

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA MATANZA
Escuela de Posgrado

Especialización en Agroecología
Cohorte 2015

Propuesta de Diseño Agroecológico del “Campo Barnetche-Bolívar” del
Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria

Alumno: Ing. Agr. Rodolfo Adrián Tula

Director trabajo final: Ing. Agr. (Dr.) Néstor O. Maceira

Trabajo Final para optar al título de Especialista en Agroecología
Marzo de 2017



Índice

1. Propuesta y relevancia para el campo de la agroecología
2. Contexto y descripción del problema a abordar
 - 2.1. La investigación en agroecología
 - 2.1.1. Una Estación Experimental Agropecuaria para investigar en agroecología extensiva
3. Antecedentes
4. Objetivos generales
 - 4.1. Objetivos específicos
5. Marco conceptual
 - 5.1. Estrategias de diseño del paisaje
 - 5.2. Estrategias de diversificación
6. Caracterización actual del sitio
7. Propuesta de diseño de infraestructura agroecológica
8. Propuesta de diseños y manejos productivos
9. Comentarios finales
10. Bibliografía

Resumen

La profundización en conocimientos sobre la transición agroecológica de los sistemas agropecuarios y la búsqueda de su estabilidad productiva, plantea la necesidad de tener en cuenta los sistemas de sostén y regulación, además de los productivos. Se introduce la importancia de diseñar la infraestructura agroecológica que servirá de regulación y sostén para los procesos ecológicos que permitirán la sostenibilidad del sistema productivo. En el presente trabajo, se toma un sitio en la región pampeana subregión arenosa, dentro del partido de Bolívar, Provincia de Buenos Aires. Se describen características del sitio (suelo, topografía, clima) y se interpreta el lugar por ambientes, para luego realizar una propuesta de diseño de la infraestructura agroecológica. Además, se proponen diseños y manejos productivos para el comienzo de la transición agroecológica del sitio en estudio.

Palabras claves: infraestructura agroecológica – biodiversidad – transición agroecológica – diseños y manejos

1. Propuesta y relevancia para el campo de la agroecología

Este trabajo presenta una propuesta de diseño de un predio de 200 hectáreas ubicado donde funciona el Campo Experimental Barnetche-Bolívar del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA¹). El diseño comprende el análisis ambiental y topográfico (zonificación por ambientes dentro del campo y caracterización), y la propuesta de infraestructura agroecológica² (Corredores biológicos entre ambientes, parches de bosque, barreras vivas, cortinas forestales, corredores medicinales) y delimitación de zonas con diferentes características para la producción mixta: carne – granos, junto con una propuesta de diseños y manejos³ (espaciales, estructurales y temporales de la vegetación, cultivada o no. Ejemplos de diseños y manejos son fechas de siembra, policultivos, densidades de siembra, rotaciones, manejo de la fertilidad del suelo, etc) para la transición en cada ambiente o lote.

En este sentido, resulta importante mencionar que son escasas las experiencias que tienen en cuenta el diseño del paisaje productivo, incluyendo la visión de sistema y con propuestas de diseños y manejos tendientes a incrementar la biodiversidad, estabilidad ecosistémica o resiliencia⁴, si bien existen campos o fincas con experiencias de producción agroecológica a escala extensiva.

Según Luis Vázquez Moreno (2012) algunas de las causas de la escasa implementación de diseños y manejos en los sistemas, son:

¹ Instituto Nacional de tecnología Agropecuaria (INTA): El Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) es un organismo estatal descentralizado con autarquía operativa y financiera, dependiente del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación. Fue creado en 1956 y desde entonces desarrolla acciones de investigación e innovación tecnológica en las cadenas de valor, regiones y territorios para mejorar la competitividad y el desarrollo rural sustentable del país. Sus esfuerzos se orientan a la innovación como motor del desarrollo e integra capacidades para fomentar la cooperación interinstitucional, generar conocimientos y tecnologías y ponerlos al servicio del sector a través de sus sistemas de extensión, información y comunicación (www.inta.gob.ar).

² Se propone el término “Infraestructura agroecológica”, para definir en el presente trabajo las zonas diseñadas a fin de sostener y regular procesos ecológicos clave y aumentar la biodiversidad funcional, en relación a la biodiversidad productiva sobre los lotes de cultivos.

³ Los diseños son arreglos temporales y espaciales de los cultivos, los manejos son prácticas tendientes a fortalecer los principios de la agroecología (se toman los citados por Altieri, 2010). Luis Vázquez Moreno, seminario “Producción Integral Agroecológica”, dictado en la Especialización en Agroecología, UNLaM, 2015.

⁴ Resiliencia: capacidad de un ecosistema para retornar a las condiciones previas al disturbio, una vez que éste último se suprime.

ESPECIALIZACION EN AGROECOLOGÍA

- › Influencia de la agricultura convencional. Campos grandes, forma de los campos para facilitar las labores mecanizadas, pocos cultivos por época de siembra, uso de plaguicidas para controlar las plagas.
- › Verticalismo tecnológico. Normativas, instructivos técnicos y orientaciones nacionales que establecen tecnologías y manejos iguales para todos los sistemas.
- › Carencia de estudios que contribuyan a diseños eficientes.

La mayoría de las investigaciones responden a diseños convencionales, dependientes de insumos.

En los sistemas agrícolas, el nivel existente de biodiversidad puede marcar la diferencia entre que el sistema se estrese o sea resiliente al enfrentarse con perturbaciones bióticas o abióticas. En todos los agroecosistemas se requiere una diversidad de organismos para que funcione el ecosistemas y para proporcionar servicios ambientales (Altieri y Nicholls, 2004)

Por otra parte, si bien en las Estaciones Experimentales Agropecuarias del INTA existen módulos de producción agroecológicos para la investigación aplicada, la realización de la propuesta para que funcione de base o guía para delinear las estrategias de investigación y extensión de una unidad propia del INTA es inédita en el país. Es preciso aclarar, que la concepción de la agroecología incluye al productor o campesino en su análisis, así como la relación de los mercados con la propuesta socio-técnica. Por ello, esta resulta una propuesta que sólo aborda desde la mirada técnica, la regulación y sostén de los sistemas extensivos.

2. Contexto y descripción del problema a abordar

La Argentina cuenta con una gran extensión territorial, amplia diversidad de ecosistemas y sistemas productivos

Durante las últimas décadas se produjeron cambios muy profundos en el modelo de producción agrícola, caracterizados por un ritmo vertiginoso con inclusión de

ESPECIALIZACION EN AGROECOLOGÍA

nuevas *tecnologías de insumos*⁵ en detrimento de *tecnologías de procesos*⁶, nuevas problemáticas productivas, ambientales y sociales, como el éxodo de muchos actores del ámbito rural hacia los centros urbanos.

La Argentina ha desarrollado tecnologías centradas principalmente en insumos y capital intensivo favoreciendo a las economías de escala, con consecuencias en el territorio como el desplazamiento del sector de los pequeños productores. La tecnología generada no siempre ha satisfecho la demanda del sector de la agricultura familiar (Cittadini et. al., 2005).

Los conflictos sociales vinculados a la exclusión de actores, al avance sobre sus sistemas de producción tradicionales, a problemas relacionados con el acceso a la tierra y los recursos naturales, obliga a los productores a movilizarse hacia zonas marginales carentes de infraestructura (por ejemplo zonas de irrigación en los cinturones periurbanos de las regiones áridas o semiáridas; productores ganaderos mixtos desplazados a zonas marginales, entre otros) (REDAE, 2015).

Según Sarandón (2015), algunas características del modelo agrícola “moderno” que lo hacen insustentable, son:

- Degradación y contaminación de recursos naturales: suelos, agua, atmósfera, Biodiversidad. Erosión genética, erosión cultural.
- Contaminación de alimentos. Impacto sobre la salud de agricultores y la población en general.
- Disminución de la eficiencia energética.
- Resistencia creciente a los plaguicidas de ciertas plagas y patógenos.

⁵ Tecnología de Insumos: estrategias de intervención caracterizadas por ser tangibles, de empleo sencillo y rutinario, tener un desarrollo industrial previo y un costo económico. Generalmente impulsadas por empresas privadas que obtienen regalías por el uso de las mismas por parte de terceros.

⁶ Tecnología de Procesos: estrategias de intervención caracterizadas por su intangibilidad, de administración compleja, que incorporan el conocimiento como parte del proceso de aplicación. No implican la cesión de ningún derecho a su generador al aplicarse, siendo los beneficios de las mismas, principalmente sociales.

ESPECIALIZACION EN AGROECOLOGÍA

-Dependencia creciente de insumos (combustibles fósiles, insecticidas, herbicidas, fertilizantes químicos, etc.)

-No ha sido aplicable a la totalidad de los productores agropecuarios.

Altieri y Nicholls (2004) llaman a este fenómeno como “simplificación del campo y el paisaje”, donde a medida que se reduce la diversidad biológica, las estructuras tróficas tienden a simplificarse y muchos nichos quedan sin ocupar (Thies y Tschardtke 1999, en Altieri y Nicholls, 2004). El riesgo de mayores invasiones y brotes catastróficos de plagas y enfermedades es considerable, a pesar de la utilización intensiva de insumos en la forma de agroquímicos.

La investigación y la generación de tecnologías bajo este enfoque, ha dado, como resultado “previsible”, este modelo insustentable de agricultura. Por lo tanto, para lograr otro modelo, hay que cambiar el enfoque con que se realiza la Investigación. Es necesario reemplazar este enfoque cortoplacista, productivista (y excluyente), que no tiene en cuenta los costos ambientales y sociales, por uno sustentable, que contemple y minimice los impactos ambientales y sociales a largo plazo y genere una agricultura aplicable a un mayor número de agricultores (Sarandón, 2002).

Asimismo, durante la última década resulta importante la visualización de la necesidad de un cambio en el modelo de desarrollo agropecuario y de producción de alimentos, que intentó plasmarse en políticas públicas que resultaron en leves avances, respondiendo a luchas de organizaciones sociales que pedían un espacio que los represente, y brinde apoyo en estos procesos. En abril de 2008 se crea la Secretaría de Desarrollo Rural y Agricultura Familiar del Ministerio de Agricultura de la Nación, y el INTA crea el CIPAF (Centro de Investigación para la Agricultura Familiar) y sus unidades. La creación de la Red de Agroecología (REDAE) de INTA, pensada como una línea de investigación y acción que debe ser transversal al resto de los programas de la institución y anclado a la realidad de los territorios, indica una lectura similar de la situación dentro de la institución. Asimismo, en el año 2014 surge una división dentro del SENASA para contener las problemáticas de la agricultura familiar, y en diciembre del año 2014 se

ESPECIALIZACION EN AGROECOLOGÍA

sancionó la ley “Reparación Histórica de la Agricultura Familiar para la construcción de una nueva ruralidad en la Argentina” (Ley 27.118/14).

2.1. La investigación en Agroecología

La difusión del modelo actual de investigación y extensión obliga a “reflexionar acerca de la responsabilidad que le cabe a la formación de los profesionales de las ciencias agronómicas y el rol de la investigación, la extensión y su relación con los agricultores. No hay dudas que el modelo con que las Universidades han formado los profesionales, se ha traducido en una forma de entender la ciencia, la investigación y la extensión” (Sarandón, 2014).

El conocimiento científico, las capacidades institucionales y las herramientas tecnológicas disponibles en materia de agroecología, son aún restringidos, insuficientes y dispersos, como también lo son el personal de investigación y apoyo, y la infraestructura instalada para facilitar su desarrollo.

Es necesaria una modalidad de trabajo integrado en el INTA, que incluya la formación de investigadores con visiones holísticas, en las cuales los problemas específicos sean abordados con rigor académico, pero a su vez con una visión complementaria de sistemas complejos (Ulle, 2014).

Las actuales y futuras tensiones en el uso del territorio entre la agriculturización, la industrialización y la urbanización requerirán de la generalización del enfoque inter y multidisciplinario de la Agroecología para transformar conflictos en oportunidades de generación de alimentos sanos y accesibles (REDAE, 2015).

