

Monitoramento sistêmico y multidimensional de procesos de desertificação en la região semiárida de Brasil

Workshop on Land Productivity Indicators for Drylands
Bonn, Alemanha, 7-9 de julio de 2014

Aldrin Martin Pérez Marin
Instituto Nacional do Semiárido/MCTI

Sede administrativa del Instituto Nacional do Semiárido



**Centro de Investigación Nacional del Ministério de
Ciencia, Tecnologia e Innovación de Brasil**

Instituto Nacional do Semiárido: Áreas de Actuação

1. Gestão de informação y conocimiento
2. **Desertificação**
3. Sistemas de Produção
4. Recursos Hídricos
5. Biodiversidad y Uso Sustentable
6. Tecnologias Sociais
7. Inovações Metodológicas para a Convergência de la Sabedoria Popular y Académica

Conclusiones

- Hemos logrado disminuir la vulnerabilidad de las propiedades agrícolas familiares a la variabilidad climática en nuestra area de actuación
- Eso fue posible principalmente por 3 motivos:
 - Colaboración efectiva y de largo plazo entre agricultores, asociaciones, ONGs e investigadores
 - Acceso a distintos fondos para las distintas medidas de adaptación
 - Y, principalmente: Mucha inversión en la gestión de informaciones, capacitación y comunicación entre todos los actores
- Desafío futuro: desarrollar herramientas adecuadas para gestión de la creciente cantidad de información

REGIÃO SEMI-ÁRIDA DE BRASIL (RSAB)

980.133,079 km²

1.135 municípios

22.598.318 hab

Rural
8.592.200 hab

Urbana
14.003.118 hab



RSAB de Brasil: Altíssima variabilidade climática

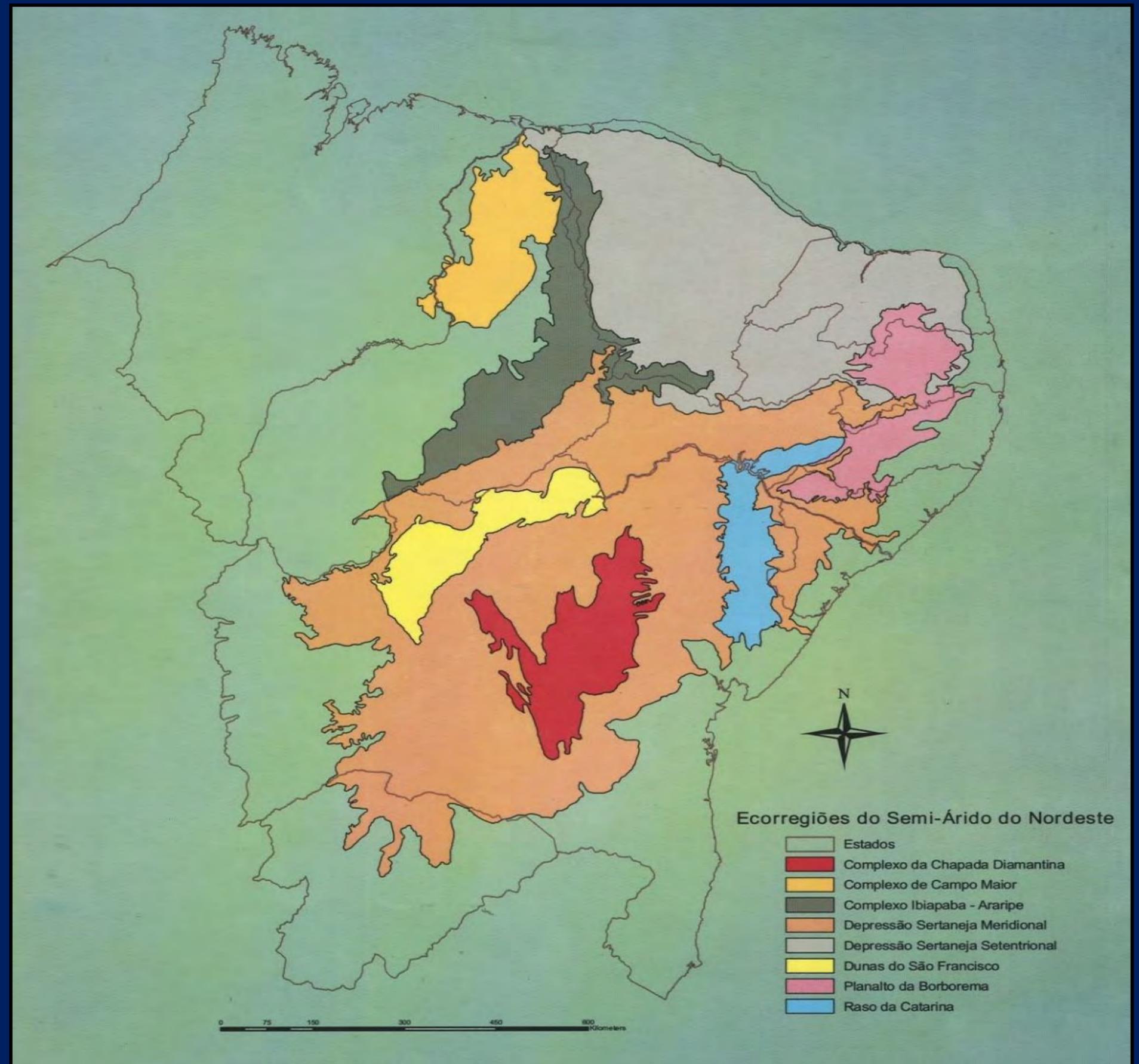
- ✓ Espacial: Precipitación media anual varia desde 300 hasta 1000 mm em diferentes localidades de la región
- ✓
- ✓ Entre años: CV's mas altos que el 30 %
- ✓ Dentro de los años: En promedio, 60% de la lluvia total anual ocurre en um mês y 30% en un solo dia
- ✓ En el pasado: Sequias severas han ocurrido a cada 10 o 15 años
- ✓ Para el futuro: La mayoría de los cenarios estimados muestran reducciones en la cantidad de lluvias y aumentos en la variabilidad



**Vegetación nativa:
Bosque seco conocido como “Caatinga”**



**Alta
heterogeneidade
ambiental**



Principales tipos de uso de la tierra

- Agricultura de subsistencia (maiz, frijoles y yuca)
- Producción pecuaria
- Extracción de madera de la caatinga

Irrigación es possible solamente en 3 a 5% de la región

Principales Actores

- Familias de agricultores
- Organizaciones de agricultores (sindicatos y asociaciones)
- Articulación del Semi-árido - ASA + 1000 ONG's
- Investigadores científicos (Universidades, centros de pesquisa...)

En Brasil la desertificación “PUEDE” ocurrir



En las otras regiones puede haber procesos de degradación de la tierra semejantes a los de esta parte de NE y de Minas Gerais, mas ellos no pueden ser denominados de desertificación y no se encuadran en la Convención.

