB \times 0,012 \times \frac{16}{12} \times 21}{QB} + \frac{QB \times \frac{28}{12} \times 0,06}{QB} + \frac{QB \times 0,1 \times 0,007 \times \frac{44}{28} \times 310}{QB} + \frac{QB \times 0,1 \times 0,121 \times \frac{46}{16} \times 310}{QB} \right)$$

(lo que se quema se descompone, y además se libera CH₄, CO, N₂O y NO)

Finalmente, la emisión de CO₂ por quema de combustibles fósiles (CO₂-CF) se basa en el consumo de energía fósil utilizada en distintas actividades e insumos agropecuarios. La información que se utiliza proviene de las estimaciones obtenidas del Indicador 1, y se parte del supuesto que cada Mj quemado de energía fósil equivale a una producción de 72 gramos de CO₂.

$$CO_2 - CF = Consumo.EF \times 72$$

2. Cálculo de la emisión de CH₄

En segundo lugar, la emisión de gases invernadero por generación de CH₄ deriva, en el sector rural, de tres fuentes principales: fermentación entérica (CH₄-FE), fermentación fecal (CH₄-FF), y emisión en cultivos de arroz (CH₄-ARR). Los dos primeros valores dependen de la cantidad de animales y del tipo de alimentación (básicamente porque hay más carbono en el pasto que en el grano), mientras que el tercero se estima en 5,68x10⁻⁴ toneladas de CH₄ por ha de arroz sembrada (Tabla 16).

$$CH_4 = (CH_4 - FE) + (CH_4 - FF) + (CH_4 - ARR)$$

3. Cálculo de la emisión de N₂O

En tercer lugar, se calcula la emisión de gases invernadero por generación de óxido nitroso. Los cálculos de este módulo son los más complejos de todo el proceso, no obstante, algunos de ellos han podido ser simplificados a través de tablas de emisión estimadas únicamente para las condiciones de la planicie pampeana.

Las tres vías principales de emisión son: emisiones directas por heces y orina (N₂OHO), emisiones indirectas por volatilización, lavado e infiltración de fertilizantes sintéticos y excreciones animales (N₂O-VLI), y emisiones directas desde suelos agrícolas por fertilización, fijación biológica de N y residuos de cosecha (N₂O-SA).

$$N_2O = (N_2O - HO) + (N_2O - LVI) + (N_2O - SA)$$

Se estima que los animales eliminan aproximadamente 0,02 kg de N₂O por kg de N excretado como heces y orina. Los valores de N excretado (kg N/cabeza/año) dependen del tipo de ganado y del tipo de alimentación, al igual que la emisión de CH₄ (Tabla 16).

$$(N_2O - HO) = N.Excretado \times 0,02$$

Las emisiones indirectas por volatilización, lavado e infiltración reflejan el N₂O que se pierde proveniente de fertilizantes nitrogenados aplicados y excreciones animales. Este N₂O proviene fundamentalmente del N amoniacal (N-NH₃). El factor de emisión sugerido es de 0,01 kg N₂O por kg N-NH₃, la fracción de NH₃ que se estima es de 0,2 kg N-NH₃ por kg de N excretado, y 0,1 kg N-NH₃ por kg de N aplicado como fertilizante.

$$(N_2O - VLI) = (N.Excretado \times 0,01 \times 0,2) + (N.Fertilizado \times 0,01 \times 0,1)$$

Las emisiones directas desde suelos agrícolas provienen tanto del uso de fertilizantes sintéticos, como de fijación biológica de N, como de residuos de cosecha (rastros). Los supuestos de cálculo son: los fertilizantes sintéticos emiten aproximadamente 0,0125 kg N₂O por kg de N aplicado, se emiten 0,7 kg N₂O por kg de N fijado por pasturas y 0,35 kg N₂O por kg de N fijado por soja, y finalmente la emisión por residuos de cosecha (rastros) se ha unificado en 0,96 kg N₂O por ha y por año.

$$(N_2O - SA) = (N.Fert \times 0,0125) + \left(N.Fij \times \begin{matrix} 0,70 \\ 0,35 \end{matrix} \right) + (0,96 \times Sup.Agricola)$$

Los balances pueden ser positivos, negativos o neutros. Si el balance es positivo, quiere decir que el establecimiento está actuando como emisor de Equivalente CO₂ (o sea, de gases invernaderos). Si el balance es negativo, actúa como sumidero de CO₂, es decir que está secuestrando gases invernaderos.

Indicador 12: Riesgo de Erosión Hídrica y Eólica

La estimación de la erosión del suelo se basa en la Ecuación Universal de Erosión Eólica (WEQ) y la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (USLE). La primera contempla propiedades del suelo, propiedades meteorológicas y características de manejo. La segunda corresponde a erosión hídrica, se tiene en cuenta la erodabilidad de las lluvias, la susceptibilidad del suelo a la erosión y características del terreno. Para el cálculo de erosión total (en Ton/ha/año) se suman los valores obtenidos en cada una de las ecuaciones (WEQ y USLE).

1. Cálculo de la erosión eólica por medio de la WEQ

Se deben tener en cuenta los distintos usos de la tierra y se calcula la erosión para cada uno de éstos, teniendo en cuenta las contribuciones relativas de cada uno para el cálculo de todo el establecimiento.

Se obtiene la pérdida de suelo por erosión eólica (WEQ) para cada una de las actividades de cada potrero del establecimiento como:

$$WEQ = ((34,8183 - 23,1874 \times CV + 0,578141 \times E) \times K')$$

1.1 Índice E

Se obtiene de la multiplicación de tres subíndices, I, C' y L.

1.1.1 Erodabilidad potencial del suelo

(I) Se calcula teniendo en cuenta el porcentaje de agregados mayores a 0,84 mm, para calcular éste (en caso de no tenerlo) se utiliza la ecuación:

$$\%Ag > 0,84 = 29,09 + 0,31 \times Ar + 0,17 \times Li + 0,33 \times \frac{Ar}{Ac} - 2,59 \times MO - 0,95 \times Ca$$

Donde:

%Ag>0,84 = porcentaje de agregados mayores a 0,84 mm

Ar = contenido de arena del suelo (%)

Li = contenido de limo del suelo (%)

Ac = contenido de arcilla del suelo (%)

MO = contenido de materia orgánica del suelo (%)

Ca = presencia de carbonatos (%)

La erodabilidad se obtiene como:

$$I = (-69,554 \times Ln(\%Ag > 0,84) + 305,98) \times 2,24$$

1.1.2 Índice Climático (C')

Depende de la velocidad del viento, de las precipitaciones y de la temperatura media, el índice se obtiene de:

$$C = \frac{34,48 \times \frac{Vel^3}{115 \times \left(\frac{Pp}{T^{\circ}-10}\right)^{1,111}}}{100}$$

Donde:

Vel = Velocidad media del viento (km/h)

Pp = Precipitaciones anuales (mm)

T° = Temperatura media anual

1.1.3 Índice de Longitud media de los potreros (L)

Se obtiene reemplazando la longitud media de los potreros (Lon) destinados a cada actividad (en m) en la ecuación:

$$L = 0,0258 \times Ln(Lon) + 0,7647$$

1.2 Cobertura vegetal (CV)

Depende del tipo de vegetación, y del porcentaje del tiempo en que el suelo se encuentra cubierto por la misma. Se asume 100% del tiempo para áreas naturales y pasturas y 50% para cultivos anuales (por ejemplo, se multiplica la cobertura por 0,5). Si no se tienen datos de la cobertura vegetal en Ton/ha de biomasa, se pueden utilizar valores estimados (Tabla 10). En el caso de los cultivos anuales, se utiliza el IC (índice de cobertura), multiplicado por el rendimiento del mismo (en toneladas). En los casos de ocupación parcial en el año (especies anuales), se asume que la cobertura aumenta desde cero hasta su máximo de manera lineal, por lo que se multiplica la misma por 0,5 para estimar este aspecto (quedando el factor en $0,5 \times 0,5 = 0,25$ para cultivos anuales).

1.3 Índice de rugosidad (K')

La rugosidad del suelo tras la labranza, que ofrece resistencia al viento, depende directamente del implemento utilizado (Tabla 13).

2. Cálculo de la erosión hídrica por medio de la USLE

Se puede calcular a partir de los datos pluviométricos, como está realizado en Irurtia, et al. (1984), los valores para las áreas agroecológicas de la región pampeana argentina se encuentran en la Tabla 1.

2.2. Susceptibilidad del suelo a la erosión hídrica (K)

Se calcula con la ecuación (Wischmeyer y Smith, 1978):

$$K = \frac{2,1 \times (\%Ag < 0,84) \times (100 - Ac)^{1,14} \times 10^{-4} \times (12 - MO) + 3,25 \times (E - 2) + 2,5 \times (P - 3)}{77,4}$$

Donde:

%Ag<0,84 = Porcentaje de agregados menores a 0,84 ($100 - \%Ag > 0,84$, en WEQ)

Ac = contenido de arcilla del suelo (%)

MO = contenido de materia orgánica del suelo (%)

E = grado de estructura del suelo

1: muy buena estructura. Granular muy fina.

2: buena estructura. Granular fina.

3: estructura regular.

4: mala estructura, laminar o masiva.

P = grado de permeabilidad del suelo

1: muy rápida, mayor a 12,5 cm/hora

2: moderadamente rápida, de 6,25 a 12,5 cm/hora.

3: moderada, de 2,0 a 6,25 cm/hora.

4: moderadamente lenta de 0,5 a 2,0 cm/hora.

5: lenta, entre 0,125 y 0,500 cm/hora

6: muy lenta, inferior a 0,125 cm/hora

2.3. Factor topográfico (LS)

Establece el aporte que hace el relieve a la erosión hídrica, se utiliza la ecuación establecida por Wischmeyer y Smith (1978), modificada:

$$LS = \left(\frac{L}{22,1} \right)^m \times (0,065 + 0,04536 \times P + 0,0065 \times P^2)$$

Donde: L = longitud de los potreros en sentido de la pendiente, en m P = pendiente en % m = exponente que varía con la pendiente:

Pendiente	Coefficiente
0,0 – 0,4 %	0,2
0,5 – 1,0 %	0,2
1,0 – 4,0 %	0,3
4,1 – 8,0 %	0,4
> 8,0 %	0,5

2.4. Factor cultivo o cobertura (C)

Depende del tipo de cultivo o actividad y del tipo de labranza que se realice, se puede obtener de la Tabla 10.