La Agroecología surge como un nuevo paradigma y concepción de la enseñanza, la investigación y la extensión, como: “Un nuevo campo de conocimientos, un enfoque, una disciplina científica que reúne, sintetiza y aplica conocimientos de la agronomía, la ecología, la sociología, la etnobotánica y otras ciencias afines, con una óptica holística y sistémica y un fuerte componente ético, para generar conocimientos y validar y aplicar estrategias adecuadas para diseñar, manejar y evaluar agroecosistemas sustentables.” (Sarandón, 2002)

ESPECIALIZACION EN AGROECOLOGÍA

La necesidad de contar con ámbitos exclusivos donde desarrollar investigación en Agroecología, que contemplen situaciones controladas para realizar *investigación básica*⁷, es tan importante como realizar investigación aplicada o validación tecnológica en campo de productores.

Asimismo, existe la necesidad de desarrollar herramientas metodológicas específicas para la investigación en agroecología, tal como expresa Tifton y De Grazia (2011) "un objetivo clave de los programas de investigación debe generar herramientas metodológicas que permitan un análisis comparativo de la experiencia recogida en diferentes sistemas, extrayendo principios básicos que puedan ser aplicados en diferentes iniciativas locales"

Existe consenso sobre la necesidad e importancia de investigar cuestiones básicas en Agroecología, las que han sido abandonadas o soslayadas por la investigación hecha con un enfoque reduccionista. En este caso, si lo que se busca es contestar o probar algunos principios básicos, quizá las condiciones donde realizar los experimentos o ensayos deberán adaptarse cuidadosamente a esos objetivos. Si esto supone un laboratorio, pues un laboratorio será lo mejor, si se requiere de un buen campo experimental donde poder controlar las variables, esto será entonces lo adecuado (Sarandón, 2002).

⁷ Investigación básica: Por un lado es importante poder aumentar nuestra comprensión de los principios básicos de la agroecología para entender mejor los procesos y tener una capacidad predictiva del comportamiento de determinados diseños de sistemas agropecuarios. Esto nos evitará avanzar a ciegas por el método de prueba y error. El comprender la importancia de estos conocimientos básicos reducirá el riesgo de transformar la agroecología en una serie de recetas. Se debe evitar reemplazar el tan criticado dogma de la revolución verde por el Dogma Agroecológico. No es la receta en sí lo importante, sino el principio en el que se basa. Es innegable que una ciencia reduccionista y basada en el desarrollo de tecnologías "de punta" no ha puesto mucha atención en el estudio de los procesos e interrelaciones entre los componentes de los sistemas agropecuarios. Por lo tanto, la agroecología tropieza con la falta de abundante información sobre los principios básicos que la sustentan como ciencia, muchos de ellos planteados en la Primera Conferencia electrónica sobre investigación agroecológica (PED-CLADES, 1994). Entre algunos de esos aspectos podemos mencionar: 1) Los niveles mínimos de biodiversidad que un agroecosistema debe tener para permitir un manejo sustentable, 2) los principios que gobiernan las relaciones benéficas en las asociaciones de plantas, 3) desarrollo y validación de indicadores que permiten medir la sustentabilidad, 4) metodologías de incorporación de los costos ambientales y 5) formas de rescate y sistematización del conocimiento campesino o el denominado "saber no formal" de los agricultores. (Sarandón, 2002)

ESPECIALIZACION EN AGROECOLOGÍA

2.1.1. Una Estación Experimental Agropecuaria para investigación en Agroecología extensiva

El INTA tiene en los procesos de desarrollo rural y generación de investigación apropiada y apropiable, una enorme responsabilidad.

El Decreto-Ley 21.680/56 de creación del INTA le fija como misión: “impulsar, vigorizar y coordinar el desarrollo de la investigación y extensión agropecuaria y acelerar, con los beneficios de estas funciones fundamentales, la tecnificación y el mejoramiento de la empresa agraria y de la vida rural”. Los cambios de contexto y las transformaciones de sus demandas inducen al INTA a readecuar la implementación de la misión instituida en el Decreto-Ley de su creación en los siguientes términos: “El INTA, durante la vigencia del PEI 2005-2015, realizará y promoverá acciones dirigidas a la innovación en el sector agropecuario, agroalimentario y agroindustrial para contribuir integralmente a la competitividad de las cadenas agroindustriales, salud ambiental y sostenibilidad de los sistemas productivos, la equidad social y el desarrollo territorial, mediante la investigación, desarrollo tecnológico y extensión” (Plan Estratégico Institucional (PEI) INTA 2005-2015⁸)

Dentro de la estructura de investigación y extensión del INTA se evidencia a las Estaciones Experimentales Agropecuarias (EEA⁹) como un ámbito estratégico para la investigación básica en Agroecología y difusión de los sistemas agroecológicos, ya que constituyen un ámbito donde pueden controlarse variables para generar datos, validarlos y convertirlos en información que pueda generar conocimientos, durante una serie temporal de mediano y largo plazo. Al momento de comenzar el presente trabajo se manejaba la posibilidad de que el Campo Experimental Barnetche-Bolívar (sitio de estudio) formara parte de la estructura de INTA como una nueva Estación Experimental. La EEA “Barnetche-Bolívar” fue

⁸ http://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-plan_estragico_inta__2005-2015_.pdf

⁹ Estación Experimental Agropecuaria (EEA): Las EEAs son Unidades del INTA con área de influencia territorial agroclimática homogénea, cuentan con campo propio para realizar experimentación representativa a la región, y coordinan la investigación y extensión de sus unidades dependientes, las Agencias de Extensión Rural.

ESPECIALIZACION EN AGROECOLOGÍA

aprobada por el Consejo Nacional de INTA en el 2011, pero aún no posee estructura ni funcionalidad como tal dentro del INTA.

Se identifican, entre otros posibles, tres aportes principales que el diseño agroecológico y caracterización de ambientes de una Estación Experimental Agropecuaria de INTA puede brindar al campo de la Agroecología:

-La identificación y caracterización de ambientes, y diseño de la infraestructura agroecológica (Corredores biológicos, parches de bosque, barreras vivas, cortinas forestales, corredores medicinales, y delimitación de zonas con diferentes características para la producción mixta: carne- granos) donde puedan planificarse la toma de datos en series temporales, interacciones posibles entre familias de plantas, insectos y otros organismos brinda una oportunidad para avanzar fuertemente en investigación básica en Agroecología.

-La contribución que el diseño de la Estación Experimental puede brindar a la formación de investigadores y profesionales agroecólogos, al poner en sus manos datos y ambientes caracterizados y ordenados para abordar investigación en Agroecología.

- La posibilidad de contar con un espacio donde abordar la complejidad técnica y de diálogo socioambiental, público-privada, promoviendo la ruptura de estructuras del saber compartimentalizado, y el abordaje de equipos multidisciplinarios que puedan afrontar temas de investigación a mediano y largo plazo.

3. Antecedentes

Entre las escasas experiencias conocidas que abordaron el diseño de infraestructura agroecológica en el marco de la agricultura actual, podemos citar la “Fazendinha Agroecológica km 47”, dependiente de EMBRAPA, la Institución estatal Investigaciones Agropecuarias (EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária) de Brasil. Allí funciona un sistema diversificado de producción de 60 hectáreas, abordado desde el diseño predial (infraestructura agroecológica). Se da comienzo en el año 1993 mediante un convenio EMBRAPA-

ESPECIALIZACION EN AGROECOLOGÍA

Universidad Federal Rural do Rio de Janeiro, y una serie de investigadores forman parte de un grupo de trabajo que evalúa el sistema (Sistema Integrado de Pesquisa em Produção Agroecológica (S.I.P.A)).

Otro antecedente, si bien no con el último fin de investigación, pero también cumpliendo con el diseño predial que contiene la infraestructura agroecológica, es la experiencia del campo “Laguna Blanca”, de 3003 hectáreas, situada en La provincia de Entre Ríos, Argentina. La experiencia comienza en 2007, cuando Doug Tompkins adquiere el lugar.

Debemos rescatar con énfasis todos los sistemas agrícolas llevados adelante por comunidades indígenas y pueblos originarios. En la concepción de tales formas de producción se encuentra implícita la observación previa detallada del ambiente y el clima del lugar. Tales sistemas apropiados se sostienen, además de los diseños y manejos propios de cada cultivo, sobre el diseño previo de la infraestructura de sostén y regulación.

Podemos mencionar además una publicación de importancia que aborda la necesidad del diseño del paisaje y pone en valor prácticas a tal escala para fortalecer la biodiversidad y regulación: el Manual de Buenas Prácticas de conservación del suelo, la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos (Zaccagnini, 2014). Allí se detallan las funciones de algunos de los elementos que comprenden la infraestructura agroecológica.

4. Objetivos Generales

-Incrementar la generación de propuestas técnico-productivas de base agroecológica para generar sistemas productivos inclusivos, saludables y apropiables en sistemas extensivos mixtos de la región pampeana.

4.1. Objetivos específicos

- Caracterizar y analizar la aptitud ambiental –clima, topografía, suelos- de la superficie del Campo Experimental.
- Elaborar una propuesta de diseño de infraestructura agroecológica.
- Elaborar una propuesta general de diseños y manejos de cultivos y rotaciones para el inicio de la transición agroecológica en el sitio.

5. Marco conceptual

La propuesta de intervención para satisfacer las necesidades de regulación y sostén de sistema (infraestructura agroecológica) y promover un aumento de su resiliencia, se basa en la necesidad de generar espacios temporales y espaciales, que favorezcan el aumento de la biodiversidad funcional y procesos ecológicos claves (oportunidades ambientales para los enemigos naturales y consecuente mejoramiento del control biológico de plagas, regulación de la humedad mediante cortinas rompevientos, ambientes para insectos polinizadores y aves, etc). La *infraestructura agroecológica* propone como herramientas los corredores biológicos de diferente calidad, parches de bosques, borduras en lotes de cultivos, cortinas forestales.

El incremento de la biodiversidad funcional, resulta clave tanto para aumentar los niveles de auto-regulación del sistema, brindar servicios ecosistémicos, y lograr niveles de estabilidad y resiliencia a efectos del cambio climático en el mediano y largo plazo (tabla 1).

ESPECIALIZACION EN AGROECOLOGÍA

Tabla 1: Componentes de la biodiversidad funcional (elaboración propia en base a Nicholls, 2006)

| Componentes | Función |
|--|--|
| Polinizadores | Polinización |
| Predadores y parasitoides (Insectos benéficos) | Regulación de plagas |
| Herbívoros | Reciclaje de materia verde |
| Vegetación circundante | Generación de ambientes de regulación y refugio. Banco de biodiversidad genética |
| Lombrices de tierra | Mejoramiento de la estructura del suelo. Reciclaje de nutrientes |
| Maso, meso y microfauna | Descomposición. Predación. Supresión de enfermedades |

Muchos son los autores que reconocen la necesidad de aumentar la biodiversidad funcional y fortalecer procesos ecológicos clave para lograr sistemas productivos sustentables (Altieri, 2004; Nicholls, 2015, Marasas, 2012; Sarandon, 2002; Vazquez Moreno, 2012; Zaccagnini, 2014). Esto puede resumirse en la figura 1, elaborada por Luis Vazquez Moreno, donde vemos la importancia de favorecer los procesos ecológicos y su relación con las estrategias de diseño y sus funciones:

ESPECIALIZACION EN AGROECOLOGÍA

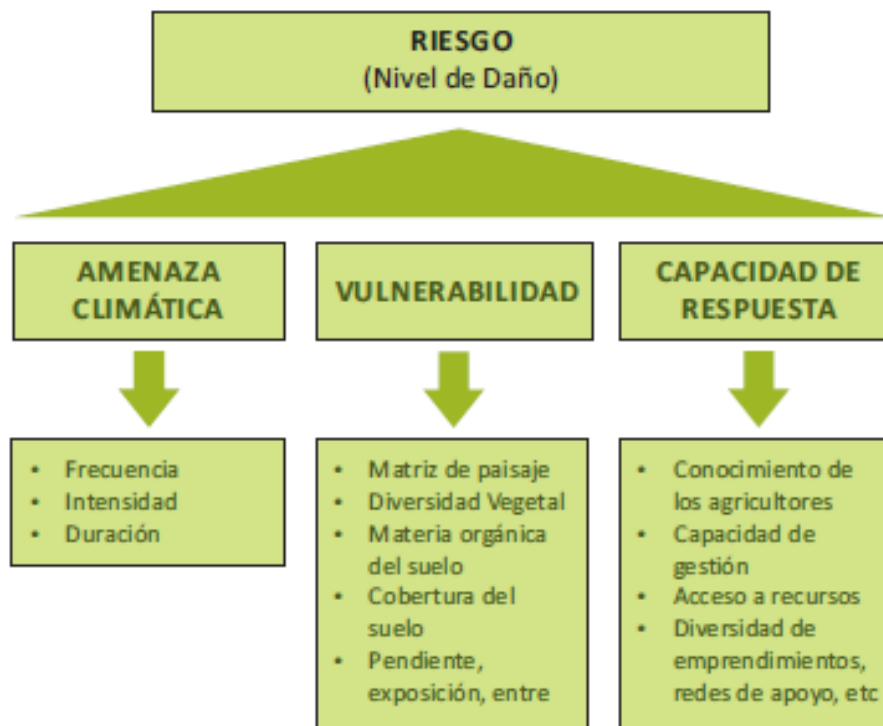
Figura 1: principales elementos y manejos de la vegetación que favorecen procesos ecológicos en el sistema de producción (Vazquez Moreno, 2012)


-Cambio climático

Al generar diversidad tanto temporal como espacialmente, los agricultores tradicionales añaden aún más diversidad funcional y resiliencia a sistemas sensibles a las fluctuaciones temporales del clima (Perfecto, et al, 2009. En Nicholls, et al, 2015)

En un contexto aceptado de cambio climático, los diseños que prioricen el aumento de la biodiversidad y los manejos agroecológicos, disminuirán el nivel de daño y aumentarán su resiliencia ante eventos climáticos extremos (figura 2).