Superfície: 1.335.439,70 Km²

Desertificación: DEGRADACIÓN DE LA TIERRA

“Reducción o pérdida de la productividad biológica o económica y de la complejidad de las tierras”

- ✓ Implica cambio en el tiempo;
- ✓ Desertificación sería un **PROCESO**, o resultado de una **DINÁMICA**;
- ✓ Para ser caracterizada sería necesaria una **SÉRIE TEMPORAL DE DATOS**,
- ✓ El cuadro instantáneo de la situação no puede dar la **MEDIDA DA VARIACIÓN EN EL TIEMPO**;
- ✓ Cualquier análisis con base ese cuadro trae implícito un **CUADRO DE REFERENCIA**, en general una asunción de lo que sería la **SITUACIÓN PASADA**.

NUESTRO TRABAJO DE INVESTIGACIÓN EN DESERTIFICACIÓN

Indicadores

Qualidade Solo

Cobertura vegetal permanente

Qualidade da água

Dados econômicos

Dados sociais

Mineración de dato secundários SIGSAB

ESPACIALIZACIÓN

Sistema de Monitoramento

SISTEMATIZACIÓN DE DATOS Observacionales "in situ"

Datos observacionales: Fluxos de CO₂ suelo-vegetación-atmósfera, Nutrientes, Água, Florística e Fitosociologia

Parcelas permanente, Sistemas de producción Estratégias de recuperación

Sub-produtos e Produtos

Modelaje - SIG

Classificación automatizada

Sub-Índice degradación ambiental

Sub-Índice de reducción de la cobertura Permanente

Sub-Índice de reducción de la producción agropecuária

Sub-Índice de deterioración económica

Sub-Índice de deterioración Social

Analises espectrais

Índice de Propensión a Desertificación - IPD

Índice de Ocorrencia da Desertificación - IOD

Uso de la tierra y cambios de la cobertura

Áreas abandonadas

Compactación de tierras

Modelaje de ciclaje biogeoquímica de nutrientes

Modelaje de los Fluxos de energia ,(CO₂ interfase suelo-vegetación-atmosfera

Suceptibilidad económica, social y agropecuária de la desertificação en la región semi-árida de Brasil

Mineración de datos Secundários

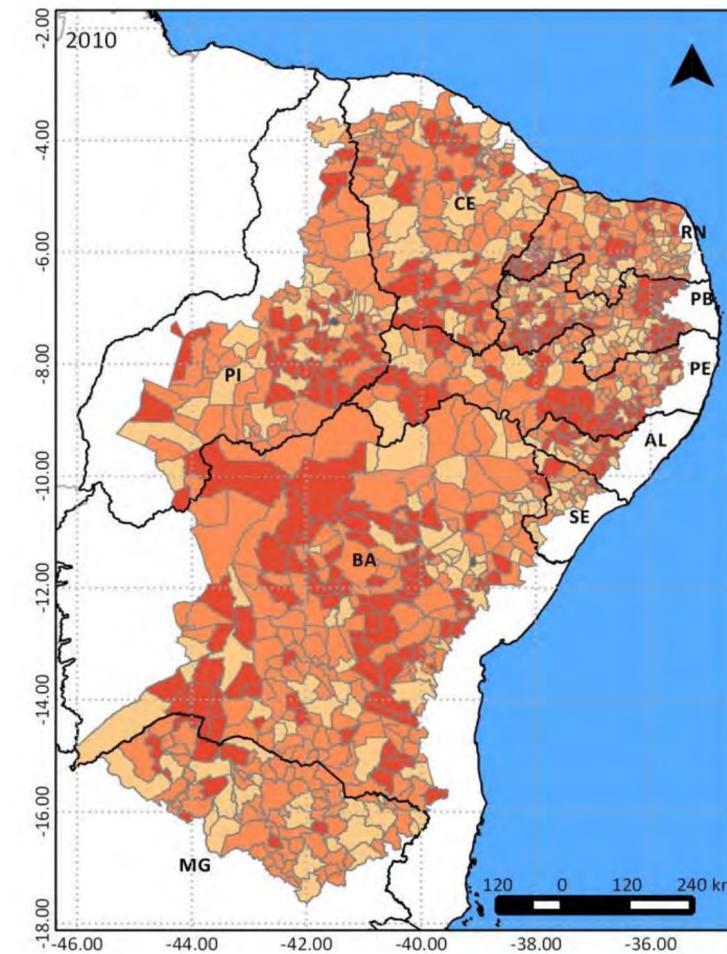
15% municípios IPD media-alta (ex. 3-2-2..)

2% municípios IPD alta (ex. 3-3-3..)

52% municípios IPD media-alta, com uma das condições em nível baixo de propensão (ex. 2-1-3..)

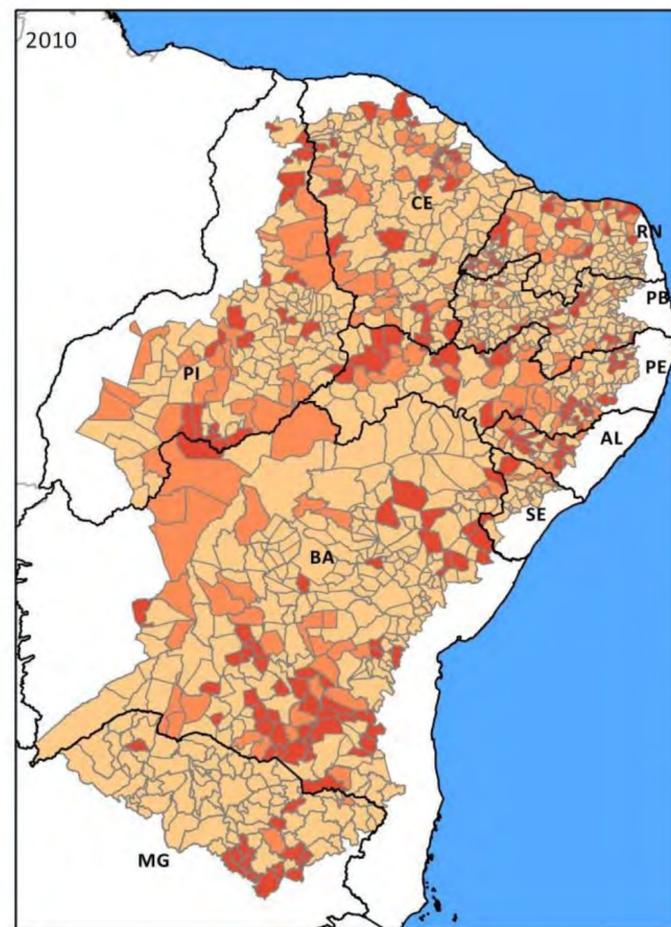
19% municípios IPD baixo-alta (ex. 1-1-3..)

12% municípios IPD fraco (ex. 1-1-1..)