2.5 Factor prácticas conservacionistas (P)

En caso de realizarse alguna, se debe multiplicar por alguno de los coeficientes que se encuentran en la Tabla 14.

Indicadores 13 y 14: Consumo de Agua y Eficiencia de Uso del Agua

El indicador de consumo de agua considera los consumos de los cultivos y del ganado, y se expresa en mm/año. El consumo anual por los cultivos se calcula de manera mensual, considerando la Evapotranspiración real (ETP) y el coeficiente KC de cada cultivo. El mismo es el cociente entre la ETP del cultivo correspondiente y la ETP de referencia, correspondiente a una gramínea (pasto) en crecimiento vegetativo (Tablas 9 y 10). Estos coeficientes son de gran utilidad para estimar ETP al corregir o ajustar la ETP de referencia (que depende de las condiciones atmosféricas) de acuerdo a las propiedades de cada cultivo (FAO, 2006). En la siguiente ecuación, n es el número del mes, Y es el rendimiento de cada cultivo (obtenido de la encuesta al productor), y Y es el rendimiento medio del mismo, el valor que se utilizó cuando se estimó el coeficiente KC (obtenido de la bibliografía). Dado que los KC son generalmente obtenidos para cultivos en condiciones óptimas de crecimiento (libre de enfermedades y plagas, con disponibilidad de agua y nutrientes, etc.), se utiliza esta diferencia proporcional entre rendimientos:

$$AC = \sum_{i=1}^n \left((ETP_i \times Kc_i) \times \frac{Y}{Y} \right)$$

El valor anual obtenido para cada cultivo se suma de manera ponderada por la superficie con el resto de los cultivos y con los valores para ganadería, que se detallan a continuación.

Por su parte, para calcular el consumo de agua por parte del ganado se consideran dos fuentes: el agua de bebida y el agua ingerida mediante el consumo de alimentos. La primera es poco importante en comparación con la segunda (Verdegem et al., 2006), y será estimada en 50 l por día por animal.

Por otro lado, el consumo de forraje depende de factores como tipo y tamaño del animal, condición fisiológica, calidad del forraje, temperatura ambiente, viento, humedad, etc., por lo que

estos factores también afectarán el consumo de agua. Para estimar el forraje consumido por animal por día se tendrán en cuenta las siguientes ecuaciones, que estiman el consumo de los animales de carne (FC) y de leche (FL). Los totales obtenidos por FC o FL no incluyen los suplementos alimenticios comprados fuera del establecimiento.

$$FC = \left(\frac{\overbrace{(24.1 + 106.5 \times M) \times W^{0.75}}^{DM}}{1000} \right) - S + \frac{0.0653 + 7 \times 10^{-4} \times W \times \left(\frac{S \times 100}{DM} \right)}{10}$$

$$FL = (0.135 \times W^{0.75}) + (0.2 \times (P - 16)) \times (-0.44 + 2.6 \times M)$$

En las ecuaciones, M es la metabolibilidad media del forraje (Tabla 9), W es el peso vivo de cada animal (kg), S es la cantidad de suplementos (kg), DM (el primer término de la primera ecuación) es la totalidad de materia seca consumida (kg) y P es la producción de leche (l).

En el caso de bovinos de carne, el primer paso es estimar la cantidad de materia seca consumida por animal por día:

$$DM = \left(\frac{(24.1 + 106.5 \times M) \times W^{0.75}}{1000} \right)$$

En el caso de haber suplementos, éstos se restan (-S) de la cantidad de forraje, pero existe cierto porcentaje de superposición (es decir, un kg de suplementos no reemplaza directamente un kg de pasto), por lo que se utiliza el resto de la ecuación:

$$FC = DM - S + \frac{0.0653 + 7 \times 10^{-4} \times W \times \left(\frac{S \times 100}{DM} \right)}{10}$$

Para estimar el peso vivo medio, se utilizará una simplificación, ya que no siempre se obtiene tal información. Se estimará como:

$$W = 400 \times \frac{\text{Cant. animales}}{\text{Sup. ganadera}}$$

En el caso de bovinos de leche, se utiliza directamente la ecuación (por animal por día):

$$DM = \overbrace{(0.135 \times W^{0.75})}^{\text{Consumo}} + \overbrace{(0.2 \times (P - 16))}^{\text{Corr. Prod. Leche}} \times \overbrace{(-0.44 + 2.6 \times M)}^{\text{Corr. Metabolic. Suplementos}}$$

Donde M es la metabolibilidad de los suplementos (Tabla 2), y el último término de la ecuación (corrección por metabolibilidad) se aplica solamente si la M media de los suplementos es menor a 0,55 (y, obviamente, si hay suplementos). Seguidamente, en el caso de haber suplementos, éstos se restan de la cantidad de forraje, quedando:

$$FL = DM - S$$

Una vez obtenida la cantidad de forraje consumida (para carne o para leche), se calcula la cantidad de agua utilizada para la obtención de ese forraje. Para esto, se utiliza la misma fórmula que para los cultivos, para cada uno de los forrajes, considerando el rendimiento medio de cada uno Y (obtenido de la bibliografía) y la cantidad de forraje realmente utilizada Y (de manera proporcional, de acuerdo a las ecuaciones anteriores).

Por su parte, los consumos de agua provenientes de alimentos comprados fuera del establecimiento se calculan a partir de los costos (en agua) de producción de los mismos (Tabla 2), obtenidos de la bibliografía (Doorenbos et al., 1986; FAO, 1992; Barthèlemy et al., 1993; Hoekstra y Hung, 2002; Renault y Wallender, 2000; Zimmer y Renault, 2002).

Finalmente, se suman los consumos correspondientes a forrajes y suplementos, y considerando la superficie ganadera y la superficie total, se obtiene el consumo de agua por ganadería (en mm/año) para todo el establecimiento, valor que se suma con el correspondiente a los cultivos de cosecha.

La eficiencia en el uso del agua, por su parte, se estima como el cociente entre el consumo de agua y las precipitaciones en el período evaluado, y se expresa como porcentaje (%). Este indicador puede tomar valores muy bajos (10-20 %), valores cercanos a 100 % (máxima eficiencia) y también valores mayores que 100 (en casos en que haya otra fuente de agua distinta de las precipitaciones, como ríos, lagunas, o se extraiga una importante cantidad de agua de acuíferos, por ejemplo, para riego).

Indicador 15: Relación Agua Consumida-Energía Producida

La relación entre el consumo de agua y la energía producida, es otra medida de la eficiencia en el uso del recurso agua. Se expresa en L por Mj, indicando cuánta agua se ha utilizado para producir un Mj de energía en forma de productos agropecuarios. Se calculó como el cociente entre las precipitaciones en el período evaluado y la producción de energía.

Indicador 16: Riesgo de Intervención del Hábitat

El cálculo de este indicador apunta a generar un índice relativo que valore el impacto negativo que impone un proceso productivo sobre la biodiversidad del lugar donde se realiza. Se parte del supuesto que el hombre realiza intervenciones de distinta magnitud sobre el hábitat y, en una proporción equivalente, afecta a la biodiversidad del lugar.

El nivel de perturbación por uso de la tierra será estimado a partir de la cantidad de hectáreas destinadas a cada actividad (cultivos, pasturas, etc.) anualmente en cada potrero analizado. Dentro de cada potrero se compara, mediante el uso de determinados coeficientes, la vegetación actual con la vegetación potencial del mismo (la vegetación que se supone que habría si el hombre no hubiese intervenido en el proceso sucesional). La comparación se realiza a través de "Puntos de Impacto", donde las mayores puntuaciones pueden ser entendidas como mayores efectos negativos sobre la biodiversidad.

Los coeficientes utilizados para lograr esta comparación son:

- a) Cantidad de especies
- b) Origen
- c) Periodicidad
- d) Organización en estratos verticales
- e) Organización en sub-estratos verticales

Con respecto al primer punto, se asume que una mayor a cantidad de especies equivale a una mayor capacidad de albergar organismos. Por lo tanto, un cambio en la misma, equivale a un cambio (aumento o disminución) en la cantidad de organismos que pueden prosperar en determinado ambiente. Este es el coeficiente que se considera de mayor importancia relativa, y se asignan 10 puntos de impacto si existe un cambio significativo (tanto pérdida como ganancia de especies) en la cantidad de especies debido a la intervención humana y 0 puntos si no hay cambio. El origen de las especies es el segundo punto, y se asignan 7,5 puntos de impacto si una proporción significativa de las especies presentes en la vegetación actual son introducidas a un determinado ecosistema. Se parte del supuesto que la vegetación nativa, al haber coexistido con la fauna nativa, tiene mayor capacidad de servirle de hábitat que la vegetación exótica.

El siguiente aspecto en orden de importancia relativa es la periodicidad de la vegetación dominante. Si la vegetación potencial era perenne y es reemplazada por especies anuales (aún si fueran nativas), se asignan al potrero correspondiente 5 puntos de impacto. Lo mismo sucede si la vegetación potencial era mayoritariamente anual y pasa a ser perenne. Este coeficiente está basado en los mismos supuestos que el anterior.

Con respecto al nivel de organización vertical, se asume que una mayor cantidad de estratos (a saber: herbáceo (o arbóreo o arbustivo solos)= 1; arbustivo y herbáceo (o arbóreo y herbáceo o arbóreo y arbustivo)= 2; y los tres (arbóreo, arbustivo y herbáceo)= 3) se corresponde con una mayor disponibilidad de sitios para su utilización como hábitats naturales. Por consiguiente, un cambio en este número determina un cambio en la capacidad de provisión de refugio y alimento de los ecosistemas. Se asignan 2,5 puntos de impacto cuando esto ocurre.

La organización en sub-estratos (en estratos dentro de los estratos anteriores) tiene un nivel de importancia relativa menor, pero merece ser tenida en cuenta. En este coeficiente se incluyen cambios en la cantidad de sub-estratos dentro de alguno (o algunos) de los estratos principales. Así por ejemplo, el reemplazo de varias especies de árboles (con alturas significativamente distintas) por una sola especie uniforme en altura, confiere al potrero en cuestión, 1 punto de impacto (además de los correspondientes por la pérdida en cantidad de especies).