Figura 2: variables de la resiliencia de un sistema ante eventos climáticos (Altieri y Nicholls, 2015)



-Servicios Ecosistémicos

La biodiversidad de microorganismos, flora y fauna provee servicios que son benéficos para el hombre ya que favorecen la sostenibilidad del agroecosistema y mejora el rinde de la producción (Zaccagnini, 2014) (tabla 2).

El incremento de la biodiversidad natural y funcional, así como la definición de zonas sin disturbar, favorece el aumento de los Servicios Ecosistémicos. Estos pueden definirse como los “aspectos de los ecosistemas” que contribuyen en forma directa o indirecta al bienestar humano (Boyd y Banzhaf, 2007; Fisher *et al.*, 2009)”

Tabla 2: Componentes y funciones de la biodiversidad en los sistemas agrícolas (Altieri 1993) y el servicio ecosistémico que brinda a la agricultura. El signo (-) implica una función que cumple un dis-servicio (efecto negativo) (Zaccagnini y Calamari 2001).

| Componentes de la biodiversidad | Funciones Ecológicas | Algunos Servicios a la Agricultura |
|--|-----------------------------|---|
| Polinizadores | Polinización de cultivos | (+) Incremento en la productividad |

ESPECIALIZACION EN AGROECOLOGÍA

| | | |
|---|--|---|
| | | de frutos, semillas y rendimiento de las pasturas (+) Productividad y calidad en mieles |
| Predadores y parásitos | Regulación de poblaciones de especies plagas | (+) Control biológico de plagas y enfermedades |
| Herbívoros | Consumo de biomasa Consumo de semillas | (-) Competencia con el ganado o disminución de la productividad de pasturas o cultivos (+) Control de malezas |
| Carnívoras y carroñeras (invertebrados y vertebrados) | Predación Regulación de poblaciones Ciclado de materia orgánica | (+) Control biológico de plagas y enfermedades (+) Sanidad del campo |
| Vegetación nativa o exótica | Hábitat (recursos) para numerosas especies benéficas Competencia Alelopatía | (+) Provisión de hábitat (+) Recursos genéticos alternativos (+) Fuente de enemigos naturales y participación en el control biológico de especies vegetales superabundantes (malezas) |
| Macrofauna del suelo: (Ej. Lombrices de tierra) | Construcción y aireación de elementos estructurales del suelo Ciclaje de nutrientes y facilitación de los flujos de energía | (+) Estructuración del suelo (+) Facilitación de la absorción de nutrientes por las raíces de cultivos y pasturas |
| Mesofauna del suelo (Ej. Acaros y Colembolos) | Descomposición de materia orgánica Ciclaje de nutrientes Predación y regulación de poblaciones | (+) Facilitación de la disponibilidad de nutrientes para las plantas cultivadas (+) Regulación de especies problemáticas para raíces y coronas de cultivos y pasturas |
| Microfauna del suelo (Ej. hongos, bacterias, protozoos) | Ciclaje de nutrientes Predación de hongos y bacterias Biorremediación | (+) Facilitación de la disponibilidad de nutrientes para las plantas cultivadas (+) Supresión de enfermedades (+) Control biológico de insectos plagas (+) Detoxificación de los agroquímicos presentes en el agroecosistema |

5.1. Elementos de diseño del paisaje

Para promover el aumento de la biodiversidad funcional se utilizan herramientas de intervención a nivel establecimiento, para así modificar la cantidad y calidad de hábitat¹⁰ para las especies.

Los elementos de diseño que se tienen en cuenta son:

-Parches de bosque o vegetación natural: Los parches o isletas son áreas de vegetación natural homogéneas en composición y que difieren de su contexto o matriz en la que están inmersos en el paisaje agropecuario y se definen por su cobertura dominante (agrícola, forestal, pastizal). (Zaccagnini, 2014). Algunas funciones de los parches son: Proveer una fuente de néctar y hábitat de refugio para los insectos benéficos, mejorar la estructura del suelo, prevenir la erosión y brindar estabilidad ecosistémica. Además, proveer sitios de nidificación de aves y reproducción para muchas especies, contener comunidades diversas de organismos en el dosel de los árboles que contribuyen a la complejidad de las redes tróficas y con ello a mantener salud en los agroecosistemas (control natural de plagas).

-Humedales o cuerpos de agua: Los ecosistemas de humedales como ríos, lagos, bajos inundables, pantanos, proveen muchos servicios que contribuyen al bienestar humano. En relación a la biodiversidad brindan hábitats fundamentales para gran diversidad de especies, sobre todo aquellas que requieren del agua para vivir como los peces o para completar su fase de desarrollo como los anfibios, o aquellas que se alimentan de organismos que se desarrollan mayormente en ambientes acuáticos, como gran cantidad de aves acuáticas que viven o dependen de los ambientes lacustres. Por lo tanto, la conservación de su cantidad y calidad, resulta esencial para la provisión de hábitat para estas especies y sus servicios ecosistémicos. (Zaccagnini, 2014)

¹⁰ Hábitat: Este concepto no se refiere sólo al espacio o “casa” donde habitan los organismos, sino que implica un sitio con determinadas características ambientales y estado de recursos que permitan satisfacer todas aquellas necesidades básicas de vida de los organismos. El hábitat o hábitat funcional provee alimento, refugio y agua para la supervivencia de dichos organismos. (Zaccagnini, 2014)

ESPECIALIZACION EN AGROECOLOGÍA

-Corredores: Son elementos del paisaje de forma lineal o elongada, recta o sinuosa, y se diferencian de los parches por su diferente cobertura o vegetación circundante. La presencia de este tipo de ambientes lineales, forman una trama dentro de los espacios productivos que conectan espacialmente a los hábitats y facilitan la dispersión y movimiento de diferentes especies (Zaccagnini, 2014).

Entre los elementos lineales podemos distinguir:

-Bordes de lotes de cultivo: generalmente espacios cubiertos con vegetación natural o espontánea rodeando o separando lotes.

-Cortinas forestales cortavientos: elemento de especies de árboles con la función principal de resguardar ambientes susceptibles de sequía o erosión eólica.

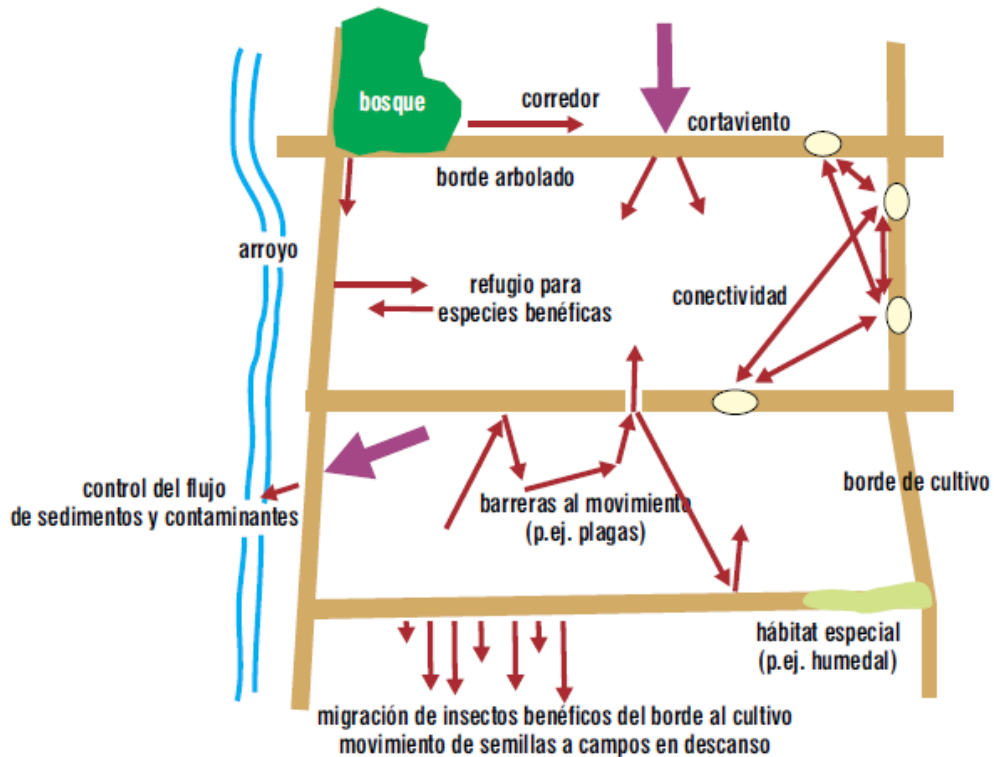
-Terrazas de conservación de suelos: elevaciones longitudinales ubicadas en lotes con pendiente que tiene como fin proteger a los mismos de erosión hídrica y realizar un manejo diferencial del agua.

El efecto que los corredores y elementos lineales tendrán sobre el ambiente será definido por su estructura (ancho, calidad de la porción central y composición), y por la función misma (hábitat, movimiento, filtro o barrera, fuente o sumidero).

En la figura 3 puede verse un resumen de algunas funciones de elementos de diseño del paisaje (tomado de Zaccagnini, 2014).

ESPECIALIZACION EN AGROECOLOGÍA

Figura 3: ejemplos de funciones que aportan los elementos del diseño del paisaje en un sistema agrícola heterogéneo (Zaccagnini, 2014)



5.2. Estrategias de diversificación

Altieri y Nicholls, en 2004, proponen algunos principios ecológicos del diseño de agroecosistemas:

1. *Aumentar la diversidad de especies*, ya que promueve un uso más completo de los recursos (nutrientes, radiación solar, agua, etc.), la protección contra plagas y el crecimiento compensatorio. Muchos investigadores han resaltado la importancia de varias combinaciones espaciales y temporales de plantas para facilitar el uso complementario de los recursos o brindar otras ventajas, como en el caso de las leguminosas que facilitan el crecimiento de cereales, al suplirlos de una dosis extra de nitrógeno. El crecimiento compensatorio es otra característica importante, porque si una especie fracasa debido a las plagas o el clima, otra aprovechará los recursos disponibles. La combinación de cultivos minimiza el riesgo al crear la textura vegetativa que controla las plagas especialistas.

ESPECIALIZACION EN AGROECOLOGÍA

2. *Aumentar la longevidad* a través de la adición de plantas perennes con follaje abundante que brinde una cubierta permanente para proteger el suelo. La caída constante de las hojas permite la formación de materia orgánica y la circulación ininterrumpida de nutrientes. El establecimiento de plantas leñosas con sistemas radiculares densos y profundos constituye un mecanismo eficiente para la captura de nutrientes, que compensa las pérdidas por lixiviación.

3. *Establecer barbechos* para restituir la fertilidad del suelo a través de la acumulación de biomasa y la activación biológica, y para reducir las poblaciones de plagas agrícolas, interrumpiendo sus ciclos biológicos por la rotación de cultivos y barbechos.

4. *Incorporar más materia orgánica*, a través de la inclusión de leguminosas, plantas productoras de biomasa y la integración de animales. La acumulación de materia orgánica lábil y no lábil es crucial para activar la biología del suelo, mejorar su estructura y microporosidad, y aumentar sus nutrientes.