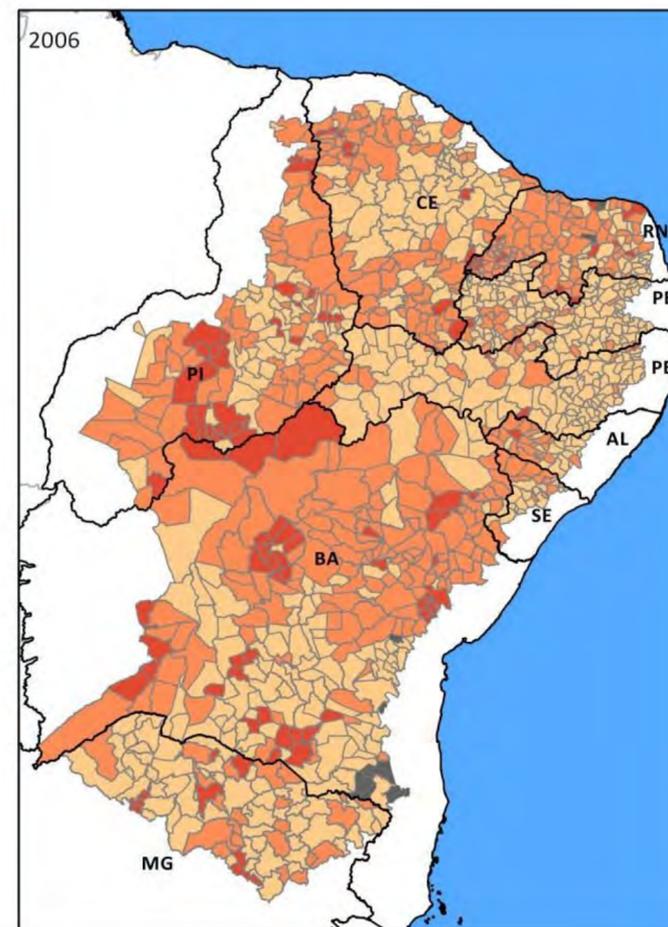
Subíndice de propensão da condição económica

- 1 baixo (230 municípios)
- 2 médio (557 municípios)
- 3 alto (346 municípios)
- Sem informação disponível (2 municípios)



Subíndice de propensão da condição social

- 1 baixo (788 municípios)
- 2 médio (142 municípios)
- 3 alto (205 municípios)
- Sem informação disponível (0 município)



Subíndice de propensão da condição agropecuária

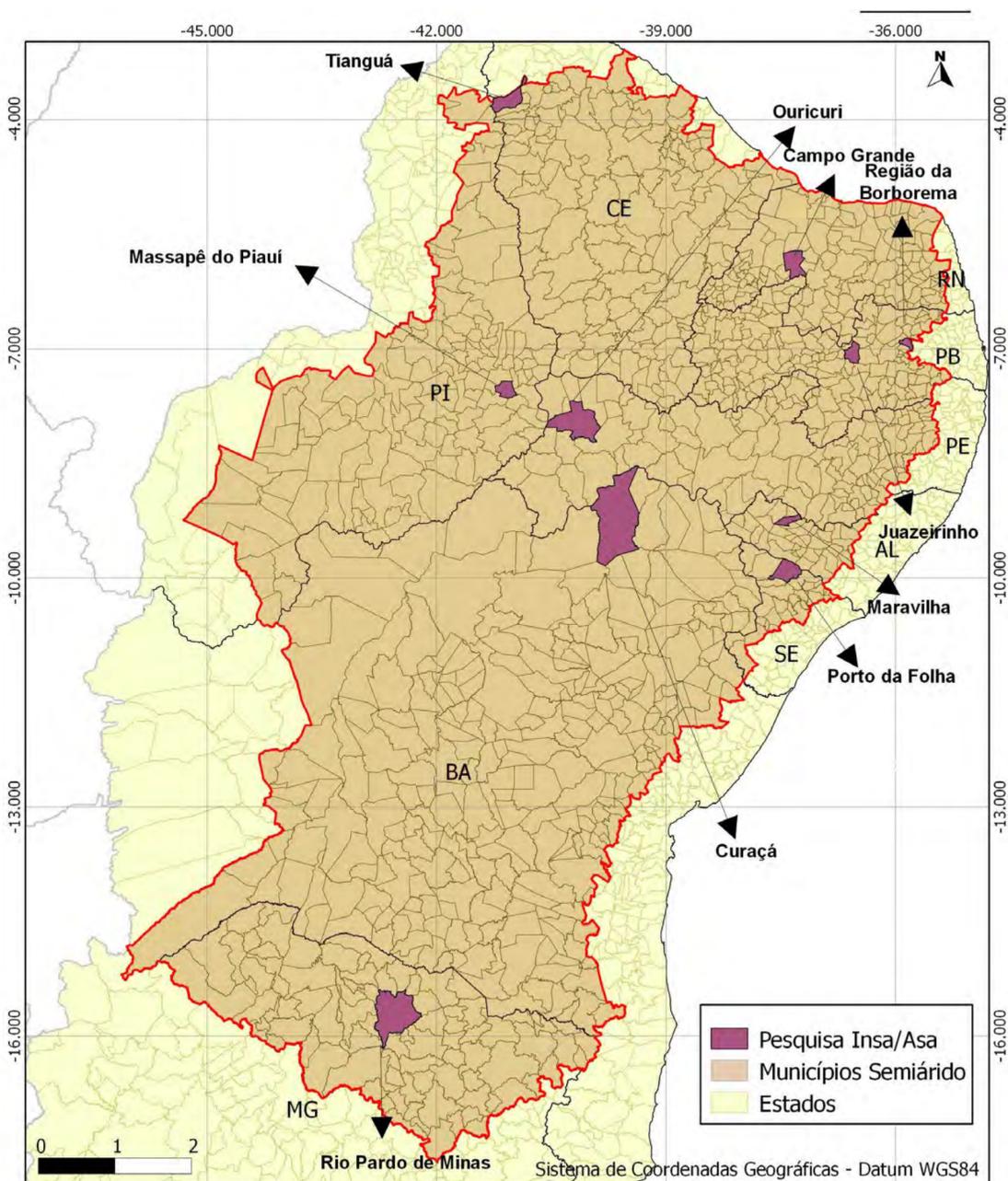
- 1 baixo (583 municípios)
- 2 médio (431 municípios)
- 3 alto (113 municípios)
- Sem informação disponível (8 municípios)

Datos observacionais: Monitoramento de Sistemas Agrícolas Familiares Resilientes a Eventos Ambientales Extremos