Para obtener el valor del indicador de impacto sobre el hábitat del establecimiento, se divide a la suma de los coeficientes de cada potrero por 26 (para obtener un valor de cero a uno) y se realiza un promedio de los valores obtenidos, ponderado por la superficie de cada potrero.

Indicador 17: Riesgo de Impacto sobre el Hábitat

El indicador de impacto sobre el hábitat (I) se utiliza para evaluar el nivel de afectación de los ecosistemas a partir de los procesos productivos que degradan el ambiente. Dentro de tales procesos, dos características se destacan por la importancia de impacto sobre el ecosistema: las labranzas realizadas y los agroquímicos aplicados (Viglizzo et al. 2006). Dentro de los potreros de los establecimientos se utiliza la siguiente ecuación para calcular el indicador de impacto sobre el hábitat.

$$I = P \times (L + A)$$

En la misma, el factor P corresponde a la proporción que cada uno de los potreros o usos de la tierra tiene sobre el total del establecimiento. Por otro lado, el factor L se utiliza para estimar el impacto relativo de los distintos tipos de labranza sobre el ecosistema (Tabla 13). Para éste, se utilizaron coeficientes establecidos empíricamente de 1,0, 0,3 y 0,0 para “labranza convencional”,

“siembra directa” y “sin labranza”, respectivamente. Finalmente, el factor A corresponde al uso de agroquímicos, y en cada caso se utiliza para estimar éste al indicador de riesgo de contaminación por plaguicidas calculado anteriormente.

Indicador 18: Agrodiversidad

El último de los indicadores de este corresponde a la evaluación de la diversidad en los agroecosistemas (A), medida en términos de la cantidad y proporción de las especies de interés productivo. Justifica esta inclusión el hecho de que una mayor diversidad de actividades productivas confiere a los agroecosistemas un mayor nivel de estabilidad frente a cambios inesperados en las condiciones ambientales o económicas (Viglizzo et al. 1983; Viglizzo y Roberto 1985).

Para calcular el indicador (siguiente ecuación) se utiliza información de los productos obtenidos, realizándose la sumatoria entre el número de orden asignado a cada actividad y su proporción de superficie. Para esto, a cada una de las actividades productivas se le asigna un número de orden de acuerdo a su proporción de superficie (uno a la de mayor superficie, dos a la que le sigue en importancia, y así sucesivamente). De esta manera, los establecimientos con mayor número de actividades productivas (distintos cultivos y producciones ganaderas), distribuidas de manera más equilibrada en el espacio, obtienen mayores valores del indicador.

$$A = \sum_{i=1}^n i \times S_i$$

TABLAS DE COEFICIENTES

Tabla 1: Características de las Áreas Agroecológicas

Características	Áreas Agroecológicas				
	Pampa Austral	Pampa Deprimida	Pampa Ondulada	Pampa Semiárida	Pampa Subhúmeda
Clase textural	Franco	Franco Limoso	Franco	Franco Arenoso	Franco
% arena	42,1	36,7	27,9	50,8	41,2
% limo	36,1	46,7	45,6	32,0	46,2
% arcilla	21,8	16,7	26,5	17,1	12,6
% < 100 um	61,4	59,0	63,5	52,6	55,8
% MO	4,0	3,2	3,6	1,5	2,5
% CaCO3	-	-	-	-	-
Vel Viento (km/h)	20,6	16,0	12,0	14,6	16,0
Temp Media (°C)	14,2	14,1	17,6	15,8	15,8
Eros lluvias (UM)	333,3	366,7	550,0	266,7	400,0
Estructura	3	3	1	3	3
Permeabilidad	4	5	3	2	2
Pendiente (%)	0,5 - 1,0 %	0,0 - 0,4%	0,5 - 1,0 %	0,5 - 1,0 %	0,5 - 1,0 %
Evapotranspiración (mm)	850	1100	1300	1250	1200
Precipitaciones (mm)	750	635	765	475	630
Vegetación Original	Bosque - Pastizales	Pastizales Naturales	Pastizales Naturales	Pastizales Naturales	Pastizales Naturales
Stock C Nativo (Ton/ha)	100	70	110	50	80
Desagregación Mensual Precipitaciones	0,09 0,06 0,26	0,16 0,12 0,10	0,11 0,06 0,11	0,16 0,18 0,18	0,12 0,07 0,12
	0,03 0,04 0,04	0,03 0,05 0,04	0,04 0,03 0,06	0,00 0,01 0,04	0,07 0,05 0,06
	0,10 0,04 0,10	0,08 0,07 0,10	0,10 0,04 0,03	0,07 0,00 0,14	0,05 0,03 0,10
	0,10 0,05 0,09	0,09 0,08 0,09	0,21 0,11 0,08	0,11 0,04 0,07	0,14 0,11 0,10
Desagregación Mensual Evapotranspiración	0,15 0,12 0,09	0,15 0,12 0,09	0,15 0,12 0,09	0,15 0,12 0,09	0,15 0,12 0,09
	0,06 0,04 0,02	0,06 0,04 0,02	0,06 0,04 0,02	0,06 0,04 0,02	0,06 0,04 0,02
	0,03 0,05 0,07	0,03 0,05 0,07	0,03 0,05 0,07	0,03 0,05 0,07	0,03 0,05 0,07
	0,10 0,12 0,15	0,10 0,12 0,15	0,10 0,12 0,15	0,10 0,12 0,15	0,10 0,12 0,15

Tabla 2: Características de los Suplementos

	Características				
	Energía Fósil (Mj/kg)	Contenido de N (g/kg)	Contenido de P (g/kg)	Metabolicidad (cal/cal)	Consumo de Agua (l/kg)
Balancado recría	11,67	28,8	8,0	0,682	2200
Balancados invernada	16,33	16,0	1,8	0,682	2200
Balancados tambo	16,33	25,6	3,5	0,682	2200
Granos de Avena	16,33	13,3	5,4	0,682	2375
Granos de Cebada	16,33	20,8	4,7	0,682	2375
Granos de Maíz	16,33	16,3	3,7	0,682	710
Granos de Sorgo	16,33	20,0	4,0	0,682	550
Harina de Carne	26,72	45,0	43,1	0,459	2200
Harina de Girasol	25,53	40,8	7,6	0,459	3280
Harina de Pescado	24,73	66,6	30,5	0,459	2200
Harina de Soja	25,53	58,1	6,8	0,459	2200
Heno de Alfalfa	18,44	29,4	2,3	0,459	2500
Heno de Avena	18,44	14,7	2,4	0,459	2500
Heno de Combinados	18,44	25,9	3,7	0,459	2500
Núcleo Feedlot	12,71	19,2	3,6	0,682	2200
Silo de alfalfa	9,75	28,9	3,5	0,459	2700
Silo de Grano de Maíz húmedo	12,63	16,0	3,0	0,459	2700
Silo de Maíz	10,50	14,4	2,6	0,459	2700
Silo de Sorgo	9,00	27,2	2,4	0,459	2700
Suplemento ternero	11,67	28,8	5,0	0,682	2200
Sustituto lácteo	14,59	33,7	8,0	0,682	2200
Urea	58,00	456,0	-	0,682	2200

Tabla 3: Características de los Fertilizantes

	Características		
	Energía Fósil (Mj/kg)	Contenido de N (g/kg)	Contenido de P (g/kg)
Complejo 18-9-0	58,00	180,0	39,6
Fosfato di-amónico	58,00	180,0	88,0
Fosfato mono-amónico	58,00	120,0	96,8
Hiperfosfato	58,00	-	41,8
MAP	58,00	120,0	96,8
Mezcla 18-46-0	58,00	180,0	202,4
Nitrato de amonio	58,00	330,0	-
SOLUAN	58,00	320,0	-
Sulfato de amonio	58,00	210,0	35,2
Sulfato de amonio	58,00	210,0	-
Superfosfato triple	7,50	-	88,0
Urea	58,00	460,0	-
Urea amonio nitrato (UAN)	58,00	300,0	-

Tabla 4: Otros Insumos

Combustibles	Energía Fósil (Mj/kg)
Gas Oil	43,00
Nafta	44,80
Gas Natural	48,20
Electricidad	3,60
Otros	
Semillas	16,70
Plaguicidas	5,75

Tabla 5: Consumo de Energía Fósil de las Actividades Agropecuarias

Actividad	Energía Fósil (Mj/kg)	Actividad	Energía Fósil (Mj/kg)
Aplicación de Fertilizantes y Pesticidas	76	Escardillo	209
Arar con Cincel	605	Hileradora	554
Arar con Reja	980	Picadora de forraje fino	1791
Cajón sembrador	450	Picadora de forraje grueso	1236
Compactación del suelo	600	Pulverización para aplicación dirigida	335
Cosecha	646	Pulverizaciones aéreas	44,8
Cultivador de campo	230	Rastra de Dientes	35
Desmalezada	390	Rastra rotativa	145
Desmenuzadora de rastrojos	320	Rastrojero (múltiple)	450
Desmonte Denso	2500	Rolo	22
Desmonte Ralo	1100	Rolo desterronador	240
Disco Doble	605	Siembra	342
Disco simple	690	Siembra Directa	367,5
Enfardadora	309	Transporte Corto (3km)	0,14
Enrolladora	1902		

Tabla 6: Características de los Productos (costo energético de las semillas 16,7)

	Características			
	Contenido de Energía (Mj/kg)	Contenido de N (g/kg)	Contenido de P (g/kg)	Fijación de N (kg/ha/año)
Algodón	16,30	7,50	1,00	-
Arroz	16,30	14,00	2,60	-
Avena	16,30	13,30	5,40	-
Carne Bovina (Extensivo)	13,36	27,00	7,00	-
Carne Bovina (Semi-Intensivo)	13,36	27,00	7,00	-
Carne Bovina (Intensivo)	13,36	27,00	7,00	-
Carne Ovina	13,36	27,00	7,00	-
Carne Porcina	13,36	27,00	7,00	--
Cártamo	25,53	0,00	0,00	-
Girasol	25,53	40,80	7,60	-
Heno de Alfalfa	17,10	26,00	3,00	75
Lana y Pelo	23,40	0,00	0,00	-
Leche	2,92	4,95	0,86	-
Lino	25,53	40,80	8,00	-
Maíz	16,30	16,30	3,50	-
Mani	25,53	52,10	6,10	-
Papa	4,02	1,54	0,57	-
Silaje de Gramíneas	17,10	7,30	1,10	-
Soja	25,53	58,10	6,80	0,05 kg/kg grano
Sorgo	16,30	20,40	3,40	-
Trigo	16,30	22,90	4,30	-

Tabla 7: Clasificación relativa de los Plaguicidas

Riesgo	K _{SP} (g/g)	Recarga (mm/año)	K _{OC} (g/g)	T½ (mg/l)	Valor Relativo
Muy Bajo	< 10	< 50	> 100.000	< 10	1
Bajo	10 – 100	50 – 100	10.000 – 100.000	10 – 30	2
Moderado	100 – 1.000	100 - 200	1.000 – 10.000	30 – 90	3
Alto	1.000 – 10.000	200 – 300	100 – 1.000	90 – 150	4
Muy Alto	> 10.000	> 300	< 100	> 150	5

Tabla 8: Plaguicidas.