5. *Aumentar la diversidad del paisaje* estableciendo un mosaico de agroecosistemas, representativos de las distintas etapas sucesionales. El riesgo se diluye entre los distintos sistemas de cultivo. Se aprecia también un mejor control de plagas, ligado a la heterogeneidad espacial del paisaje.

En base a estos principios, se plantean posibles estrategias de diversificación para restaurar la diversidad espacial y temporal de los agroecosistemas (Finch y Sharp 1976, Nair 1982, Francis 1986, Pearson e Ison 1987, Altieri 1994, Gliessman 1998; en Altieri y Nicholls, 2004):

1. Rotación de cultivos: la diversidad temporal, en forma de abonos verdes de leguminosas, se incorpora a los cultivos para proveer nutrientes y romper el ciclo de varios insectos plaga, enfermedades y malezas.

2. Mezcla de variedades: aumentar la diversidad genética en el campo mediante la introducción de mezclas de variedades y/o multilíneas incrementa la heterogeneidad genética, reduciendo la vulnerabilidad a enfermedades propia de los monocultivos.

ESPECIALIZACION EN AGROECOLOGÍA

3. Policultivos: los sistemas complejos, donde dos o más especies se siembran con la cercanía suficiente para que haya competencia o complementariedad, permiten que se incrementen los rendimientos y minimicen los riesgos.
4. Sistemas agroforestales: sistemas en los cuales los árboles se cultivan junto con cultivos anuales y/o animales; esto ofrece los beneficios de los cultivos perennes y fortalece las relaciones de complementariedad entre los componentes, mientras promueve un uso múltiple de los agroecosistemas.
5. Cultivos de cobertura: los rodales puros o mixtos de leguminosas u otras especies de plantas anuales bajo huertas de frutales permiten obtener una cobertura al suelo y mejorar su fertilidad, aumentar el control biológico de plagas y modificar el microclima del huerto.
6. Incorporación de animales mediante la mezcla de cultivos y ganado: fomenta una alta producción de biomasa y un reciclaje óptimo.

Además, las estrategias para diseñar sistemas de base agroecológica deben tener como referencia para la toma de decisiones los 10 principios de la agroecología enunciados por Altieri y Vázquez Moreno en 2015 (tabla 3).

Tabla 3: Principios de la Agroecología (Altieri y Vázquez Moreno, 2015)

| |
|--|
| 1. Aumentar el reciclaje de biomasa, con miras a optimizar la descomposición de materia orgánica y el ciclo de nutrientes a través del tiempo. |
| 2. Proveer las condiciones de suelo más favorables para el crecimiento vegetal, en particular mediante el manejo de la materia orgánica y el mejoramiento de la actividad biológica del suelo |
| 3. Fortalecer el sistema inmunológico de los sistemas agrícolas, mejorando la biodiversidad con funciones de regulación natural de organismos nocivos. |
| 4. Minimizar las pérdidas de energía, agua, nutrientes y recursos genéticos, mejorando la conservación y regeneración de suelos, recursos hídricos y la diversidad biológica agrícola. |
| 5. Diversificar las especies y recursos genéticos en el agroecosistema en el tiempo y el espacio a nivel de campo y paisaje |
| 6. Aumentar las interacciones biológicas y las sinergias entre los componentes de la biodiversidad agrícola, promoviendo procesos y servicios ecológicos claves. |
| 7. Articular el sistema de producción a nivel local mediante su pertenencia a organizaciones, el establecimiento de sinergias en servicios, insumos y la participación en innovaciones, entre otros. |
| 8. Aumentar la soberanía en el autoabastecimiento en alimentos, insumos, energía, tecnologías y otros. |

9. Aumentar la capacidad de resiliencia a eventos extremos externos (cambio climático u otros).
10. Contribuir a la seguridad y soberanía alimentaria local, ofreciendo al mercado y otras vías diversidad de productos sanos e inocuos a la población de manera continua.

6. Análisis del sitio - Situación actual

El partido de Bolívar, que contiene el sitio en estudio, está ubicado en el centro oeste de la Pcia. de Buenos Aires, a 300 km de la Capital Federal, entre los paralelos de 36-37 de latitud sur y los meridianos 60-61 de longitud oeste.

Comprende una superficie de 502.700 ha (5020 Km²) representando el 1,6% de la superficie de la Provincia de Buenos Aires.

Los partidos limítrofes son: al Norte, Carlos Casares, 9 de Julio y 25 de Mayo, al Este, General Alvear y Tapalqué, al Sur, Olavarría y Daireaux, y al Oeste, Hipólito Yrigoyen.

Altura sobre el nivel del mar: Alrededor de 70 m en el límite con Tapalqué y Del Valle y 130 m en el límite con Daireaux.

-Suelos del partido

El área es la confluencia de tres regiones geomorfológicas distintas: la Pampa Deprimida, la Pampa Arenosa y Pampa Ondulada.

-Pampa Arenosa: al oeste, con paisaje ondulado, suelos franco-arenosos profundos, con problemas erosión eólica y permeabilidad muy rápida.

-Pampa Ondulada: en el norte y centro, con paisaje ondulado, suelos francos y profundos.

-Pampa Deprimida: en el este, se caracteriza por paisajes llanos con limitantes de anegamiento, suelos franco-arcillosos, menos profundos con escasa permeabilidad, con una capa endurecida debajo de la superficie a 30 a 50 cm y salinidad en algunos sectores.

Aptitud de los suelos

De acuerdo a lo descrito, los suelos tienen las siguientes aptitudes vinculadas con los tres tipos de pampas.

1- Agrícolas: con pocas limitaciones para los cultivos (70.000 ha). Se siembran maíz, trigo, soja, etc. y pasturas para inverna.

ESPECIALIZACION EN AGROECOLOGÍA

2- Agrícola Ganaderos: dedicados a actividades mixtas (300.000 ha). Se siembran cultivos agrícolas y pasturas

3- Ganadero Extensivo: suelos bajos, abarca la zona de influencia del arroyo Salado/Vallimanca afectados por salinidad y/o alcalinidad deficiente en drenaje, impermeables, anegables. Se siembran pasturas de agropiro, melilotus y lotus tenuis.

El Partido se encuentra en la zona de transición entre las Pampas Arenosa, Deprimida y Ondulada, con aptitud ganadero agrícola.

En la mayoría de los suelos del partido existe un nivel medio de fertilidad con ciertas limitaciones de fósforo, nitrógeno y azufre en algunas áreas.

En las figuras 4 y 5 se muestran los suelos del sitio, en porcentajes de unidades cartográficas y capacidad de uso unificada.

-Rasgos Climáticos del Area:

Los datos que se presentan corresponden a los registros obtenidos de las Estaciones Meteorológicas más cercanas.

Precipitación media anual: 900 a 1100 mm

Temperatura media anual: 15° a 17° C

Heladas: promedio días con heladas: 30 a 35 días

Exceso hídrico: 100 a 150 mm

Déficit hídrico: < 5 mm

Duración horas de luz en verano: 14 h 41'

Duración horas luz en invierno: 9 h 41'

-Descripción General del sitio

Ubicación Geográfica del sitio "Campo experimental Barnetche-Bolívar": Latitud S 35° 59' 33" y Longitud O. 62° 22' 39"- Partido de Bolivar, Provincia de Buenos Aires, Argentina.

El Campo Experimental Barnetche-Bolívar, tiene una superficie de 200 hectáreas y está ubicado en la región Pampeana, subregión geomorfológica Pampa Arenosa.

La superficie es una amplia llanura y el paisaje está formado principalmente por

ESPECIALIZACION EN AGROECOLOGÍA

ondulaciones arenosas, con bajos alargados que funcionan como vías de escurrimiento. El área está cubierta por sedimentos eólicos de gran espesor de texturas franca a franca arenosa.

Mapa de Suelos

La información utilizada para este estudio, está contenida en la Carta de Suelos de la República Argentina, Hoja 3760-1-2 "Unzué", escala 1:50.000, que fue relevada por técnicos del Instituto de Suelos del INTA en el año 1988 y actualizada en el año 1998.

Figura 4: suelos del sitio según unidades cartográficas

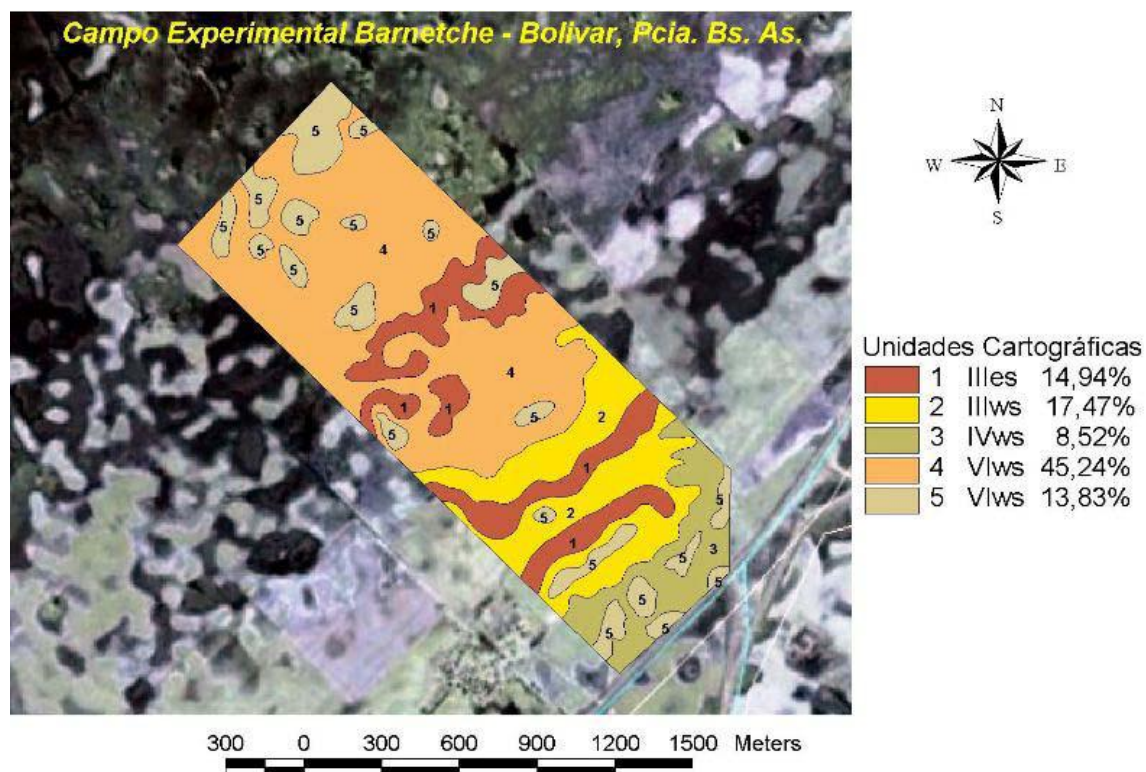
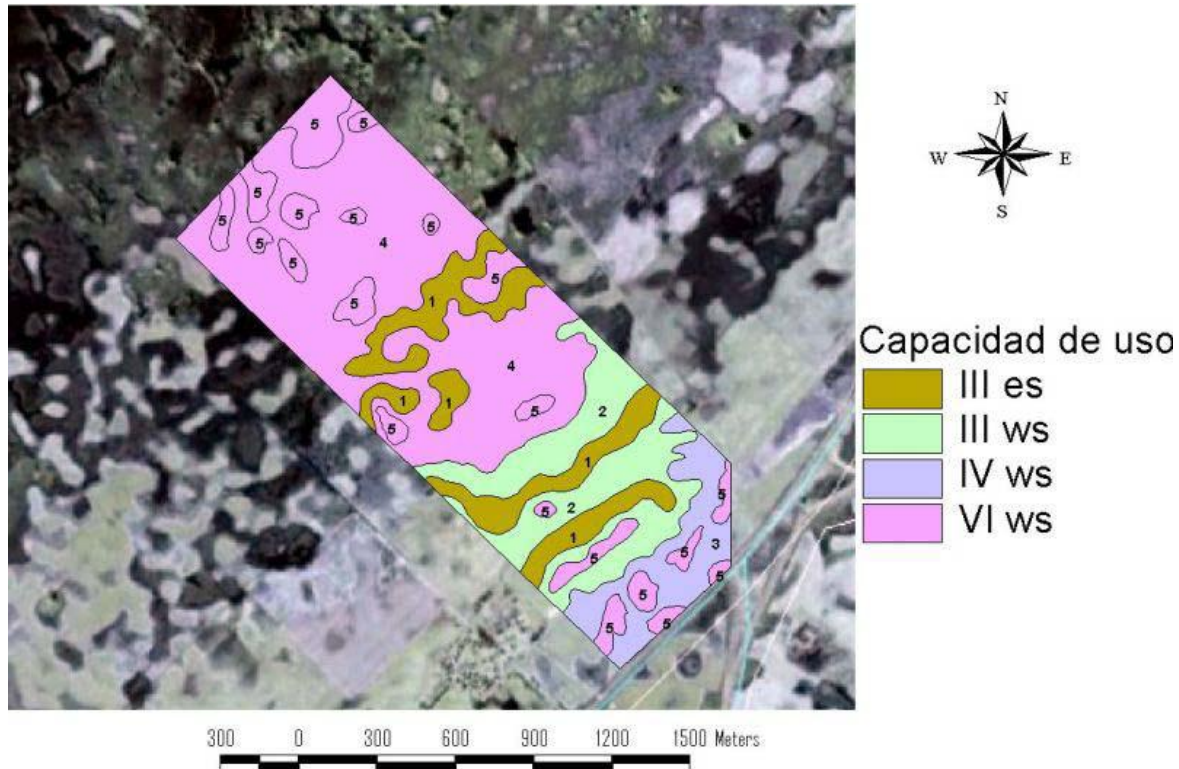


Figura 5: suelos del sitio según capacidades de uso

Interpretación

El campo Barnetche-Bolívar, tiene una Aptitud general mayormente Ganadera, con un índice de Productividad promedio ponderado de 35,8.