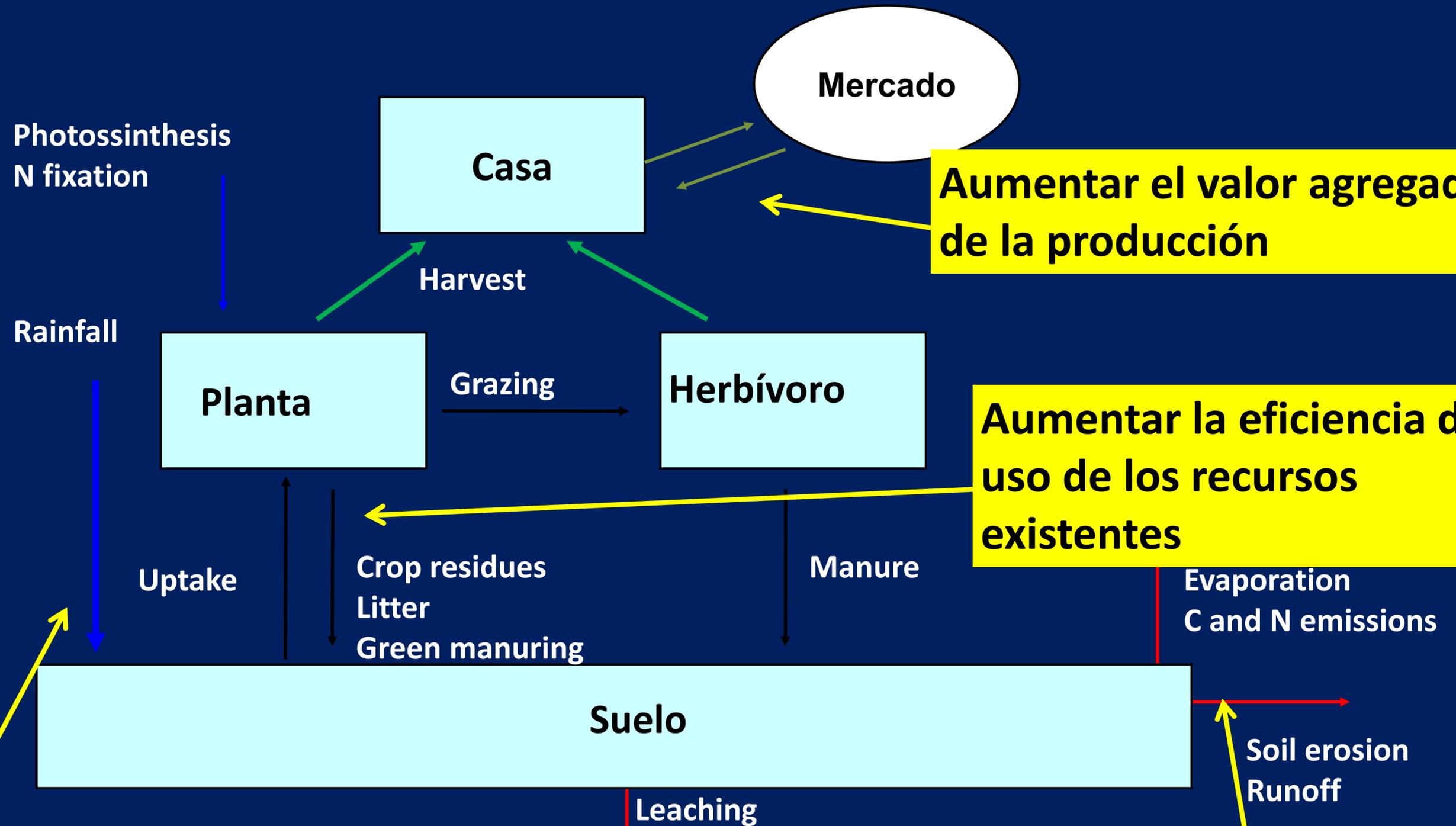
Acompaña 100 famílias
Experimentadores

Elucidar y cuantificar en Base Científica
las Estratégias Agrícolas y Sociales que
permitem a Resiliência

Parceros: INSA y ASA



Estrategias de monitoramento em agroecossistema familiares



Aumentar el valor agregado de la producción

Aumentar la eficiencia del uso de los recursos existentes

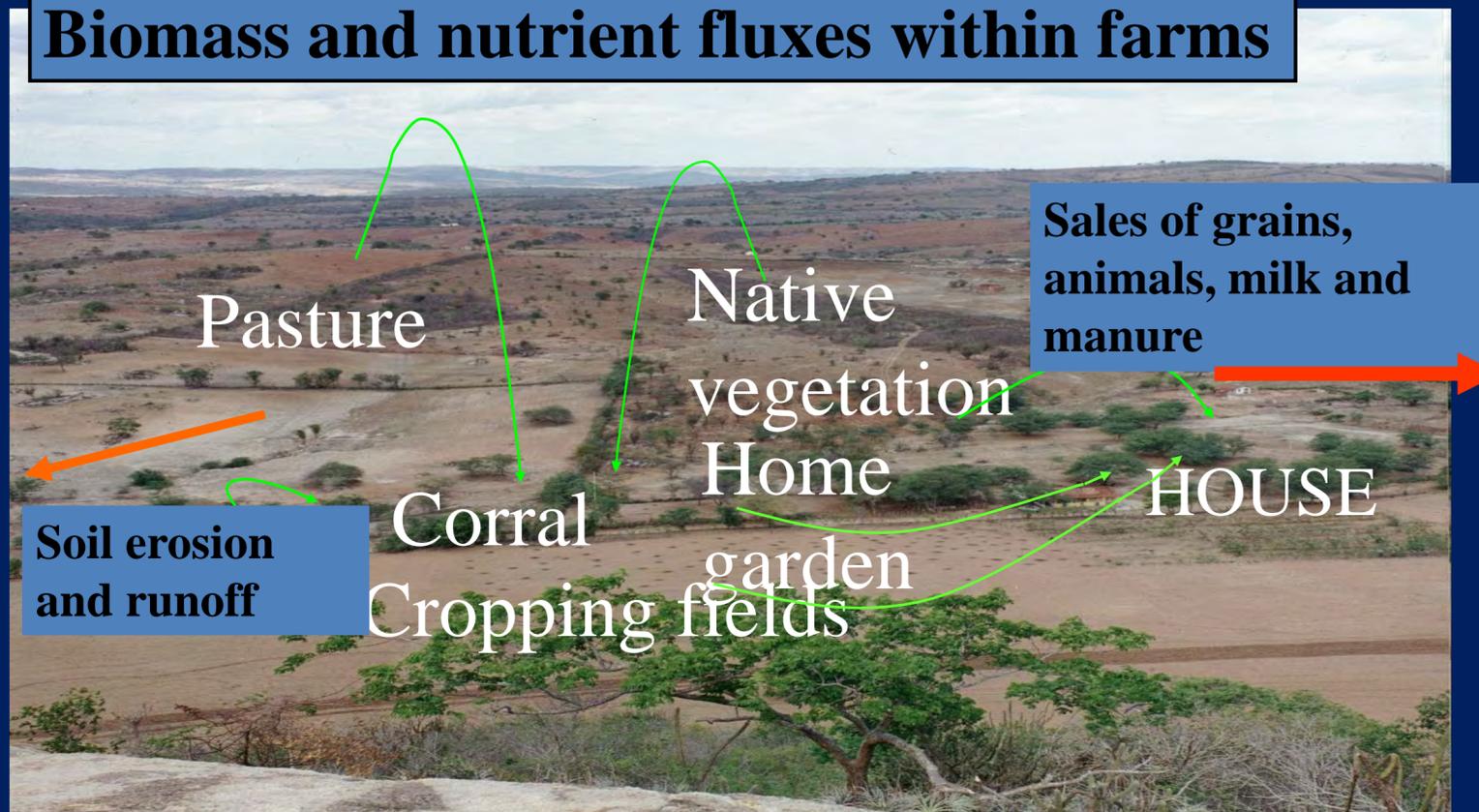
Criar "stocks"