Tabla de Plaguicidas						Valor
Plaguicida	Producto Activo	Ksp	Koc	Vida Media	1000/DL50	Energía
2,4 D	2,4 D Ester 100 %.	2	4	3	0,616	5,75
2,4 D AMINA	2,4 D amina 86,7 %	3	4	2	0,580	5,75
2,4 DB AMINA	2,4 DB amina 100 %	2	4	3	1,428	5,75
2,4 DB Éster	2,4 DB Ester 100 %	2	4	2	1,428	5,75
A 35 T	Nonil Fenol Etoxilado 35%	5	5	2	0,104	5,75
Aceite Agrícola	Aceite mineral refinado 85,5%	1	2	2	0,216	5,75
Aceite de soja	Aceite de soja 95%	1	4	1	0,333	5,75
Aceite emulsionable	Aceite emulsionable 93%	1	2	2	0,200	5,75
Acetoclor	Acetoclor 90%	3	4	3	0,415	5,75
Actara	Tiametoxam 25%	4	4	3	0,200	5,75
Affinity	Carfentrazone Etil 40%	2	4	1	0,333	5,75
Aficida	Pirimicarb 50%	4	4	1	7,634	5,75
Agil	Propaquizafop 10%	1	3	2	0,349	5,75
Agrimec	Abamectina 1.8%	1	3	2	2,105	5,75
Agrospray Maxi Drop	Nonil fenol Etoxilado 15,5 %	5	5	2	0,086	5,75
Agross Rain	Nonil fenol Etoxilado 31,5 %	5	5	2	0,093	5,75
Alaclor FQ	Alaclor 48%	3	4	3	0,516	5,75
Aldrin	Aldrin	1	2	5	25,640	5,75
Allegro	Epoxiconazole 12.5% - Kresoxim metil 12,5%	1	4	3	0,200	5,75
Alsystin 48SC	Triflumuron 48%	1	2	5	0,200	5,75
Alteza	Imazatapir 3% + Glifosato 24%	4	2	3	0,200	5,75
Altín	Propiconazole	3	3	5	0,500	5,75
Ambush 50	Permetrina 50%	1	2	3	0,432	5,75
Amistar Xtra	Azoxistrobina 20% - Cyproconazole 8%	2	4	5	0,500	5,75
Antideriva	Poliacrilamida Anionica	1	2	2	0,200	5,75
Apron	Metalaxil-M 35%	5	4	3	0,500	5,75
Archer Plus	Gammacalotrina 15%	1	2	4	0,444	5,75
Assure	Quizalofop P-Etilo 10,3%	1	3	1	0,169	5,75
Atrazina 50	Atrazina 50%	2	4	3	0,439	5,75
Axial	Pinoxaden: 5% - Cloquintocet-mexyl: 1%	3	3	1	0,200	5,75
Bala	Alfamectrina 15 %	1	2	3	1,124	5,75
Banvel	Dicamba: 57,71%	5	5	2	0,282	5,75
Banvel M	MCPA 34% - Dicamba 8%	5	5	2	0,086	5,75
Basagran 60	Bentazon 48%	3	5	2	0,542	5,75
Baytan 15 FS	Triadimenol 15%	2	4	5	0,286	5,75

Baytroid	Cyfluthrin 5%	1	1	3	0,709	5,75
Belmark 30 EC	Fenvalerato 30%	1	3	3	2,273	5,75
Benlate	Benomilo 50%	1	3	5	0,100	5,75
Bester 48 E	Clorpirifos 48%	1	2	3	4,000	5,75
Bester Plus	Cipermetrina 5% - Clorpirifos 50%	1	2	4	4,082	5,75
Beta Baytroid 5 EC	Beta Ciflutrina 5%	1	2	2	1,429	5,75
Biagro 10	Cepas de Bradyrhizobium	1	1	1	0,000	5,75
Bicep Pack	S-metolaclo: 96%	3	4	3	0,441	5,75
Bitamflow 5 SC	Deltametrina 5%	1	1	3	0,067	5,75
Bladex	Cyanazine 50%	3	4	2	1,736	5,75
Brodal 50 SC	Diflufenican 50%	1	3	5	0,424	5,75
Bulldock	Beta Ciflutrina 12,5%	1	2	2	1,052	5,75
C+T	Carboxin 25% - Tiram 25%	2	3	2	0,124	5,75
Campogran	Bentazonn 48%	3	5	3	0,485	5,75
Canaplus	Alquil aril poliglicol éter 50%	5	5	2	0,333	5,75
Capaz	Sulfentrazone 75%	3	5	5	0,414	5,75
Carbaryl	Carbaryl 1 00 %	2	4	2	4,065	5,75
Carbaryl	Carbaryl 85%	2	4	2	1,988	5,75
Carbendazim	Carbendazim 50%	1	4	4	0,194	5,75
Caswet	Nonil fenol Etoxilado 40 %	5	5	2	0,118	5,75
Centurion	Clethodim 24%	4	5	1	0,440	5,75
Cerillo	Paraquat dicloruro 20% - Diuron 10%	5	1	5	0,500	5,75
Challenger	Nicosulfuron 75%	4	5	3	0,200	5,75
Cianex LPU	Imidacloprid 20% + Lambdacialotrina 10%	3	2	4	9,091	5,75
Cipermetrina 25	Cipermetrina 25%	1	2	4	0,880	5,75
Clap 20 SC	Fipronil 20%	1	4	3	1,368	5,75
Clartex BB	Carbaril 8%	2	4	2	0,325	5,75
Classic	Clorimurón Etil 25%	4	4	2	0,200	5,75
Clearsol	Imazapir 25%	4	4	3	0,200	5,75
Clorpirifos	Clorpirifos 48%	1	2	4	4,808	5,75
Coadyuvante	Nonil Fenol Etoxilado 35%	5	5	2	0,104	5,75
Coadyuvante Activador	Alcohol graso etoxilado monoramificado 48%	5	5	2	0,333	5,75
Concep III	Fluxofenim 96%	2	3	3	0,446	5,75
Confidor 35 SC	Imidacloprid 30,50%	3	4	4	1,302	5,75
Confirm 2 F	Tebufenozide 23%	1	4	4	0,200	5,75
Corrector	Éter de Nonil Fenol y Polietilenglicol 40%	5	5	2	0,333	5,75
Cottonex	Fluometuron 43%	3	5	4	0,200	5,75
Cruiser 35 FS	Tiametoxam 35%	4	4	3	0,333	5,75

Crusoe	Ipconazole 2%	1	3	5	0,333	5,75
Curyom	Lufenuron 5% - Profenofos 50%	2	2	4	0,800	5,75
Cycocel 75	Cloromecuato 75%	5	4	3	0,850	5,75
DDT	DDT	1	1	5	10,000	5,75
Decis Forte 10 EC	Deltametrina 10%	1	1	3	1,580	5,75
Decis Forte 5 EC	Deltametrina 5%	1	1	3	1,818	5,75
Decis TAB	Deltametrina 25%	1	1	3	0,509	5,75
Decisbest	Clorpirifos 57,6% + Deltametrina 0,8%	1	1	3	3,922	5,75
Decisdim	Dimetoato 40% - Deltametrina 1%	5	1	2	1,140	5,75
Deep Cleaner	Compuestos limpiadores desinfectantes inorgánicos 40%	5	5	2	0,763	5,75
Def	Tribufós 70%	1	3	5	4,292	5,75
Dimecron 100	Fosfamidon 84%	5	5	2	100,000	5,75
Dimetoato 40	Dimetoato 40%	5	5	2	2,179	5,75
Dimilin 25	Diflubenzuron 25%	1	3	1	0,500	5,75
Dingo	No disponible	3	3	2	0,290	5,75
Dipel 3,5	Bacillus Thuringiensis Subsp Kurstaki 3,5%	2	3	3	0,200	5,75
Diquat	Dibromuro de diquat 40%	5	1	2	1,739	5,75
Diuron	Diuron 50%	2	4	4	0,180	5,75
Dividend	Difenoconazole 3%	2	3	3	0,250	5,75
Dresin	Propamocarb 72,2%	2	2	2	0,361	5,75
Dress 75	Acefato 75 %	5	5	2	0,669	5,75
Dropp	Tidiazuron 48,7%	2	4	3	0,250	5,75
Dual 96 EC	Metolacloro 96%	3	4	3	0,555	5,75
Dual Gold	S-Metolacloro 96%	3	4	2	0,441	5,75
Duett	Carbendazim 12,5% + Epoconazole 12,5%	1	3	4	0,476	5,75
Duplo	Imidacloprid 23,3% + Tebuconazole 1,3%	3	4	5	1,000	5,75
Ecorizospray	Alcohol graso monaramificado etoxilado 48%	5	5	2	0,333	5,75
Ekatin	Tiometon 25%	3	4	1	2,000	5,75
Elsan	Fentoato 50%	2	4	3	2,972	5,75
Endosulfan	Endosulfan 35%	1	2	4	4,484	5,75
Envoke	Trifloxysulfurón 75%	5	3	3	0,200	5,75
Equip WG	Foramsulfuron 30% + Iodosulfuron Metil Sodio 2%	5	5	2	0,236	5,75
Eskoba Max	Glifosato 68,8%	5	2	4	0,500	5,75
Ethrel	Etefon 48%	5	3	2	0,400	5,75
Evolution	Isoxaflutole 48%	1	4	1	0,500	5,75