A continuación se interpretan las condiciones de las Unidades Cartográficas del mapa de suelos en términos de su aprovechamiento productivo. (Tabla 4).

Tabla 4. –Inventario de adaptabilidad de las tierras del campo experimental

| Unidad | Capacidad de Uso | Aptitud | IP | ha | % |
|---------------|-------------------------|----------------|-----------|---------------|---------------|
| UC 1 | III es | AG | 51,1 | 29,88 | 14,94 |
| UC 2 | III ws | AG | 52,4 | 34,94 | 17,47 |
| UC 3 | IV ws | GA | 40,2 | 17,04 | 8,52 |
| UC 4 | VI Ws | G | 24,4 | 90,48 | 45,24 |
| UC 5 | VI ws | G | 10,9 | 27,66 | 13,83 |
| | | | | 200,00 | 100,00 |

Referencias: AG: Agrícola-Ganadero GA: Ganadero-Agrícola G: Ganadero

ESPECIALIZACION EN AGROECOLOGÍA

En la figura 6 puede verse un mapa topográfico, donde las isolíneas hacen notar que estamos en una zona de escasa pendiente y difuso escurrimiento, con grandes zonas arreicas. En la figura 7 se muestran las curvas de nivel dentro del sitio.

Figura 7: curvas de nivel del sitio



El sitio se encuentra dividido en 4 lotes de diseño ortogonal (figura 8), que responden a grandes divisiones del campo con el sólo propósito de facilitar y homogeneizar el manejo de labores y cultivos. Actualmente la división es virtual, encontrándose en el sitio sólo un alambrado en muy malas condiciones entre el lote 4 y el lote 3.

Figura 8: división actual de los lotes en el campo experimental



En la tabla 5 se muestra la historia reciente de los lotes utilizados para agricultura (lotes 1 y 2, y parte del 3). Puede verse que la utilización es solamente para cultivos de verano, y con una rotación corta de soja-maíz, con manejo dependiente de insumos químicos sintéticos: agroquímicos (herbicidas, insecticidas, fungicidas) y fertilizantes sintéticos. No hay presencia de diseño de lotes ni manejos de cultivos para sostener los niveles de fertilidad potencial del suelo, ni para promover el aumento de la biodiversidad como regulación y sostén del sistema productivo.

Los datos de análisis químicos (tabla 5) muestran suelos con un pH ligeramente ácido, tendiendo a la neutralidad o leve alcalinidad hacia zonas de aptitud ganadera (lotes 3 y 4), de escaso contenido de Materia Orgánica en los lotes de historia agrícola en base a insumos, con una leve tendencia a su disminución. Los datos de Pe (fósforo disponible) y N-NO₃ (Nitrógeno como Nitratos), se muestran erráticos en sus valores, lo que puede ser debido a varias causas. Una de ellas

ESPECIALIZACION EN AGROECOLOGÍA

debe a que la fracción medida de tales nutrientes es la que se encuentra en forma soluble (rápidamente disponible para las plantas), la misma forma que se libera inmediatamente al utilizarse fertilizantes sintéticos, lo que genera pulsos de fertilidad actual importantes, con el consecuente desequilibrio entre macro y micro nutrientes del suelo, necesarios para promover los procesos naturales de ciclaje de nutrientes por parte de toda la fauna del suelo, además de ofrecer una nutrición desequilibrada para los cultivos.

Tabla 5: últimos datos de utilización de los lotes y análisis químico de suelos (elaboración propia)

| Ident. | Año | Cultivo | Antecesor | prof cm | pH Agua (1:2,5) | CE dS m ⁻¹ | C g kg ⁻¹ | Pe mg kg ⁻¹ | N-NO ₃ mg kg ⁻¹ | S- SO ₄ mg kg ⁻¹ |
|--------|------|---------|-----------|---------|-----------------|-----------------------|----------------------|------------------------|---------------------------------------|--|
| Lote 1 | 2010 | Soja | Maíz | 0-20 | 6 | 0,08 | 2,93 | 20,3 | 9 | |
| Lote 2 | 2010 | Maíz | Soja | 0-20 | 6,2 | 0,09 | 3,01 | 12 | 9,7 | |
| Lote 1 | 2011 | Maiz | Soja | 0-20 | 5,9 | | 3,2 | 18,3 | 13 | 2,2 |
| Lote 1 | 2011 | Maiz | Soja | 20-40 | 5,9 | | 2,3 | 15,6 | 18,6 | 7 |
| Lote 2 | 2011 | Soja | Maiz | 0-20 | 6 | | 3,4 | 9,4 | 15,4 | 6,4 |
| Lote 2 | 2011 | Soja | Maiz | 20-40 | 6,2 | | 8,3 | 7,6 | 14,4 | 0,6 |
| Lote 1 | 2012 | Soja | Maiz | 0-20 | 6,1 | | 2 | 23,6 | | No detecta |
| Lote 1 | 2012 | Soja | Maiz | 20-40 | 6,3 | | 1,2 | 15,3 | | No detecta |
| Lote 2 | 2012 | Maíz | Soja | 0-20 | 6,8 | | 2,4 | 14,6 | | 0,5 |
| Lote 2 | 2012 | Maiz | Soja | 20-40 | 7,6 | | 1,2 | 9,3 | | 1,3 |
| Lote 3 | 2012 | Soja | Trigo | 0-20 | 6,0 | | 15,2 | 11,4 | 33,7 | 2,0 |
| Lote 3 | 2012 | Soja | Trigo | 20-40 | 6,3 | | 10,5 | 8,3 | 24,8 | 0,3 |

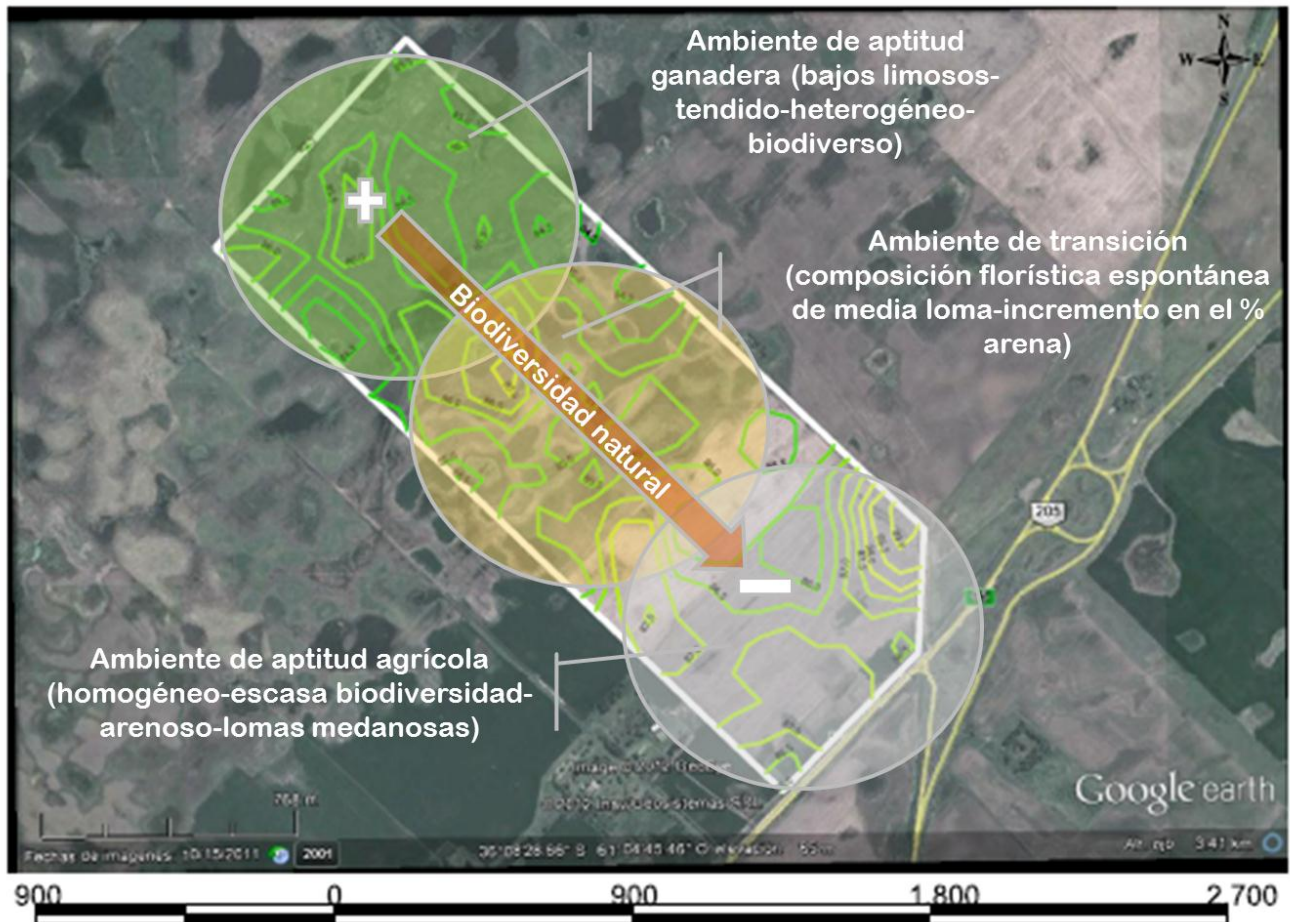
7. Propuesta de Diseño de Infraestructura agroecológica

La presente propuesta de diseño toma en cuenta datos de la situación inicial del campo, evaluando indicadores de fertilidad y aptitud del suelo, topografía, ambiente y necesidades de regulación del sistema. Además del trabajo de análisis de variables en gabinete, se plantea como fundamental el conocimiento acabado del sitio, de modo de conocer la dinámica del agua en el mismo, la velocidad de respuesta ante eventos climáticos extremos, la vegetación característica como indicadora de ambientes, la diferenciación de límites entre ambientes. Los mapas no muestran todo lo necesario para tomar decisiones acertadas.