Reducir las pérdidas de recursos

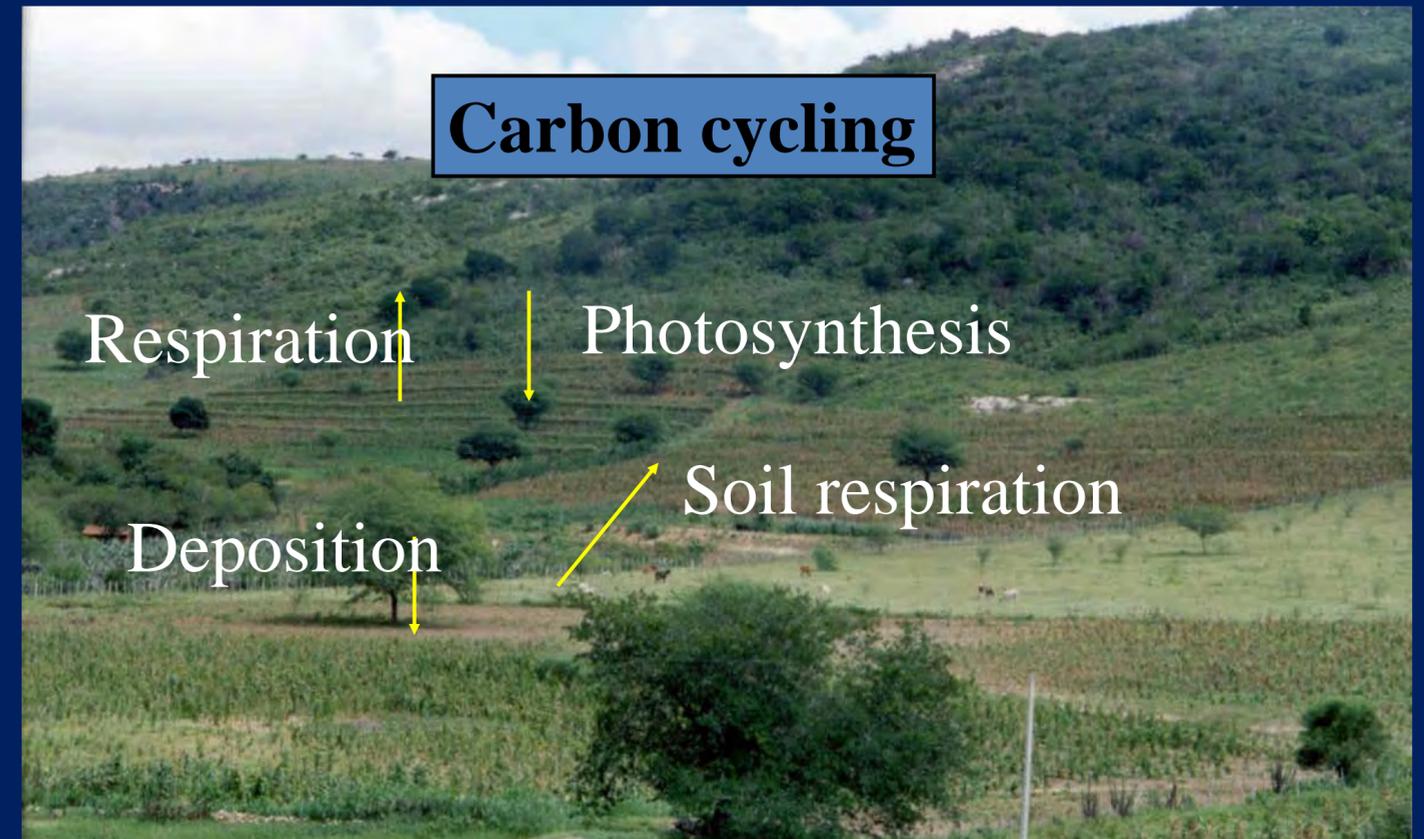
Nuestro trabajo de investigación:

Impactos del uso de la tierra sobre los ciclos biogeoquímicos en agroecosistemas

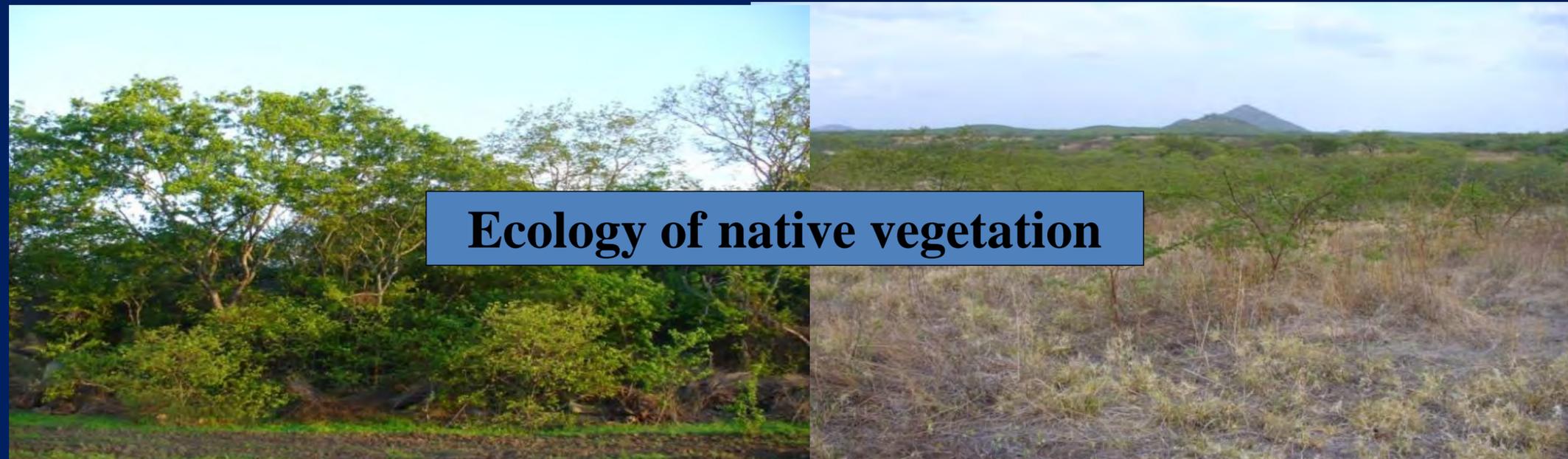
Biomass and nutrient fluxes within farms