Evoprid	Imidacloprid 30,50%	3	4	4	0,500	5,75
FasTac	Alfamestrina 10,9%	1	2	3	1,587	5,75
FasTac 10	Alfamestrina 10%	1	2	3	1,639	5,75
Fendona	Alfamestrina 6%	1	2	3	0,200	5,75
Fenithion 100	Fenitrotion 100%	2	4	1	0,909	5,75
Fenom 20	Cipermetrina 25%	1	2	4	0,880	5,75
Fenom C	Cipermetrina HIGH- CIS 40% - Profenofos 2,5%	2	2	3	0,690	5,75
Fighter Plus	Gammacialotrina 15%	1	2	3	0,444	5,75
Finish	Ciclanilida 6% - Etefon 48%	5	2	2	0,246	5,75
Fitoquat	Paraquat 27,6%	5	1	5	1,538	5,75
Flusol	Fluorocloridona 25%	2	4	3	0,430	5,75
Focus Ultra	Cycloxydim 10,8%	2	5	1	0,417	5,75
Folicur 25 EW	Tebuconazole 25%	2	4	3	0,909	5,75
Force CS	Teflutrina 19,5%	1	1	3	0,500	5,75
Force EC	Teflutrina 5%	1	1	4	3,125	5,75
Frontier	Dimetenamina 90%	4	4	2	0,417	5,75
Furadan	Carbofuran 47%	3	5	3	55,550	5,75
Furia	Zetamestrina 18%	1	1	2	3,226	5,75
Fusion	Carbendazim 25% + Flusilazole 12,5%	2	3	4	0,500	5,75
Futur	Thiodicarb 30%	2	4	2	4,785	5,75
Fyllonn Winter	40 millones de UFC por ml de Azospirillum brasilense (5%)	1	1	1	0,200	5,75
Galant R	Haloxifop R Metil 12%	1	5	1	0,500	5,75
Galant R LPU	haloxifop R Metil 3%	1	5	1	0,500	5,75
Galtac	Benazolin 50%	3	5	2	0,357	5,75
Gangster 75	Acefato 75%	5	5	2	0,572	5,75
Gas Oil	Gasóleo > 90%	1	5	2	0,200	5,75
Gaicho 60 FS	Imidacloprid 60%	3	4	4	0,909	5,75
Gaicho 70%	Imidacloprid 70%	3	4	5	0,909	5,75
Geonex	Tiametoxam 14.1% + Lambda Cihalotrina 10.6%	4	1	3	3,224	5,75
Gesagard 50	Prometrina 50%	1	2	3	0,333	5,75
Gesaprim 90 WDG	Atrazina 90%	2	4	3	0,500	5,75
Glex M 50	Mercaptotion 50%	3	4	2	0,111	5,75
Glifomax	Glifosato 70%	5	2	4	0,333	5,75
Gramoxone Super	Paraquat dicloruro: 27,6%	5	1	5	1,585	5,75
Guapo 60 FS	Imidacloprid 60%	3	4	4	0,333	5,75
Guardian	Acetoclor 84%	3	4	3	1,277	5,75
H1 2000	Fluazifop P Butil 15%	1	3	2	0,333	5,75
Halmark 10	Esfenvalerato 10%	1	3	3	1,130	5,75
Hamidop	Metamidofos 60%	5	5	1	52,630	5,75

Harness	Acetoclor 90%	3	4	2	0,355	5,75
Harness GD	Acetaclor 33% - Atrazina 16,5%	3	4	2	0,478	5,75
Heptacloro	Heptacloro	1	2	5	5,450	5,75
Herbadox	Pendimetalina 34%	1	2	4	0,222	5,75
Herban LPU	Quizalofop-P-etil 1,8%	1	3	1	0,333	5,75
Hussar 20 WG	Iodosulfuron-metil-sodio 5,26%	5	5	2	0,200	5,75
Hussar OD	Iodosulfuron metil sodio 10% - Solvente Nafta (petróleo) aromático pesado 30% - Alcohol alcoxilado 75%	5	5	2	0,200	5,75
Iloxan	Diclofop Metil 28,4%	1	2	2	0,467	5,75
Iloxan 28 EC	Diclofop-metil 27%	1	2	2	0,467	5,75
Imidan 50	Fosmet 50%	2	3	1	3,117	5,75
Imidan 70	Fosmet 70%	2	3	1	3,117	5,75
Impact	Flutriafol 12,5%	3	4	5	0,229	5,75
Interfield	Imazapyr 17,5% - Imazethapyr 52,5%	4	5	4	0,200	5,75
Intrepid	Metoxifenocida 24%	1	4	4	0,200	5,75
Ishipron	Clorfluazuron 5%	1	2	3	0,337	5,75
Isomero	Fenoxaprop P – Etil 11%	1	2	1	0,317	5,75
K100 Corrector (euxil K 100)	Alcohol bencílico 95%	5	5	2	0,462	5,75
Karate	Pirimicarb 10% - Lambdacialotrina 0,05%	4	2	2	2,128	5,75
Karate Zeón	Lambdacialotrina 5%	1	1	2	2,494	5,75
Kendo	Lambdacialotrina 5%	1	1	2	1,497	5,75
Koltar	Oxifluorfen 24%	1	2	3	0,500	5,75
Lannate	Metomil 90%	5	5	2	43,478	5,75
Larvin 375	Tiodicarb 34 %	2	4	2	3,165	5,75
Larvin 80	Tiodicarb 80 %	2	4	2	7,752	5,75
Lazo CE	Alaclor 48%	3	4	3	0,480	5,75
Lazo MT	Alaclor 48%	3	4	3	0,096	5,75
Lemur	Esteres poliglicólicos de aminas grasas 80%	2	2	1	0,333	5,75
Lightning	Imazapyr 17,5 % - Imazethapyr 52,5 %	4	5	4	0,200	5,75
Listo	Fluazifop P Butil 5%	1	3	2	0,333	5,75
Lontrel	Clopivalida 40,9%	5	5	2	0,200	5,75
Lorsban 48	Clorpirifos 44,5%	1	2	3	4,283	5,75
Lorsban Plus	Clorpirifos 50% - Cipermetrina 5%	1	2	3	4,428	5,75
Malathión 1000	Malation 83,7%	3	4	1	0,727	5,75
Malathión 90	Malation 80%	3	4	1	0,858	5,75

Marshall	Carbosulfan 25%	1	3	3	8,511	5,75
Match	Lufenuron 5%	1	2	5	0,333	5,75
Maxim XI	Fludioxonil 2,5% + Metalaxil-M 1%	5	2	3	0,333	5,75
MCPA 28	MCPA 28%	5	5	2	0,418	5,75
Mercaptotion 100	Mercaptotion 100%	3	4	1	0,333	5,75
Merlín 75 WG	Isoxaflutole 75%	1	4	1	0,200	5,75
Metamidofos 60	Metamidofos 60%	5	5	1	47,550	5,75
Metasystox R VL-50	Oxidemeton-metil 51,30% - Clorobenceno 44%	1	2	1	16,670	5,75
Metasystox R-25	Oxidemeton metil 23.1%	5	5	1	7,143	5,75
Metsulfuron 60 SF	Metsulfuron 60%	3	4	3	0,500	5,75
Mirage	Haloxifop R Metil 10,4%	1	5	1	0,500	5,75
Mirage 45 EC	Procloraz 45%	2	3	5	0,500	5,75
Misil	Metsulfurón Metil 60% - Dicamba 57,71%	5	5	2	0,286	5,75
Misil II	Metsulfurón Metil 60% - Dicamba 57,71%	5	5	2	0,284	5,75
Monocrotofós	Monocrotofos 60%	5	5	2	64,520	5,75
Mospilan	Acetamiprid 20%	4	4	1	1,172	5,75
MSMA	MSMA 96%	5	3	5	0,791	5,75
Nitragin Maiz	Azospirillum Brasiliensis	1	1	1	0,200	5,75
Nitrasoil	Bradyrhizobium japonicum	1	1	1	0,000	5,75
Nomolt	Teflubenzuron 15%	1	2	2	0,200	5,75
Nova Pack	Tiram 10 %- Carbendazim 10 %	2	3	2	0,333	5,75
Onduty	Imazapic 52,50 % - Imazapir 17,50%	4	4	5	0,500	5,75
Opera	Pyraclostrobin 12,5% - Epoxiconazole 4,7%	1	3	3	1,527	5,75
Orthene 75	Acefato 75%	5	5	2	0,669	5,75
Palaversich	Tiram 12.5 %- Carbendazim 12.5 %	2	3	3	0,062	5,75
Panzer Gold	Gifosato 48%	5	2	3	0,192	5,75
Paraquat 20 SL	Paraquat 20%	5	1	5	1,445	5,75
Paraquat Ciagro	Paraquat 27,6%	5	1	5	1,538	5,75
Parathión	Paratión Metilo	2	4	2	4,963	5,75
Patton Flow	Pirimicarb 50%	4	4	3	5,747	5,75
Perfekthion	Dimetoato 45,5% - Ciclohexanona 48%	5	5	1	0,909	5,75
Permetrina	Permetrina 38,4	1	2	3	0,909	5,75
Picus	Imidacloprid 60%	3	4	5	0,909	5,75
Pivot	Imazethapyr 10%	4	5	4	0,167	5,75
Pivot 70 DG	Imazethapyr 70%	4	5	4	0,200	5,75