ESPECIALIZACION EN AGROECOLOGÍA

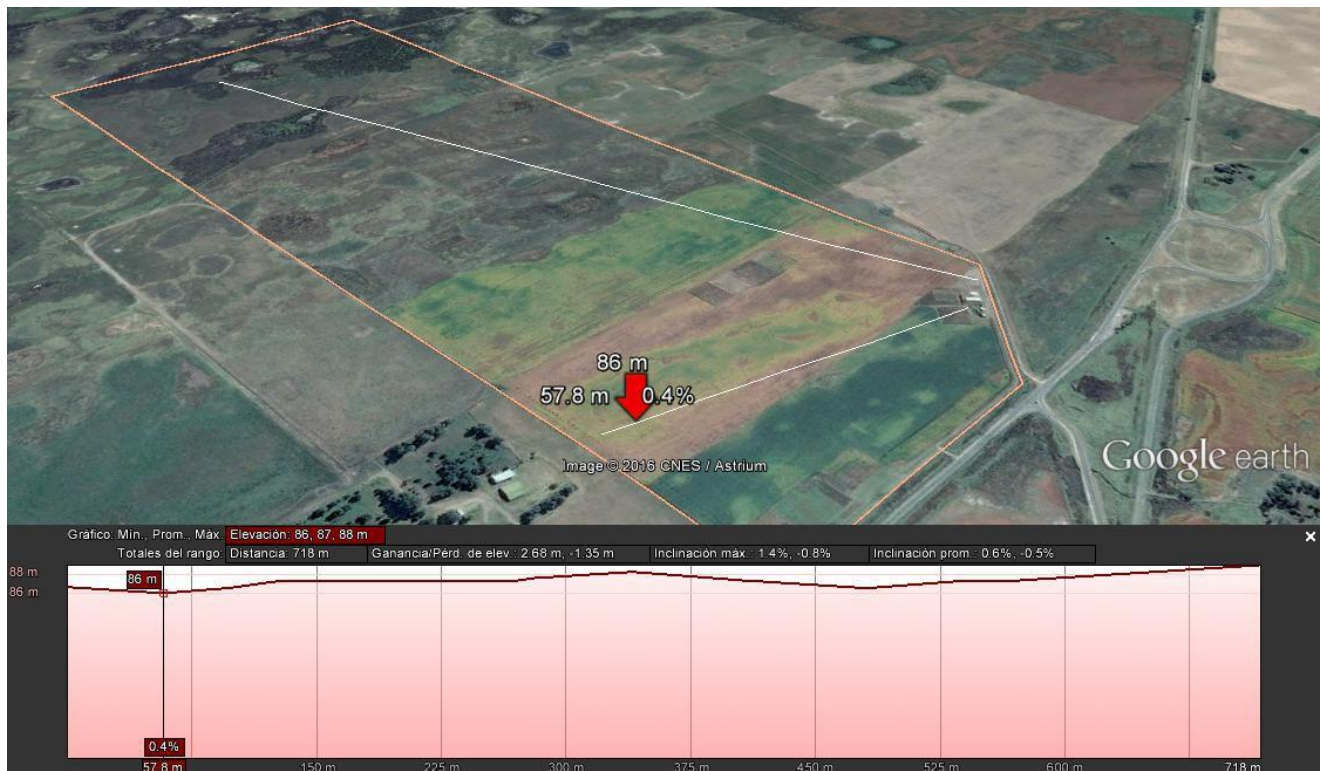
En la figura 9 puede verse la diferencia de ambientes del sitio, donde se identifican 3 zonas con características diferentes: Una zona de bajos y napa freática cercana a la superficie, de aproximadamente 70 has, con escasa pendiente, zonas de lagunas semipermanentes, con diversa vegetación espontánea, y refugio de amplia variedad de flora y fauna del suelo, y una textura del suelo franco limosa. Una zona de transición en el sector medio del sitio, de 65 has, con disminución de la diversidad natural, pero con zonas de bajos naturales que resguardan humedad, aunque el porcentaje de arena en la textura del suelo sea mayor que en los bajos. El tercer ambiente que diferenciamos, de aproximadamente 65 has, presenta lomas arenosas profundas con napas de agua más alejadas de la superficie, escasa presencia de materia orgánica en el suelo, alto riesgo de erosión eólica y escasa biodiversidad natural, con una historia de agricultura intensiva dependiente de insumos sintéticos.

Figura 9: primer división del sitio por ambientes (elaboración propia)



La diferencia de altura y posición topográfica de los ambientes puede verse en las figuras 10 y 11. Se generó un perfil de elevación sobre una línea trazada desde el ambiente más húmedo y de bajos hacia la zona más alta del sitio (fig 10) y otro perfil sobre una línea trazada dentro del ambiente menos biodiverso y más homogéneo (fig. 11). Allí podemos ver que la cota de menor valor corresponde a los 83 msnm, en la zona de bajos húmedos, y la cota más elevada alcanza los 89 msnm, en la zona de menor biodiversidad y arenosa. Esto nos presenta una diferencia entre cotas, dentro del sitio, de 6 metros, con un patrón irregular en los microsítios, pero con un gradiente general que muestra las cotas de menor valor en los bajos húmedos y se eleva hacia el frente del sitio, donde se encuentra la entrada del mismo sobre la ruta.

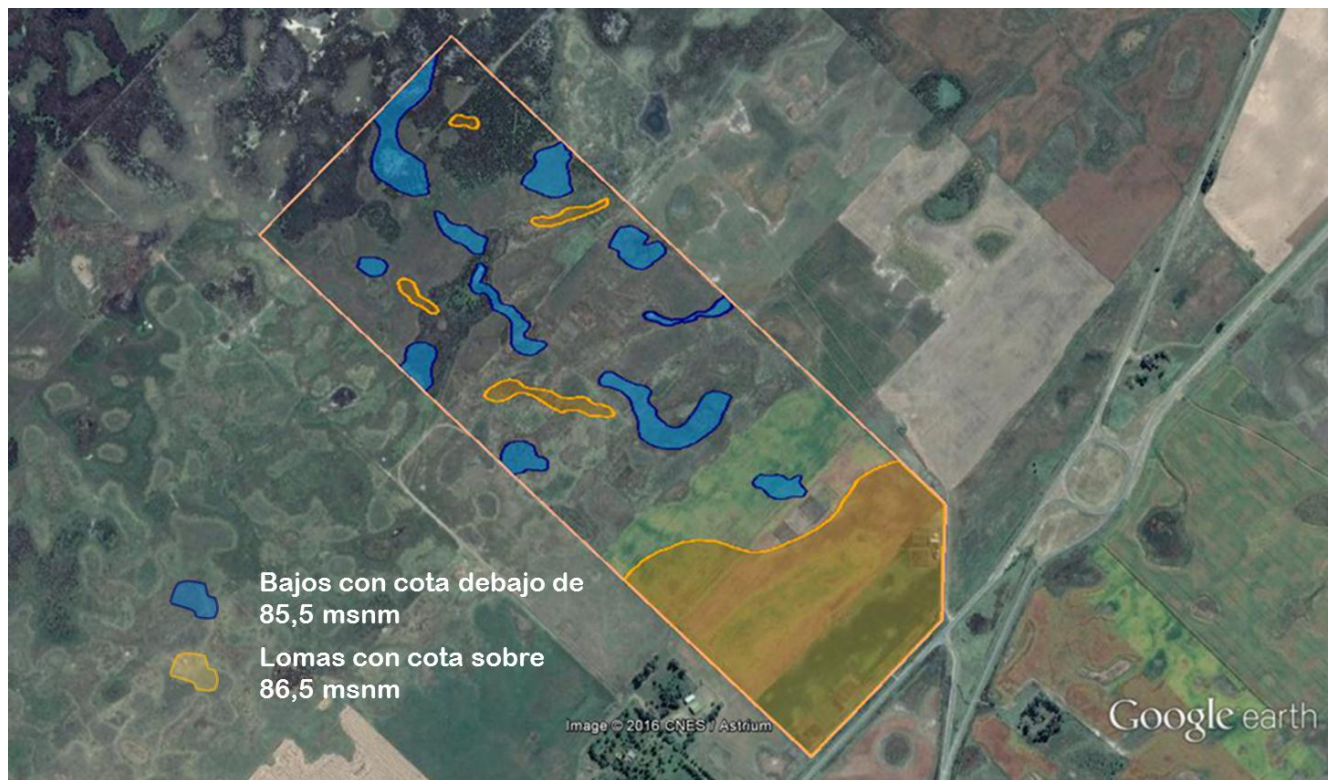
Figura 10: perfil de elevación que atraviesa los ambientes del sitio (elab. propia)

Figura 11: perfil de elevación dentro del ambiente de mayor homogeneidad del sitio (elab. propia)


ESPECIALIZACION EN AGROECOLOGÍA

Como otra herramienta para la toma de decisiones se ubicaron en un mapa (fig. 12) las zonas de bajos: zonas de reserva de humedad en general con valores constantes, llegando a encontrar sitios con agua semipermanente en superficie, en el extremo más bajo del campo. Estos bajos se identifican cuando la cota cae por debajo de 85,5 msnm. También se delimitaron las zonas elevadas, lomas con una cota por sobre los 86,5 msnm, que presentan mayor fragilidad por su mayor contenido de arena en la porción textural y riesgo de erosión eólica.

Figura 12: zonas de bajos y lomas (elab. propia)

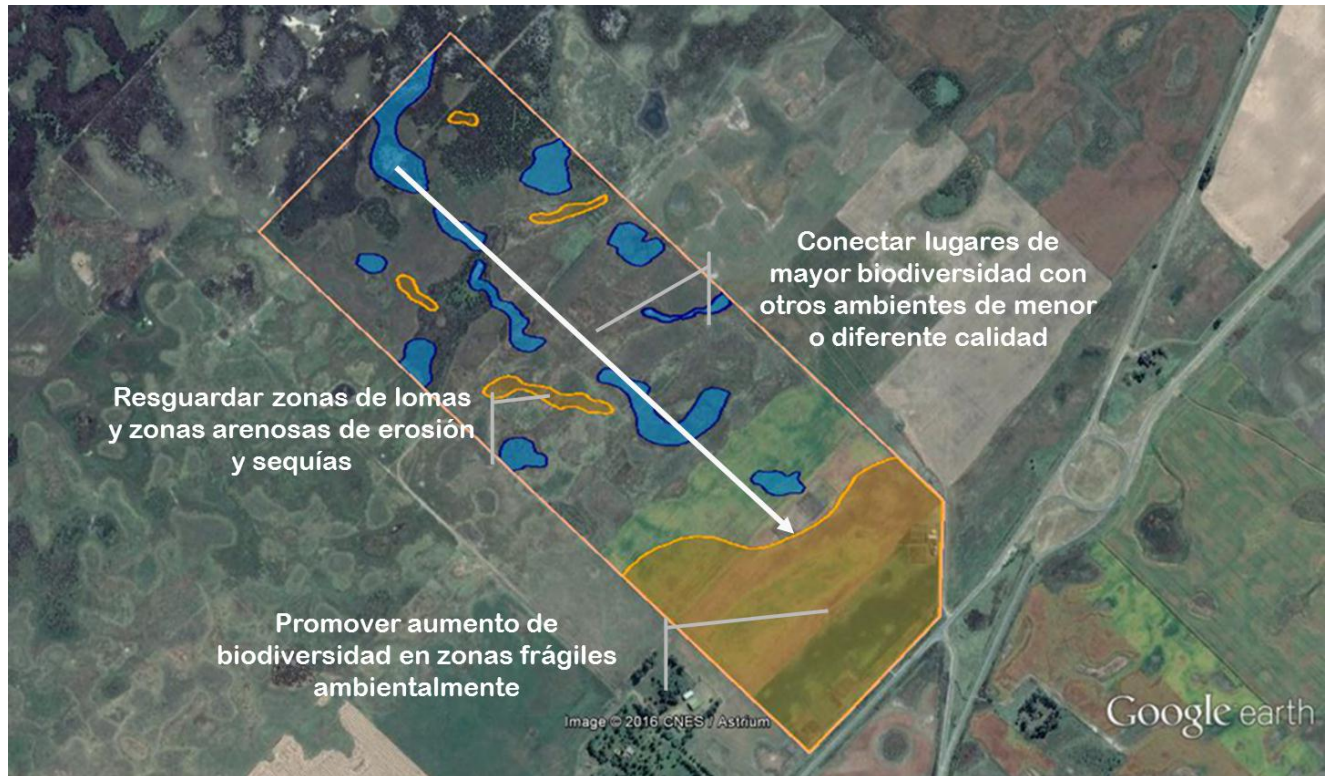


Por todo lo anterior se desprende la necesidad de “conectar” ambientes de mayor biodiversidad con otros de menor, no sólo evitando que el diseño “rompa” o “corte” la comunicación entre ellos, sino que propiciando lugares específicos para que esto suceda (fig. 13). De esta manera promovemos la movilización de insectos, pájaros y semillas entre ambientes de diferente calidad, y, progresivamente una regulación de procesos de fluctuaciones de humedad y control de plagas de lotes con escasa biodiversidad. Además, identificamos la necesidad de proteger

ESPECIALIZACION EN AGROECOLOGÍA

ambientes arenosos del riesgo de erosión eólica, y de sostener constante la humedad de los bajos.