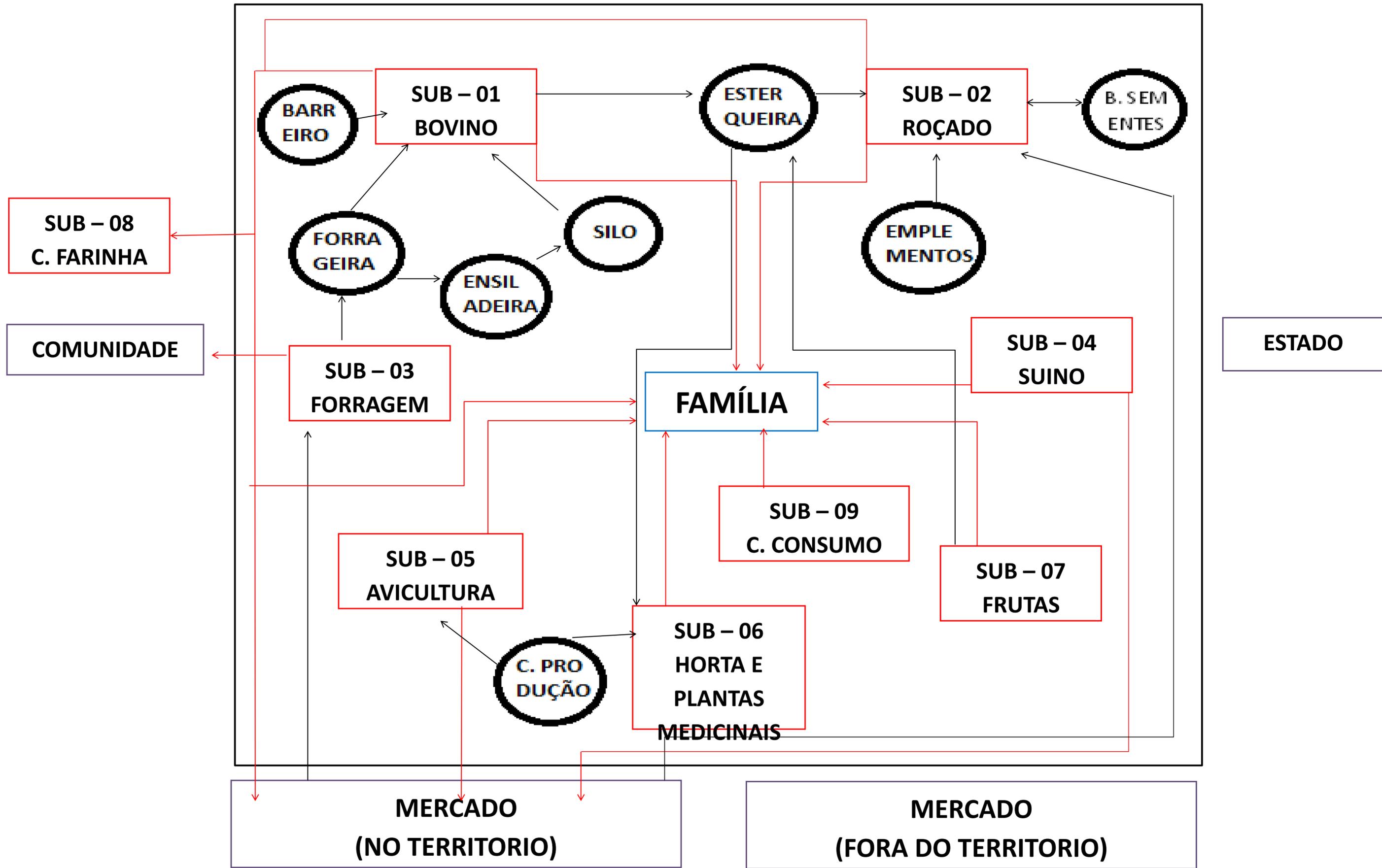
Carbon cycling



Ecology of native vegetation



AGROECOSSISTEMA DEL SEÑOR CARLINHOS Y JOSÉLIA



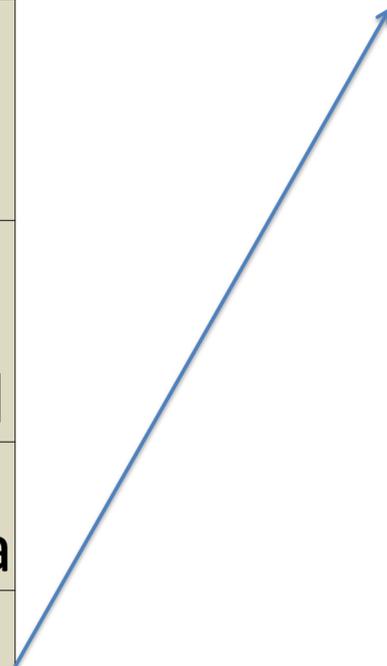
Atributos diagnósticos do agroecossistema

ELEMENTO DE ANÁLISES	ATRIBUTO DIAGNÓTICO	CRITÉRIO DIAGNÓTICO	INDICADOR
AGROECOSSISTEMA FAMILIARES DO SAB	PRODUTIVIDADE	EFICIENCIA	...
	EQUIDADE	DIVISSÃO TECNICA, SOCIAL E ECONOMICA DO TRABALHO	...
	ESTABILIDADE	ESTADO DE EQUILIBRIO DINÂMICO ESTAVEL	...
	RESILIENCIA-RESISTENCIA	CAPACIDADE DE AUTO RECUPERAR-SE	...
	ADATABILIDADE-FLEXIBILIDADE	CAPACIDADE DE INOVAÇÕES	...
	AUTONOMIA	CAPACIDADE DE SOBERANIA	...