Pivot H	Imazethapyr 10%	4	5	4	0,200	5,75
PIX	Cloruro de Mepiquat 5%	5	3	3	0,145	5,75
Poast	Setoxidim 18,4%	4	4	2	0,233	5,75
Pounce	Permetrina 38,4%	1	2	3	0,971	5,75
Premerge	Trifluralina 60%	1	2	5	0,167	5,75
Premerlin 600	Trifluralina 54.8 %	1	2	5	0,167	5,75
Preside	Flumetsulam 12%	4	5	3	0,500	5,75
Preside 80 WDG	Flumetsulam 80%	4	5	3	0,267	5,75
Prodigio	Aclonifen 60%	1	3	4	0,263	5,75
Puma	Fenoxaprop P – Etil 6,9%	1	2	1	0,213	5,75
Puma Extra	Fenoxaprop-P-etil 6,6%	1	2	1	0,200	5,75
Punto 70 WP	Imidacloprid 70%	3	4	5	1,919	5,75
Pyramin	Cloridazon 65%	3	4	3	0,330	5,75
Pyramin DF	Chloridazon 65%	3	4	3	0,330	5,75
Rainbow	Flurocloridona 25%	2	4	3	0,385	5,75
Rango 480 SL	Glifosato 48%	1	2	3	0,200	5,75
Rango Gr	Quizalofop p-tefuril 12%	1	4	1	0,323	5,75
Rastra	Acetoclor 90%	3	4	2	0,355	5,75
Reglone	Dibromuro de diquat 40%	5	1	2	1,739	5,75
Rimon	Novaluron 100%	1	3	4	0,200	5,75
Rizo Max	Bradyrhizobium sp	1	1	1	0,000	5,75
Rogor L	Dimetoato 40%	5	5	3	1,414	5,75
Round Up Full	Glifosato 65,5%	5	2	3	0,200	5,75
Round Up Full II	Glifosato 66,2%	5	2	3	0,333	5,75
Round Up Max	Glifosato 74,7%	5	2	4	0,355	5,75
Round Up Ultra Max	Glifosato 74,7%	5	2	3	0,355	5,75
Roundup	Glifosato 48%	5	2	3	0,200	5,75
Roundup FG	Glifosato 79,2%	5	2	3	0,278	5,75
Roundup Max	Glifosato 74,7%	5	2	3	0,355	5,75
Roundup Quick	Glifosato 74,7%	5	2	3	0,355	5,75
Secuestrante	Mezcla fosfonatos 99,93%	5	5	2	0,250	5,75
Select	Cletodim 25%	4	5	1	0,277	5,75
Semevin	Tiodicarb 35%	2	4	2	4,065	5,75
Sencorex 48 SC	Metribuzim 41,4%	4	5	2	0,928	5,75
Sencorex 75	Metribuzim 75%	4	5	2	0,690	5,75
Sevin 85%	Carbaril 85%	2	4	2	4,717	5,75
Sheriff	Quizalofop P etil 1,8%	1	3	1	0,200	5,75
Silwet	Aliloxipolietilénglicol 100%.	5	5	2	0,500	5,75
Spider	Diclosulam 84%	1	5	3	0,200	5,75
Squadron	Glifosato	5	2	3	0,350	5,75
Starane	Fluroxypyr 20%	4	4	3	0,200	5,75
Storm	Flocoumafen 0,005%	1	3	5	0,200	5,75

Sulfosato	Glifosato 62%	5	2	3	0,200	5,75
Sumisoya	Flumioxacin 48%	1	3	2	0,150	5,75
Super Pack	Acetoclor 90% - Diflufenican 50%	3	3	5	0,336	5,75
Supracid 40	Metidation 40%	3	4	2	14,493	5,75
Tamaron	Metamidofos 60%	5	5	1	50,000	5,75
Tandem	Cloransulam Metil 84% - Diclosulam 84%	2	5	2	0,200	5,75
Tecto	Tiabendazol 50%	2	3	5	0,200	5,75
Temik 15 G	Aldicarb 15%	4	5	2	160,500	5,75
Thiodan 50 WP	Endosulfan 48,25%	1	2	4	4,545	5,75
Thuricide	Bacillus thuringiensis 95,3%	2	3	3	0,198	5,75
Tilt	Propiconazole 25%	3	3	5	0,500	5,75
Tilt Plus	Propiconazol 6,25% - Cyprodinil 25%	2	3	4	0,333	5,75
Tiubin	Tiram 36,8%	2	2	3	0,205	5,75
Togar	Picloran 3%, Triclopyr 6%	4	5	3	0,500	5,75
Topik 24 EC	Clodinafop Propargyl 24 %	1	3	1	0,439	5,75
Tordon 24 K	Picloram 24%	3	5	3	0,200	5,75
Tracer	Spinosad 48%	3	2	2	0,200	5,75
Treflan	Trifluralina 48%	1	2	5	0,500	5,75
Treflan EC 117	Trifluralin 45,9% - Xileno 45%	2	3	5	0,500	5,75
Treflan HFP	Trifluralina 44,5%	1	3	3	0,270	5,75
Twin Pack	Fluorocloridona 25%	2	4	3	0,333	5,75
UB10	10.000.000.000 ced. Por gr. Inoculante	1	1	1	0,000	5,75
Verosil	Imazetapir 10%	4	5	4	0,333	5,75
Vertimec	Abamectina 1,8%	1	3	2	1,538	5,75
Vitapack	Carboxin 20% - Tiram 20%	2	3	2	0,625	5,75
Vitavax 75	Carboxin 75%	3	4	2	0,160	5,75
Vitavax FF	Carboxin 34%	3	4	2	0,160	5,75
Vulcan	Endosulfán 35%	1	2	4	6,452	5,75
Wafen	Carbendazim 10% - Tiram 10%	2	3	3	0,050	5,75
Weedex	Bromoxinil octanoato 34,6%	1	4	1	1,159	5,75
Yunta	Imidacloprid 20,3% - Tebuconazole 1,14%	3	4	4	1,000	5,75

Tabla 9: Características de las Forrajeras (costo energético de las semillas 16,7)

	Características			
	Factor Cobertura	Metabolicidad (cal/cal)	Producción (kg/ha/año)	Kc (Ene a Dic)
Pasturas consociadas	0,3	0,500	8000	0,83 0,83 0,83 0,83 0,60 0,40 0,40 0,40 0,60 0,83 0,83 0,83
Campo Natural	0,1	0,409	3000	0,70 0,70 0,70 0,70 0,70 0,70 0,70 0,70 0,70 0,70 0,70 0,70
Pasto llorón	0,3	0,409	5000	1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00
Verdeo de invierno	0,57	0,523	3000	0,00 0,00 0,00 0,00 0,42 0,62 0,86 1,05 1,13 0,60 0,00 0,00
Verdeo de verano	0,6	0,500	4000	1,15 1,02 0,45 0,00 0,00 0,00 0,00 0,00 0,00 0,00 0,47 0,88
Corrales	1	0,000	1	0

Tabla 10: Características de los Usos de la Tierra

	Características				
	Factor Uso de la Tierra	Factor Cobertura	Índice de Cosecha	Cobertura (Ton/ha)	Kc (Ene a Dic)
Bosque Natural	0,9	0,0001	-	10,0	0,70 0,70 0,70 0,70 0,70 0,70 0,70 0,70 0,70 0,70 0,70 0,70
Cerrales	0,6	0,0000	-	0,0	1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00
Forestación	0,9	0,0000	-	5,0	0,70 0,70 0,70 0,70 0,70 0,70 0,70 0,70 0,70 0,70 0,70 0,70
Girasol - Convencional	0,7	0,0800	2,22	3,0	1,15 1,02 0,45 0,00 0,00 0,00 0,00 0,00 0,00 0,00 0,47 0,88
Girasol - Directa	0,7	0,0000	2,22	3,2	1,15 1,02 0,45 0,00 0,00 0,00 0,00 0,00 0,00 0,00 0,47 0,88
Lagunas	1	0,0000	-	0,0	0,80 0,80 0,80 0,80 0,80 0,80 0,80 0,80 0,80 0,80 0,80 0,80
Maíz - Convencional	0,7	0,0800	2,22	5,0	1,11 1,08 0,71 0,43 0,00 0,00 0,00 0,00 0,00 0,40 0,44 0,67
Maíz - Directa	0,7	0,0000	2,22	6,0	1,11 1,08 0,71 0,43 0,00 0,00 0,00 0,00 0,00 0,40 0,44 0,67
Pastizal Natural	1,1	0,0000	-	2,0	0,70 0,70 0,70 0,70 0,70 0,70 0,70 0,70 0,70 0,70 0,70 0,70
Pasto Llorín	0,8	0,0000	-	3,0	1,00 1,00 1,00 1,00 0,60 0,40 0,40 0,40 0,60 1,00 1,00 1,00
Pasturas Consociadas	1,1	0,0000	-	2,0	0,83 0,83 0,83 0,83 0,60 0,40 0,40 0,40 0,60 0,83 0,83 0,83
Soja - Convencional	0,7	0,0800	2,22	2,5	1,01 1,00 0,65 0,40 0,00 0,00 0,00 0,00 0,00 0,00 0,43 0,70
Soja - Directa	0,7	0,0000	2,22	3,0	1,01 1,00 0,65 0,40 0,00 0,00 0,00 0,00 0,00 0,00 0,43 0,70
Trigo - Convencional	0,7	0,3000	2,86	2,5	0,00 0,00 0,00 0,00 0,00 0,42 0,62 0,86 1,05 1,13 1,10 0,60
Trigo - Directa	0,7	0,1500	2,86	2,6	0,00 0,00 0,00 0,00 0,00 0,42 0,62 0,86 1,05 1,13 1,10 0,60

Trigo/Maiz 2da - Convencional	0,7	0,0400	2,22	4,0	1,11	1,08	0,71	0,43
					0,00	0,42	0,62	0,86
					1,05	1,13	1,10	0,67
Trigo/Maiz 2da - Directa	0,7	0,0300	2,22	5,0	1,11	1,08	0,71	0,43
					0,00	0,42	0,62	0,86
					1,05	1,13	1,10	0,67
Trigo/Soja - Convencional	0,7	0,0400	2,22	3,5	1,01	1,00	0,65	0,40
					0,00	0,42	0,62	0,86
					1,05	1,13	1,10	0,70
Trigo/Soja - Directa	0,7	0,0300	2,22	4,0	1,01	1,00	0,65	0,40
					0,00	0,42	0,62	0,86
					1,05	1,13	1,10	0,70
V. Invierno/Girasol o Soja - Convencional	0,7	0,0400	2,22	3,0	1,01	1,00	0,65	0,40
					0,42	0,62	0,86	1,05
					1,13	0,60	0,43	0,70
V. Invierno/Girasol o Soja - Directa	0,7	0,0300	2,22	3,5	1,01	1,00	0,65	0,40
					0,42	0,62	0,86	1,05
					1,13	0,60	0,43	0,70
V. Invierno/Maiz - Convencional	0,7	0,0400	2,22	5,0	1,11	1,08	0,71	0,43
					0,42	0,62	0,86	1,05
					1,13	0,60	0,44	0,67
V. Invierno/Maiz - Directa	0,7	0,0300	2,22	6,0	1,11	1,08	0,71	0,43
					0,42	0,62	0,86	1,05
					1,13	0,60	0,44	0,67
Verdeos Invierno - Convencional	0,7	0,1500	-	1,5	0,00	0,00	0,00	0,00
					0,42	0,62	0,86	1,05
					1,13	0,60	0,00	0,00
Verdeos Invierno - Directa	0,7	0,3000	-	2,0	0,00	0,00	0,00	0,00
					0,42	0,62	0,86	1,05
					1,13	0,60	0,00	0,00
Verdeos Verano - Convencional	0,7	0,0800	-	3,0	1,15	1,02	0,45	0,00
					0,00	0,00	0,00	0,00
					0,00	0,00	0,47	0,88
Verdeos Verano - Directa	0,7	0,0600	-	3,0	1,15	1,02	0,45	0,00
					0,00	0,00	0,00	0,00
					0,00	0,00	0,47	0,88