Figura 13: Estrategias para el diseño de infraestructura agroecológica (elab. propia)



El diseño comprende la necesidad de mantener dentro de los niveles aceptables la superficie y forma de los lotes, tomando en cuenta la factibilidad para el normal desempeño de las herramientas que se utilizan en agricultura extensiva (tractores con implementos, sembradoras y cosechadoras).

Tomando en cuenta la necesidad de conexión entre ambientes y la necesidad de diseñar lotes (“potreros”) manejables por las maquinarias de uso común, se muestra la propuesta de diseño de un corredor biológico principal, que brinda continuidad al ambiente biodiverso, que corre sobre zonas de mayor humedad (bajos), similar a una columna vertebral dentro del sitio, y se muestra la división de lotes propuesta (fig 14).

ESPECIALIZACION EN AGROECOLOGÍA

El corredor principal deberá tener un ancho de 12 metros, con la presencia de especies arbóreas leguminosas y de floración escalonada. Puede aprovecharse también para la implantación de especies maderables, para brindar postes y calor al ser utilizados como leña. Además, el tapiz herbáceo será de especies espontáneas, y en el inicio puede realizarse una siembra de gramíneas y leguminosas para promover el establecimiento rápido y la cobertura del suelo. Estratégicamente puede pastorearse el corredor con ganado bovino, evitando siempre el sobrepastoreo en esta área clave. Este corredor también asume la función de cortina rompevientos.

Figura 14: Corredor biológico principal y división de lotes (elab. propia)



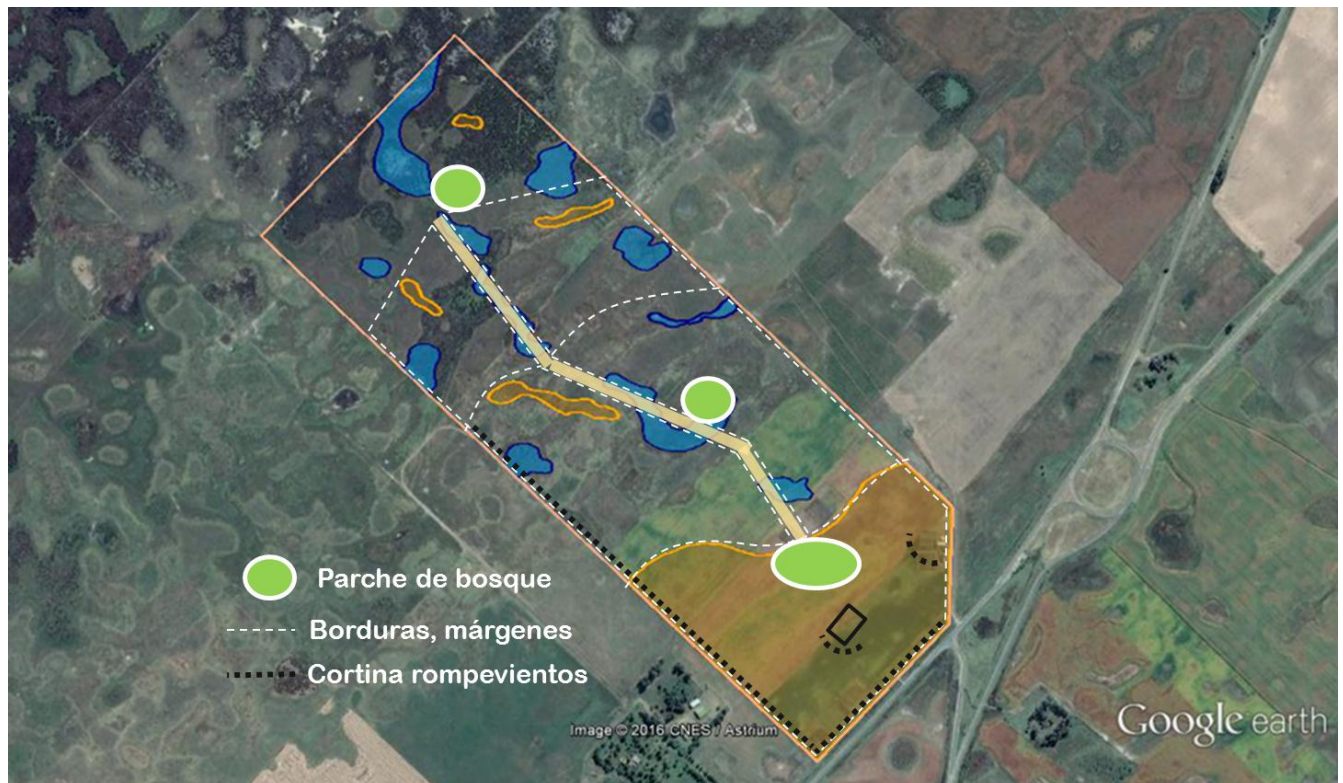
La propuesta contempla tres lugares estratégicos para la implantación de parches de bosque, con especies diversas de árboles y pastizales naturalizados o mejorados como tapiz herbáceo, que brindan la posibilidad de ser pastoreados y la sombra para aumentar el bienestar animal en las épocas de calor (fig 15). En los lotes que son modificables por la posibilidad de realizar agricultura en ellos

ESPECIALIZACION EN AGROECOLOGÍA

(1,2,3,4 y 5) se propones mantener en sus márgenes divisorios, borduras de vegetación espontánea, o eventualmente modificada y biodiversa, de entre 3,5 y 4 metros de ancho, donde encuentren refugio insectos benéficos, se genere un banco de semillas de especies naturales y aprovechables y encuentren una conectividad los lotes de cultivos.

La presencia dentro del sitio de zonas con elevado riesgo de erosión eólica (lomas pronunciadas, suelos arenosos y areno-limosos, débilmente estructurados y con escasa presencia de materia orgánica) obliga a pensar en la utilización de herramientas de regulación. Se proponen cortinas de dos líneas de álamos ubicadas en “tresbolillo” para reducir el impacto de los vientos predominantes provenientes del S y SO. La ubicación se dispone según la figura 15.

Figura 15: Ubicación de los parches de bosque, borduras en lotes cultivables y cortinas rompevientos (elab. propia)



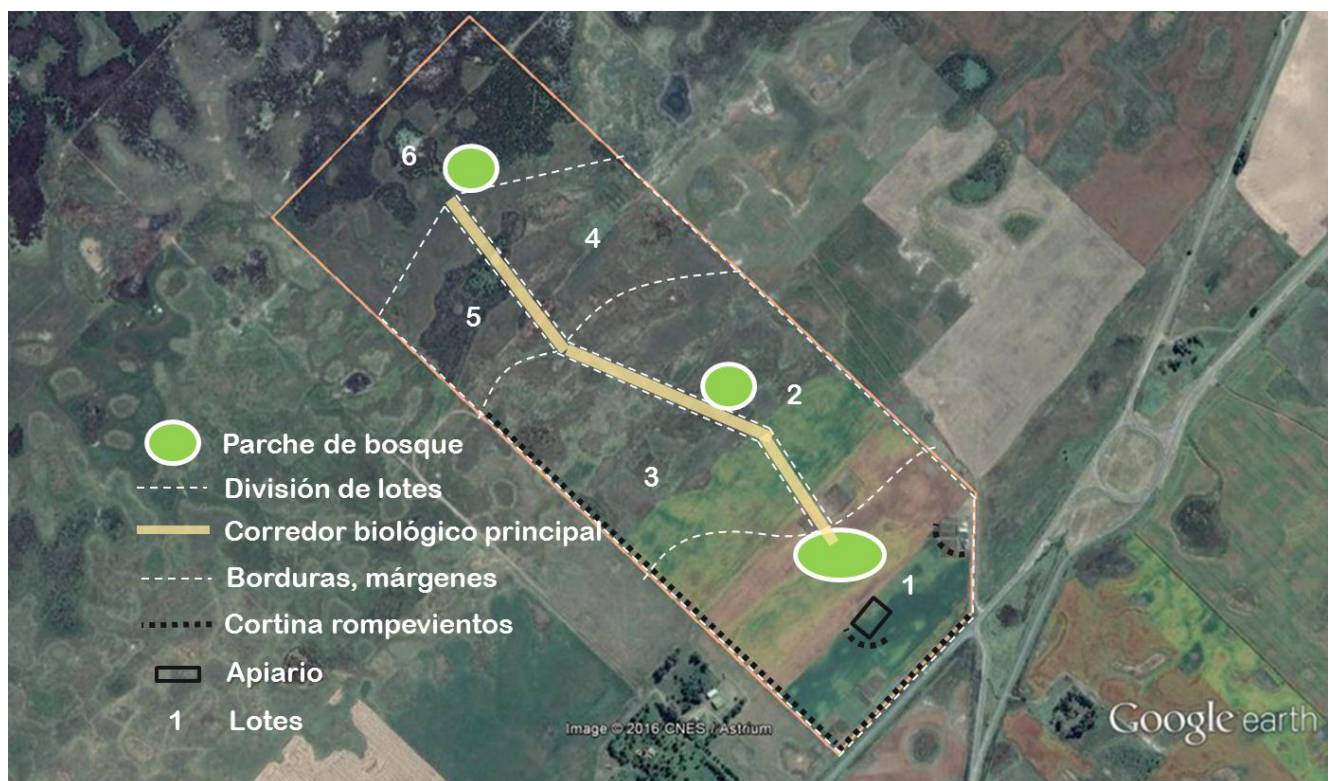
La propuesta de diseño de la infraestructura agroecológica se completa con la ubicación de un apiario, también protegido por una cortina rompevientos de

ESPECIALIZACION EN AGROECOLOGÍA

especies melíferas, en el centro del lote 1, que brinda servicios de polinización a los cultivos de este lote, el menos biodiverso actualmente.

El resumen del diseño puede verse en la fig. 16, donde están ubicados y definidos los lotes con sus borduras sin disturbar, el corredor biológico principal a través de todo el sitio, los parches de bosque que refuerzan los refugios y brindan mayor estabilidad ecosistémica, las cortinas rompevientos y el apiario.

Figura 16: diseño propuesto de infraestructura agroecológica (elab. propia)



8. Propuesta de diseños y manejos productivos

La propuesta productiva para los lotes se basa en la necesidad de mejorar el contenido de Materia Orgánica (aproximadamente de 1 a 1,5% actualmente) y estructura de los lotes, mediante prácticas que tiendan a mejorar la actividad biológica del suelo y su estabilidad, además de lograr niveles de producción aceptables. Debemos notar que la diferencia entre un sistema dependiente de

ESPECIALIZACION EN AGROECOLOGÍA

insumos externos y uno de base agroecológica es que en éste último no se proponen rotaciones cerradas, “recetas” de “paquetes de insumos”. De esta manera, las decisiones sobre qué cultivos producir y con qué manejos se realizan se basan, además de la necesidad de obtener un producto determinado, en la salud del ambiente y el cuidado del suelo. Se toman los 10 principios de la agroecología (tabla 3) para el diseño de la propuesta.

El comienzo de una transición hacia un sistema agroecológico merece especial atención durante las primeras campañas o años, donde puede ser necesario el agregado de bioinsumos o fertilizantes naturales para equilibrar la extracción de nutrientes por parte de los cultivos de cosecha (“Supermagro”, “bocashi” u otros), hasta que el sistema incremente los niveles de estabilidad.

Se propone la incorporación de herbívoros (Bovinos) para la producción de carne y como herramienta de manejo de los lotes de aptitud agrícola. Con la presencia de bovinos de carne se controlan arvenses (“malezas”), se pastorean coberturas en momentos críticos y se fertiliza el suelo mediante sus deyecciones. La carga animal propuesta para el inicio de la transición es la relativa a la media zonal sobre superficies de aptitud ganadera (0,6 Equivalente Vaca/ha), sobre la superficie del ambiente de bajos del sitio (fig 9; lotes 4, 5 y 6 de fig 14) de aproximadamente 70 has. Con el avance de la transición puede aumentar a medida que el sistema ajusta el manejo del pastoreo.

El lote 6 se propone manejarlo como un pastizal natural, sólo mejorando las zonas con presencia de sal en superficie, por medio de rollos de pastura semillada que los bovinos consuman sobre estos “bajos salados”. Las deyecciones y la distribución de las semillas consumidas por el resto del potrero mejorarán la estructura y permitirán la instalación de nuevas plantas.