INDICADORES DE PRODUTIVIDADE ASOCIADOS A LOS AGROECOSISTEMAS

Siglas	Índices
IDF	Índice de disponibilidad de forraje
IDACH	Índice de disponibilidad de agua para consumo humano
IDACA	Índice de disponibilidad de agua para consumo animal
IDAPV	Índice de disponibilidad de agua para produção vegetal
ICA	Índice de cobertura arbórea
IFS	Índices de qualidade do solo

Indicadores de suelo
Balance de nutrientes
Balance de MOS
Estructura del suelo
Profundidade efectiva
Actividad biológica
Estado de la MOS superficial
Cobertura del suelo
Aireación del suelo
Control de erosión
Humedad del Suelo
Dinámica de CO2
Velocidad de infiltración
P y N
Apariencia del Cultivo
Crecimiento del cultivo
Rendimiento
Diversidade
Sistema de manejo



Balance de nutrientes decorrientes de cosecha agrícola y pastoreo (kg/ha)

Uso de la tierra	Nitrogenio	Fósforo	Potásio
Agricultura	-16	- 1	-18
Áreas de Pasto	- 3	- 0.1	- 4

- Buena parte de los nutrientes de las áreas parcelas agrícolas va para el corral
- Vendas de estiercol: ~ 100, 40 e 150 kg año⁻¹ de N, P e K por propiedad

Retirada de nutrientes del suelo en campos de Nopal

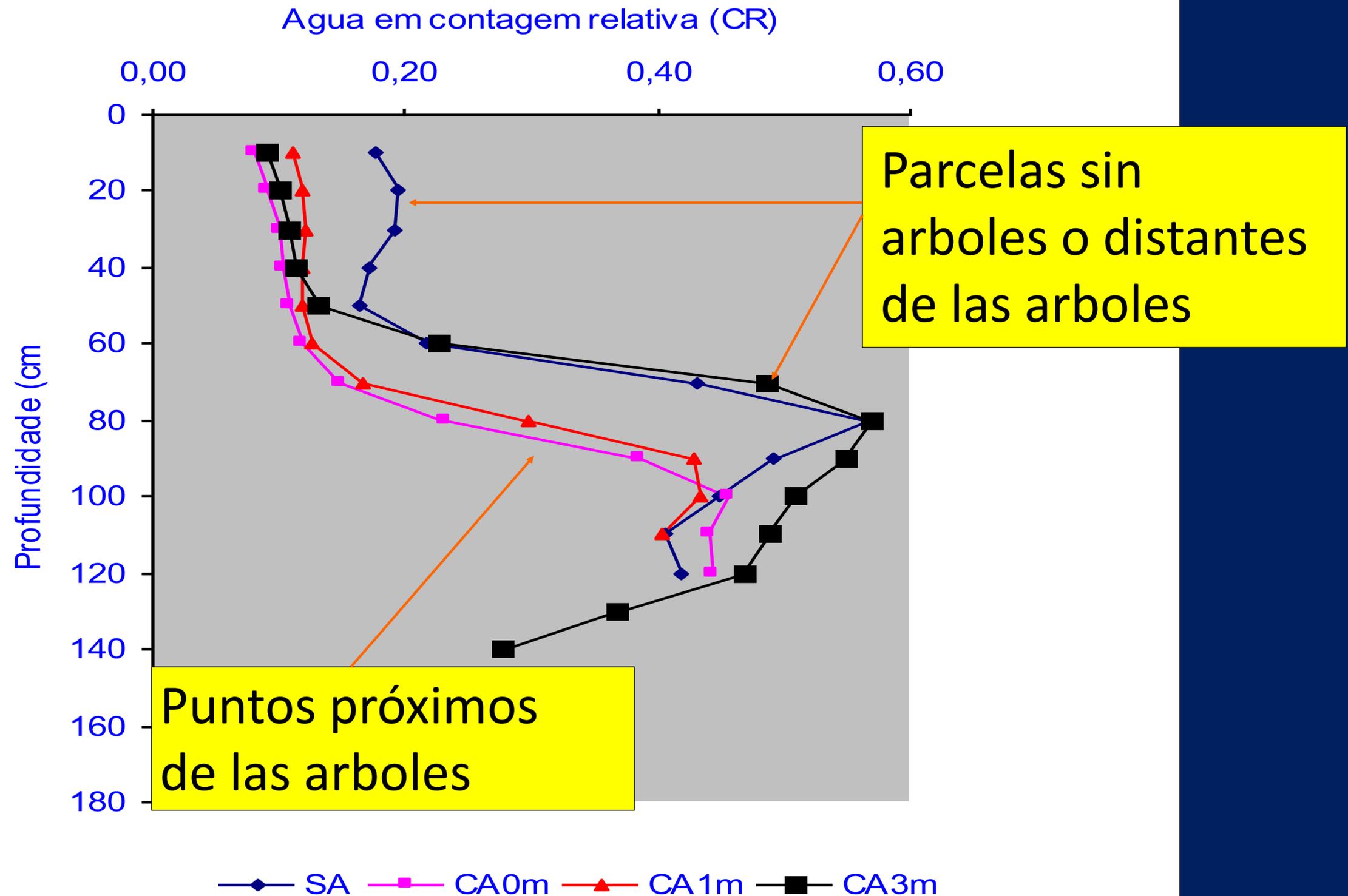


Manejo

- Retirada média de N, P e K de **134, 30 e 543** kg ha⁻¹ en el primero corte.
- En los campos mas productivos las médias han sido **300, 114 e 1446** kg ha⁻¹ de N, P e K
 - 7% do N total e 3% do P total do solo (0-20 cm).