Tabla 11: Pendientes Medias

Pendiente	Valor de Pendiente (%)	Coficiente de Pendiente
0,0 - 0,4 %	0,25	0,20
0,5 - 1,0 %	0,75	0,20
2,0 - 4,0 %	3,00	0,30
5,0 - 8,0 %	6,50	0,40
10,0 - 14,0 %	12,00	0,50
16,0 - 25,0 %	17,00	0,50
30,0 - 60,0 %	20,00	0,50

Tabla 12: Manejo de Rastrojos

	Coficiente de Rastrojo
Quema o consumo de Rastrojos	0,90
Incorporación de Rastrojo por labranza	1,00
Importación de Materia Orgánica	1,20
Campo natural sin labor	1,10
Soja - Siembra Directa	1,00
Girasol - Siembra Directa	1,33
Trigo - Siembra Directa	1,40
Maíz - Siembra Directa	2,19
Ninguno	0,80

Tabla 13: Labranzas

Implemento Principal	Coefficiente de Rugosidad	Factor de Labranza	Factor de Interferencia
Arado de Reja	0,500	1,0	1,0
Cinzel	0,550	1,0	0,6
Disco	0,70	1,0	1,0
Rastra	1,000	1,0	1,0
Siembra Directa	0,005	1,1	0,3
Sin labranza	0,005	1,1	0,0
Compactador	1,000	0,9	0,3

Tabla 14: Prácticas Conservacionistas

	Valor de Coeficiente
Cultivos en franjas	0,3
Cultivos en terrazas	0,6
Cultivos en contorno	0,5
ninguna	1,0

Tabla 15: Tipos de Bosque

Implemento Principal	Biomasa (Ton/ha)	Crecimiento Anual (Ton/ha/año)
Bosque boreal coníferas	67,5	1,0
Bosque boreal latifoliadas	63,5	1,0
Bosque templado Abetos	100,0	6,0
Bosque templado caduco 0 - 20 años	106,0	3,0
Bosque templado caduco 20 - 100 años	212,0	2,0
Bosque templado perenne 0 - 20 años	129,0	3,0
Bosque templado perenne 20 - 100 años	258,0	2,0
Bosque templado Pinos	100,0	4,0
Bosque tropical Acacia spp.	100,0	15,0
Bosque tropical estacional 0 - 20 años	45,0	5,0
Bosque tropical estacional 20 - 100 años	90,0	0,5
Bosque tropical Eucaliptus spp.	100,0	14,5
Bosque tropical húmedo 0 - 20 años	145,0	8,0
Bosque tropical húmedo 20 - 100 años	290,0	0,9
Bosque tropical mezcla de spp. Madera dura	100,0	6,8
Bosque tropical Pinus spp.	100,0	11,5
Bosque tropical seco 0 - 20 años	50,0	4,0
Bosque tropical seco 20 - 100 años	105,0	0,3
Bosque tropical Spp. Madera blanda crecim. Rápido	100,0	14,5
Bosque tropical Spp. Madera dura crecim. Rápido	100,0	12,5

Tabla 16: Emisiones por Ganadería

Tipo de Ganado	CH ₄ – Fecal (kg/cab/año)	CH ₄ – Entérico (kg/cab/año)	N de Heces y Orina (kg/cab/año)
Bovinos de carne - Zona cálida - extensivos	1	56	40
Bovinos de carne - Zona cálida - Intensivos	38	48	70
Bovinos de carne - Zona cálida - Semi-intensivos	7	53	60
Bovinos de carne - zona fría - extensivos	1	56	40
Bovinos de carne - zona fría - Intensivos	6	48	70
Bovinos de carne - zona fría - Semi-intensivos	5	53	60
Bovinos de carne - Zona templada - extensivos	2	56	40
Bovinos de carne - Zona templada - Intensivos	20	48	70
Bovinos de carne - Zona templada - Semi-intensivos	6	53	60
Bovinos de leche - Zona cálida - extensivos	2	57	70
Bovinos de leche - Zona cálida - Intensivos	81	100	100
Bovinos de leche - Zona cálida - Semi-intensivos	33	68	80
Bovinos de leche - zona fría - extensivos	0	57	70
Bovinos de leche - zona fría - Intensivos	14	100	100
Bovinos de leche - zona fría - Semi-intensivos	31	68	80
Bovinos de leche - Zona templada - extensivos	1	57	70
Bovinos de leche - Zona templada - Intensivos	44	100	100
Bovinos de leche - Zona templada - Semi-intensivos	32	68	80
Caprinos - Zona cálida - Extensivos	2	5	40
Caprinos - Zona cálida - Intensivos	18	5	25
Caprinos - Zona cálida - Semi-intensivos	20	5	25
Caprinos - Zona fría - Extensivos	0	5	40
Caprinos - Zona fría - Intensivos	10	5	25
Caprinos - Zona fría - Semi-intensivos	20	5	25
Caprinos - Zona templada - Extensivos	1	5	40
Caprinos - Zona templada - Intensivos	14	5	25
Caprinos - Zona templada - Semi-intensivos	20	5	25
Equinos - Zona cálida - Extensivos	2	18	40
Equinos - Zona cálida - Intensivos	18	18	25
Equinos - Zona cálida - Semi-intensivos	20	18	25
Equinos - Zona fría - Extensivos	0	18	40
Equinos - Zona fría - Intensivos	10	18	25
Equinos - Zona fría - Semi-intensivos	20	18	25
Equinos - Zona templada - Extensivos	1	18	40

Equinos - Zona templada - Intensivos	14	18	25
Equinos - Zona templada - Semi-intensivos	20	18	25
Ovinos - Zona cálida - Extensivos	2	5	12
Ovinos - Zona cálida - Intensivos	18	8	20
Ovinos - Zona cálida - Semi-intensivos	20	8	20
Ovinos - Zona fría - Extensivos	0	5	12
Ovinos - Zona fría - Intensivos	10	8	20
Ovinos - Zona fría - Semi-intensivos	20	8	20
Ovinos - Zona templada - Extensivos	1	5	12
Ovinos - Zona templada - Intensivos	14	8	20
Ovinos - Zona templada - Semi-intensivos	20	8	20
Suinos - Zona cálida - extensivos	2	1	16
Suinos - Zona cálida - Intensivos	18	1,5	20
Suinos - Zona cálida - Semi-intensivos	20	1,5	16
Suinos - zona fría - extensivos	0	1	16
Suinos - zona fría - Intensivos	10	1,5	20
Suinos - zona fría - Semi-intensivos	20	1,5	16
Suinos - Zona templada - extensivos	1	1	16
Suinos - Zona templada - Intensivos	14	1,5	20
Suinos - Zona templada - Semi-intensivos	20	1,5	16

Anexo B

A continuación se colocan las planillas de Excel del modelo AgroEcoindex® con los datos utilizados para campaña 2018-2019 y campaña 2021-2022 respectivamente.

Tabla 2: datos básicos del establecimiento para la campaña 2018-2019 Fuente: Elaboracion propia.

[Volver al inicio](#) **DATOS BÁSICOS DE LA UNIDAD DE ANÁLISIS** [Ayuda](#)

2018-2019

Ubicación y Características del Establecimiento Evaluado

Establecimiento	Bremor	Localidad - Provincia	Laguna Larga - Cordoba	Ubicación (° ' ")	Altitud (msnm)
Propietario	Carlos Whitworth Hulse	Área Agroecológica	Pampa Central Semiárida - Pampa loéssica	Latitud S	31
Periodo Evaluado	2018-2019	Superficie Evaluada	415 ha	Longitud W	63

La suma de superficies de los lotes es menor que la del establecimiento

Características Edáficas y Meteorológicas

Precipitación anual	740	mm/año	Clase Textural	Franco limoso	
Riego	6	m ³ /año	Retención de agua	No disponible	mm en 1 m de suelo
Evapotranspiración	1300	mm/año	Materia Orgánica	1	%
Vel. Media del Viento	11,5	km/h	Estructura del suelo	3. Regular	
Temp. Media Anual	17,2	°C	Permeabilidad	No disponible	
Pendiente media	0,00 - 0,49 %	%	Carbonatos	0,1	%

Consumo de Combustibles Fósiles

Vehiculo	Combustible	Litros*	km*
Camioneta 4x4	Gas Oil (l)		1100
Camioneta 4x4	Gas Oil (l)	776,47	
Tractor	Gas Oil (l)	2200	

Combustible para otros usos	Consumo
Electricidad - gas/fuel (kWh)	153858

* Completar solamente uno de ellos Utilice AvPág/Repág para moverse por esta hoja

Tabla 3: Distribución y uso de la tierra campaña 2018-2019 planilla potreros. Fuente: Elaboración propia mediante el modelo AgroEcoindex®.