Los lotes 4 y 5 pueden ser destinados a pastoreo y mejorarse con la incorporación de especies leguminosas por medio de intersembras, pensando en perennizar estos ambientes. El manejo del pastoreo será un punto crítico para mejorar el estado de salud de los potreros o lotes de utilización ganadera. Se propone comenzar con un método racional de pastoreo (parcelas con períodos cortos de

ESPECIALIZACION EN AGROECOLOGÍA

ocupación y óptimos de descanso) para luego pensar en la posibilidad de basarse en los principios de pastoreo racional Voisin en el manejo del mismo y la adaptación de la carga animal.

Para los lotes 1, 2 y 3, de aptitud agrícola, se proponen para el comienzo de la transición las siguientes estrategias y diseños:

- Aumento en el número de especies: > diversidad genética y funcional (aumentar la presencia de enemigos naturales, antagonistas) productiva y en el entorno.
- Rotación de cultivos – Utilización de cultivos de cobertura – gramíneas y leguminosas.
- Manejo de las fechas de siembra (estrategia para el control de arvenses).
- Utilización de policultivos o cultivos consociados: trigo-trébol, avena-vicia, cultivos polivarietales.
- Complementación entre agricultura y ganadería.
- Mínimo disturbio de la estructura del suelo.
- Diseño de las líneas de siembra perpendiculares a la pendiente.
- Aumento progresivo de la cobertura de suelo: la importancia de la biomasa como protector, almacenaje de nutrientes, nacimiento de malezas (estrategias de alelopatías), disminución de evaporación.
- Mejoramiento de la materia orgánica del suelo y la actividad biológica. Aumentar la fijación de Carbono mediante plantas C4.
- Tener presente el Balance de nutrientes.
- Manejo integrado de plagas, sustitución de insumos (sólo como estrategia en la transición).
- Mejorar las relaciones asociativas de plantas con micro-organismos tales como micorrizas y fijadores simbióticos de nitrógeno a través de inoculaciones.
- Disminución progresiva de agroquímicos y no uso de agroquímicos.
- Selección de variedades de mejor comportamiento en estos sistemas.

ESPECIALIZACION EN AGROECOLOGÍA

En base a los diseños propuestos, se propone para los lotes de aptitud agrícola una herramienta de planificación para el corto plazo que tiene en cuenta distintas posibilidades de cultivos en momentos diferentes del año. Se listan algunas de las posibilidades de cultivos en cada momento del año (no es exhaustiva, y deberá adaptarse a cada zona o región), y la posibilidad de evaluar el más conveniente para la próxima implantación. De este modo, la decisión del cultivo a implantar será evaluada de acuerdo a la necesidad de obtener un producto (semilla, grano para la venta, grano como forraje, forraje en pie o para diferir, abono verde o cultivo de cobertura) el estado de salud del suelo, la presión de arvenses o plagas, las posibles fechas de siembra, o la necesidad de forraje para alimentación animal.

En la figura 17 se proponen la secuencia de manejos para el lote 1. Se propone comenzar la transición con siembras de verano, en los 3 lotes agrícolas con plantas C4 para fijar carbono y mejorar paulatinamente los procesos de humificación y aumentar el contenido de materia orgánica. En el caso del lote 1, se comienza con un sorgo para diferir y ser pastoreado por bovinos, y luego implantar un cereal con leguminosas, como trigo con trébol rojo.

Figura 17: propuesta de manejos para el lote 1 (elab. propia)

| Jun | Jul | Ago | Sep | Oct | Nov | Dic | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun |
|-----|---------------------------------------|-----|-----|-----------------|-----------------|-----|-----|-----------------------------|-------------|-----|-----|-----|
| | p/cosecha u otro | | | Cosecha/Verdeos | | | | Verdeos/Abonos verdes/C. C. | | | | |
| | Cereales C/leguminosas (2 años o más) | | | | Sorgo past | | | | Arveja | | | |
| | Cereales c/pasturas (2 años o más) | | | | Sorgo p diferir | | | | Avena+vicia | | | |
| | Trigo multivarietal | | | | Sorgo granífero | | | | Centeno | | | |
| | Arveja | | | | Maíz | | | | Cebada | | | |
| | Avena | | | | Soja | | | | | | | |
| | centeno | | | | Soja past | | | | | | | |
| | cebada | | | | Girasol | | | | | | | |
| | Centeno p/ rolar | | | | moha | | | | | | | |

ESPECIALIZACION EN AGROECOLOGÍA

Para el lote 2 (fig. 18) la secuencia propuesta es realizar un cultivo de Moha como verdeo de verano para su pastoreo, luego un policultivo de avena con vicia para pastoreo y/o cosecha de semillas, y luego maíz.

Figura 18: propuesta de manejos para el lote 2 (elab. propia)

| Jun | Jul | Ago | Sep | Oct | Nov | Dic | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun |
|-----|---|-----|-----|-----------------|--------------------|-----|-----|-----------------------------|-------------|-----|-----|-----|
| | p/cosecha u otro | | | Cosecha/Verdeos | | | | Verdeos/Abonos verdes/C. C. | | | | |
| | Cereales C/leguminosas (2 años o más) | | | | Sorgo past | | | | Arveja | | | |
| | Cereales c/ pasturas (2 años o más) | | | | Sorgo p diferir | | | | Avena+vicia | | | |
| | Trigo multivarietal | | | | Sorgo granifero | | | | Centeno | | | |
| | Arveja | | | | Maíz | | | | Cebada | | | |
| | Avena | | | | Soja | | | | | | | |
| | centeno | | | | Soja past | | | | | | | |
| | cebada | | | | Girasol | | | | | | | |
| | Centeno p/ rolar | | | | moha | | | | | | | |

La propuesta de secuencias para el lote 3 (fig. 19) es la implantación de un sorgo granífero, luego de su cosecha realizar un cultivo de Centeno para rolar, y sobre el rolado realizar siembra directa de Girasol.

Figura 19: propuesta de manejos para el lote 3 (elab. propia)

| Jun | Jul | Ago | Sep | Oct | Nov | Dic | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun |
|-----|---|-----|-----|-----------------|--------------------|-----|-----|-----------------------------|-------------|-----|-----|-----|
| | p/cosecha u otro | | | Cosecha/Verdeos | | | | Verdeos/Abonos verdes/C. C. | | | | |
| | Cereales C/leguminosas (2 años o más) | | | | Sorgo past | | | | Arveja | | | |
| | Cereales c/ pasturas (2 años o más) | | | | Sorgo p diferir | | | | Avena+vicia | | | |
| | Trigo multivarietal | | | | Sorgo granifero | | | | Centeno | | | |
| | Arveja | | | | Maíz | | | | Cebada | | | |
| | Avena | | | | Soja | | | | | | | |
| | centeno | | | | Soja past | | | | | | | |
| | cebada | | | | Girasol | | | | | | | |
| | Centeno p/ rolar | | | | moha | | | | | | | |

9. Comentarios finales

La agroecología contempla la búsqueda de la auto-regulación de los sistemas, logrando niveles mayores de sustentabilidad fortaleciendo los procesos biológicos naturales, y para lograr ese objetivo los elementos de diseño funcional del paisaje resultan de suma importancia. La presente propuesta, sólo una de varias posibles, contempla la utilización de algunos elementos de diseño del paisaje para aumentar la auto-regulación del campo en estudio. De manera sucinta, además, se proponen generalidades para los diseños y manejos productivos sobre los lotes o potreros.

Algunos de los obstáculos con los que nos encontramos para ajustar la toma de decisiones en el diseño de la infraestructura agroecológica:

- Escasos datos disponibles de análisis de suelo, biodiversidad y topografía.
- No poseer herramientas in situ para actualizar y/o ajustar datos, como gps geodésico, sonda veris., lo que hubiese permitido tener una grilla georreferenciada con altimetría, pH y CE (conductividad eléctrica) de todo el sitio.
- Escasez de información sobre herramientas de diseño de paisajes y su función.
- Escasez de información sobre tipos de ambientes y la función ecológica de cada uno de ellos en la región pampeana.

En todo caso, se valora como de suma importancia recorrer a pie todo el sitio y conocer cómo responde ante disturbios e incorporación de especies de distintas familias. No existen datos que replacen tal conocimiento empírico, y muchas veces los mapas muestran datos que difieren de lo que encontramos en los microsítios al recorrer.

Las necesidades de cada lote, sitio o campo son diferentes y merecen un detenido análisis para evaluar los elementos necesarios para el diseño según su función y la finalidad de cada sistema productivo.

10. Bibliografía

- Altieri, M, Nicholls, C. 2004. Biodiversity and pest management in agroecosystems. Second edition, Hawort Press, New York.
- Altieri, M, Nicholls, C. 2015. Herramienta didáctica para fincas resilientes
- Altieri, M, Nicholls, C. 2004. Una base agroecológica para el diseño de sistemas diversificados de cultivo en el Trópico. Manejo Integrado de Plagas y Agroecología No. 73 p.8-20, 2004. Costa Rica
- Altieri, M, Nicholls, C. 2013. Diseños agroecológicos para incrementar la biodiversidad de entomofauna benéfica en agroecosistemas. SOCLA. Lima, Perú.6
- Altieri, M, Nicholls, C, Henao Salazar, A. 2015. Herramienta didáctica para la evaluación de fincas resilientes. REDAGRES, SOCLA. Medellin, Colombia.
- Boyd, J. y Banzhaf, S. (2007). What are ecosystem services? The need for standardized environmental accounting units. Ecological Economics. 63. P. 616-626.
- Canuto, J.C. Investigación en Agroecología. Bibliografía del Seminario “Investigación en agroecología”. Especialización en Agroecología, Escuela de Posgrado, Universidad de La Matanza. Buenos Aires, Argentina
- Cittadini, R. 2010. Economía Social y Agricultura familiar: hacia la construcción de nuevos paradigmas de intervención. Ediciones INTA. Buenos Aires, Argentina.
- Fisher, B., Turnera, R.K., Morling, P. (2009). Defining and classifying ecosystem services for decision making. Ecological Economics. 68. p. 643-653.
- Giaccio, G. La Agroecología y su aporte a la conservación de los recursos naturales

ESPECIALIZACION EN AGROECOLOGÍA

- Marasas, M. et al. 2012. El camino de la transición Agroecológica. Ediciones INTA. Buenos Aires, Argentina.
- Nicholls, C. 2006. Bases Agroecológicas para diseñar e implementar una estrategia de manejo de hábitat para control biológico de Plagas. Vol 1. Revista de Agroecología. Universidad de Murcia. España.
- Nicholls, C, et al. 2015. Agroecología y el diseño de sistemas resilientes al cambio climático. REDAGRES, SOCLA. Lima, Perú.
- Sarandón, S. (ed.) 2002. Agroecología: el camino hacia una agricultura sustentable. Ediciones científicas Americanas. La plata, Argentina.
- Sarandón, S. 2014. Agroecología: integrando la enseñanza, la investigación, la extensión y los agricultores. Cuadernos de Agroecologia – ISSN 2236-7934 – Vol 9, No. 1. Brasil.
- Sarandón, S. 2015. Seminario “Investigación en agroecología” Especialización en Agroecología, Escuela de Posgrado, Universidad de La Matanza. Buenos Aires, Argentina.
- Sili, M. 2004. La reconstrucción de la Ruralidad en Argentina, Agenda para una política de desarrollo rural. En desarrollo local y nuevas ruralidades en Argentina. Co-Edición UNS; INRA-SAD; Meditations; IRD/UR 102 y Dynamiques Rurales. Bahía Blanca, Argentina. Pág. 293-311.
- Tittone, P. De Grazia, J. 2011. Un Marco conceptual para la identificación y evaluación de alternativas agroecológicas en investigación. Revista Brasileira de Agroecología. V. 6 Nº 2. Brasil.
- Zaccagnini, M; Wilson, M; Oszust, J. 2014. Manual de Buenas Prácticas de conservación del suelo, la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos. PNUD (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo)
- Vazquez Moreno, L. y Matienzo, Y. 2010. Metodología para la caracterización rápida de la diversidad biológica en las fincas, como base para el manejo agroecológico de plagas. La Habana, Cuba.

ESPECIALIZACION EN AGROECOLOGÍA

- Vázquez Moreno, L. 2012. Contribución al diseño Agroecológico de Sistemas de Producción Urbanos y Suburbanos para favorecer procesos Ecológicos. Revista Agricultura Orgánica, año 18, N° 3.

Sitios WEB:

- http://www.tompkinsconservation.org/sp/farm_laguna_blanca.htm (fecha de consulta: enero de 2017)
- <https://www.embrapa.br/home> (fecha de consulta: enero de 2017)