Distribución Actual del Uso de la Tierra 2018-2019					
Cantidad de Potreros	6	Superficie de Corrales e Instalaciones Ganaderas			0 ha
Cultivos y Actividades	Potrero 1	Potrero 2	Potrero 3	Potrero 4	
Superficie (ha)	79	76	139	112	
Primera Ocupación (julio-diciembre)	Barbecho	Barbecho	Barbecho	Trigo	
Densidad de Siembra (kg/ha)	0	0	0	30	
Labores, Aplicaciones, Agroquímicos	Cargar	Cargar	Cargar	Cargar	
Rendimiento (kg/ha)	No corresponde	No corresponde	No corresponde	4600	
Tipo de Labranza / Manejo	Sin utilizar	Sin utilizar	Sin utilizar	Siembra Directa	
Manejo de Rastrojos	Sin Pastoreo	Sin Pastoreo	Sin Pastoreo	Sin remoción de Rastrojos	
Otros Manejos Relevantes	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno	
Segunda Ocupación (enero-junio)	Soja	Maíz	Maíz	Soja de Segunda	
Densidad de Siembra (kg/ha)	37,6	6,1	7,2	40	
Labores, Aplicaciones, Agroquímicos	Cargar	Cargar	Cargar	Cargar	
Rendimiento (kg/ha)	2800	10000	11500	2600	
Tipo de Labranza / Manejo	Siembra Directa	Siembra Directa	Siembra Directa	Siembra Directa	
Manejo de Rastrojos	Sin remoción de Rastrojos	Sin remoción de Rastrojos	Sin remoción de Rastrojos	Sin remoción de Rastrojos	
Otros Manejos Relevantes	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno	
Cultivos y Actividades	Potrero 5	Potrero 6	Potrero 7	Potrero 8	
Superficie (ha)	2	7			
Primera Ocupación (julio-diciembre)	Forestación Templada	Bosque Nativo Templado			
Densidad de Siembra (kg/ha)	20				
Labores, Aplicaciones, Agroquímicos	Cargar	Cargar	Cargar	Cargar	
Rendimiento (kg/ha)	No corresponde	No corresponde			
Tipo de Labranza / Manejo	Sin utilizar	Sin utilizar			
Manejo de Rastrojos	Sin Pastoreo	Sin Pastoreo			
Otros Manejos Relevantes	Ninguno	Ninguno			
Segunda Ocupación (enero-junio)	Misma Ocupación	Misma Ocupación			
Densidad de Siembra (kg/ha)	20				
Labores, Aplicaciones, Agroquímicos	Cargar	Cargar	Cargar	Cargar	
Rendimiento (kg/ha)	No corresponde	No corresponde			
Tipo de Labranza / Manejo	Sin utilizar	Sin utilizar			
Manejo de Rastrojos	Sin Pastoreo	Sin Pastoreo			
Otros Manejos Relevantes	Ninguno	Ninguno			

Referencias: distribución de lotes 2018-2019

Potrero	Lote
Potrero 1	Cementerio
Potrero 2	Casa-silo
Potrero 3	C1
Potrero 4	C2
Potrero 5	Forestación implantada eucalipto
Potrero 6	Bosque nativo

Tabla 4: planilla forestal campaña 2018-2019 establecimiento "Bremor".. Fuente: Elaboración propia mediante modelo Agrocoindex.

Carga de Existencias y Actividades Forestales		Masa Forestal	Extracción de Productos	Quema de Bosques	Siembra e Implantación
Potrero	Tipo de Bosque	Superficie (Ton/ha)			
1					
2					
3					
4					
5	Restación Templada Implantado Tropical - Seco (Eucalyptus)	2 ha	No disponible	Tipo Cantidad	Implantación Superficie 2 ha
6	Quebracho Nativo Templado Nativo Templado - Continental > 20 años	7 ha	No disponible	Tipo Cantidad	Regeneración natural Superficie 7 ha
7					

Tabla 5: datos básicos del establecimiento para la campaña 2021-2022 Fuente: Elaboración propia mediante el modelo AgroEcoindex®.

[Volver al inicio](#)

DATOS BÁSICOS DE LA UNIDAD DE ANÁLISIS

[Ayuda](#)

Ubicación y Características del Establecimiento Evaluado

Establecimiento	Bremor	Localidad - Provincia	Laguna Larga- Cordoba	Ubicación (° ' ")	Altitud (msnm)
Propietario	Carlos Whitworth Hulse	Área Agroecológica	Pampa Central Semiárida - Pampa loés	Latitud S	31
Período Evaluado	2021-2022	Superficie Evaluada	415 ha	Longitud W	63

Características Edáficas y Meteorológicas

Precipitación anual	740	mm/año	Clase Textural	Franco limoso
Riego	7,2	m³/año	Retención de agua	No disponible
Evapotranspiración	1300	mm/año	Materia Orgánica	1
Vel. Media del Viento	11,5	km/h	Estructura del suelo	3. Regular
Temp. Media Anual	17,2	°C	Permeabilidad	No disponible
Pendiente media	0,00 - 0,49 %	%	Carbonatos	0,1

Consumo de Combustibles Fósiles

Vehículo	Combustible	Litros*	km*
Camioneta 4x4	Gas Oil (l)	1694,12	
Camioneta 4x4	Gas Oil (l)	776,47	
Tractor	Gas Oil (l)	2400	

Combustible para otros usos	Consumo
Electricidad - gas/fuel (kWh)	17390

* Completar solamente uno de ellos Utilice AvPág/Repág para moverse por esta hoja

Tabla 6: Distribución y uso de la tierra campaña 2021-2022 planilla potreros. Fuente: Elaboración propia mediante el modelo AgroEcoindex®.

Distribución Actual del Uso de la Tierra 2021-2022						
Cantidad de Potreros	10	Superficie de Corrales e Instalaciones Ganaderas				0 ha
Cultivos y Actividades	Potrero 1	Potrero 2	Potrero 3	Potrero 4	Potrero 5	
Superficie (ha)	78	75	122	81	25	
Primera Ocupación (julio-diciembre)	Centeno	Centeno	Trigo	Barbecho	Barbecho	
Densidad de Siembra (kg/ha)	50,63	50,63	68,85	0	0	
bases, Aplicaciones, Agroquímicos	Cargar	Cargar	Cargar	Cargar	Cargar	
Rendimiento (kg/ha)	No corresponde	No corresponde	4700	No corresponde	No corresponde	
Tipo de Labranza / Manejo	Siembra Directa	Siembra Directa	Siembra Directa	Siembra Directa	Siembra Directa	
Manejo de Rastrojos	Sin remoción de Rastrojos	Sin remoción de Rastrojos	Sin remoción de Rastrojos	Sin remoción de Rastrojos	Sin remoción de Rastrojos	
Otros Manejos Relevantes	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno	
Segunda Ocupación (enero-junio)	Maíz	Soja	Soja de Segunda	Maíz	Maíz	
Densidad de Siembra (kg/ha)	0,71	47,66	67,85	0,86	0,37	
bases, Aplicaciones, Agroquímicos	Cargar	Cargar	Cargar	Cargar	Cargar	
Rendimiento (kg/ha)	7950	2550	1900	10900	5450	
Tipo de Labranza / Manejo	Siembra Directa	Siembra Directa	Siembra Directa	Siembra Directa	Siembra Directa	
Manejo de Rastrojos	Sin remoción de Rastrojos	Sin remoción de Rastrojos	Sin remoción de Rastrojos	Sin remoción de Rastrojos	Sin remoción de Rastrojos	
Otros Manejos Relevantes	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno	
Cultivos y Actividades	Potrero 6	Potrero 7	Potrero 8	Potrero 9	Potrero 10	
Superficie (ha)	6	18	2	7	1	
Primera Ocupación (julio-diciembre)	Barbecho	Trigo	Forestación Subtropical	Bosque Nativo Templado	Bosque Nativo Templado	
Densidad de Siembra (kg/ha)	0	68,85	20	20	20	
bases, Aplicaciones, Agroquímicos	Cargar	Cargar	Cargar	Cargar	Cargar	
Rendimiento (kg/ha)	No corresponde	4000	No corresponde	No corresponde	No corresponde	
Tipo de Labranza / Manejo	Sin utilizar	Siembra Directa	Sin utilizar	Sin utilizar	Sin utilizar	
Manejo de Rastrojos	Sin Pastoreo	in remoción de Rastrojos	Sin Pastoreo	Sin Pastoreo	Sin Pastoreo	
Otros Manejos Relevantes	posición) Cultivos en contorn	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno	
Segunda Ocupación (enero-junio)	Misma Ocupación	Soja de Segunda	Misma Ocupación	Misma Ocupación	Misma Ocupación	
Densidad de Siembra (kg/ha)	0	67,85	20	20	20	
bases, Aplicaciones, Agroquímicos	Cargar	Cargar	Cargar	Cargar	Cargar	
Rendimiento (kg/ha)	No corresponde	1900	No corresponde	No corresponde	No corresponde	
Tipo de Labranza / Manejo	Sin utilizar	Siembra Directa	Sin utilizar	Sin utilizar	Sin utilizar	
Manejo de Rastrojos	Sin Pastoreo	in remoción de Rastrojos	Sin Pastoreo	Sin Pastoreo	Sin Pastoreo	
Otros Manejos Relevantes	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno	

Referencias: distribución de lotes 2020-2021	
Potrero	Lote
Potrero 1	Cementerio
Potrero 2	Casa-silo
Potrero 3	C1
Potrero 4	C2
Potrero 5	C2 martillo y cuñas C2
Potrero 6	Agroecológico
Potrero 7	Cuñas del C1
Potrero 8	Forestal implantado eucalipto
Potrero 9	Bosque nativo
Potrero 10	Forestal implantado nativo

Tabla 7: planilla forestal campaña 2021-2022 establecimiento "Bremor". Fuente: Elaboración propia mediante modelo Agrocoindex.

Carga de Existencias y Actividades Forestales			Masa Forestal	Extracción de Productos	Quema de Bosques	Siembra e Implantación
Potrero	Tipo de Bosque	Superficie	(Ton/ha)			
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8	estación Subtrópico Implantado Tropical - Seco (Eucalyptus)	2 ha	No disponible	Tipo Cantidad	Tipo Superficie	Tipo Superficie
9	que Nativo Templado Nativo Templado - Continental > 20 años	7 ha	No disponible	Tipo Cantidad	Tipo Superficie	Tipo Superficie
10	que Nativo Templado Nativo Templado - Continental < 20 años	1 ha	No disponible	Tipo Cantidad	Tipo Superficie	Tipo Superficie