- Esterco deve necessariamente ser retornado aos campos de cultivo

Umedad a lo largo del perfil de suelo en parcelas con o sin arboles



INTERACCIONES ARBOLES-CULTIVOS

PARCELAS SIN FERTILIZACIÓN

Filas de
gliricidia



- Menos agua
- Mas nutrientes
- Mayor productividad de maiz

- Mas agua
- Menos nutrientes
- Menor productividad de maiz

INTERACCIONES ARBOLES-CULTIVOS

PARCELAS CON FERTILIZACIÓN



Filas de
gliricidia

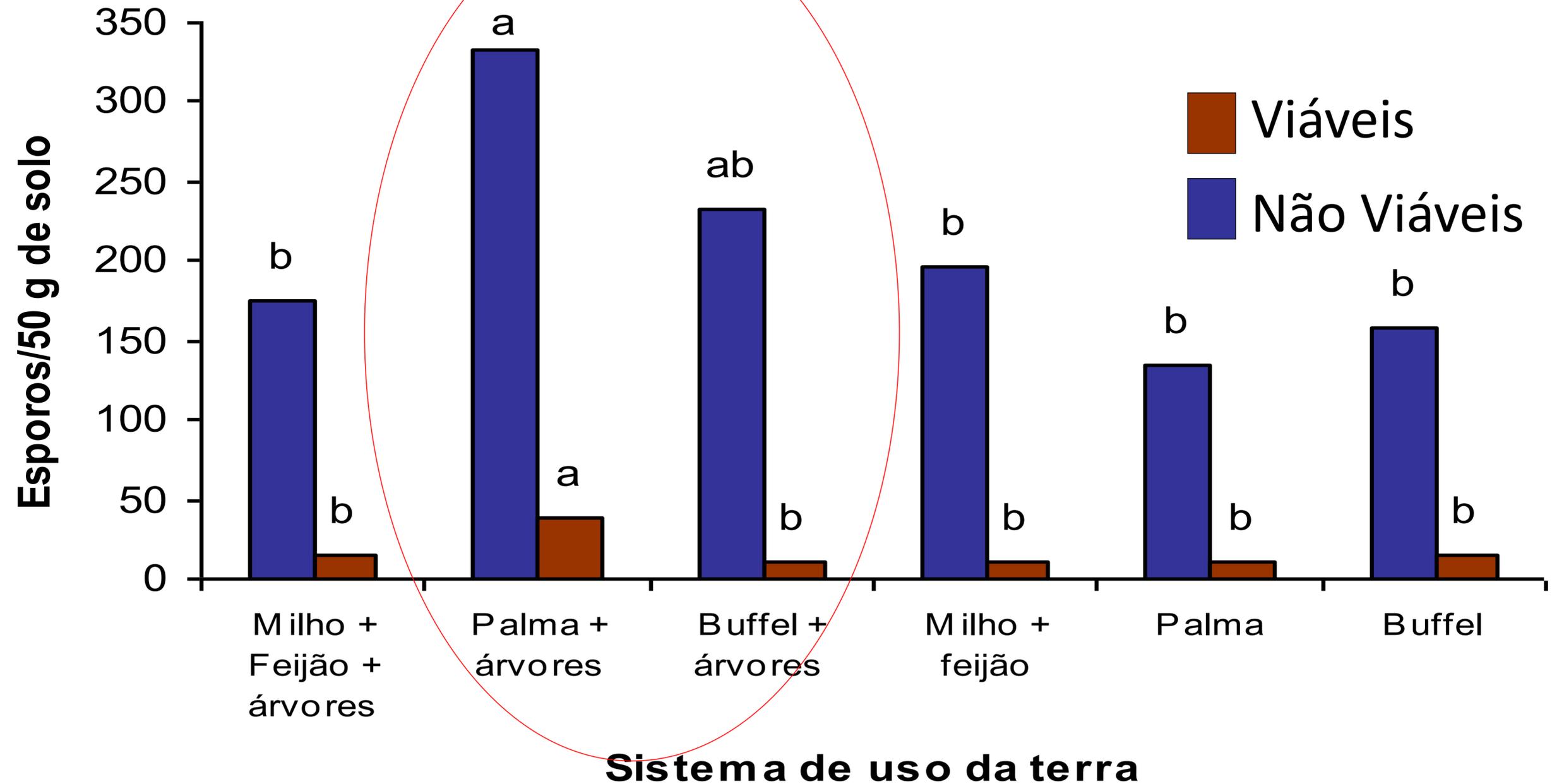
- Menos agua
- Igual nutrientes
- Menor productividad de maiz

- Mas agua
- Igual nutrientes
- Mayor productividad de maiz

Densidade de esporos de micorrizas

Sistemas agroforestais

Sistemas sin arboles



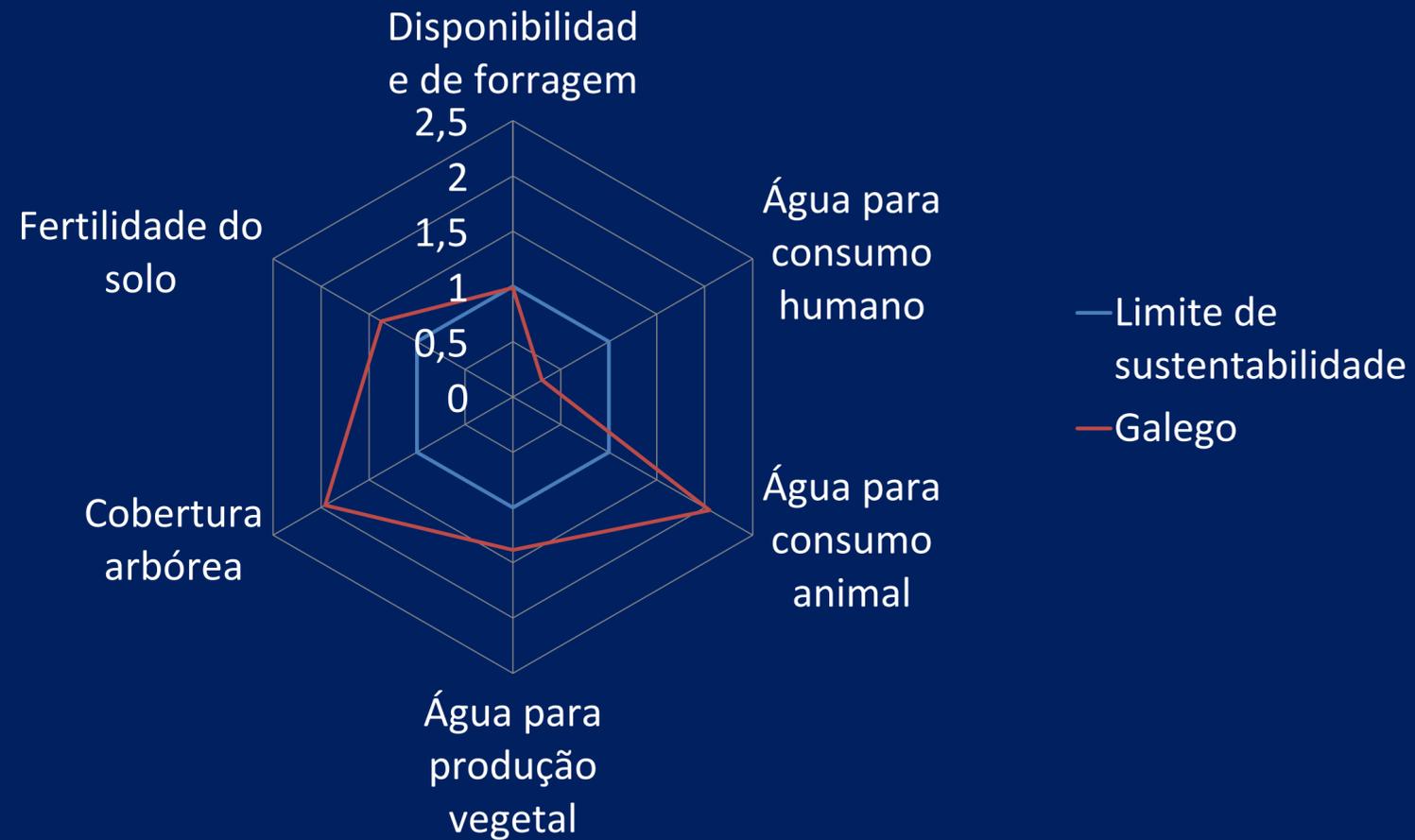
Fijación biológica de N₂ atmosférico

Principais Famílias	Nº de Espécies	Áreas
Leguminosae	278	Áreas mais secas strictu sensu
Convolvulaceae	103	
Euphorbiaceae	73	
Malpighiaceae	71	
Poaceae	66	
Cactaceae	57	
Rubiaceae	223	Encraves de Mata e Cerrado
Cyperaceae	109	
Melastomataceae	90	
Myrtaceae	76	
Orchidaceae	73	
Asteraceae	207	
Total de espécies	1426	

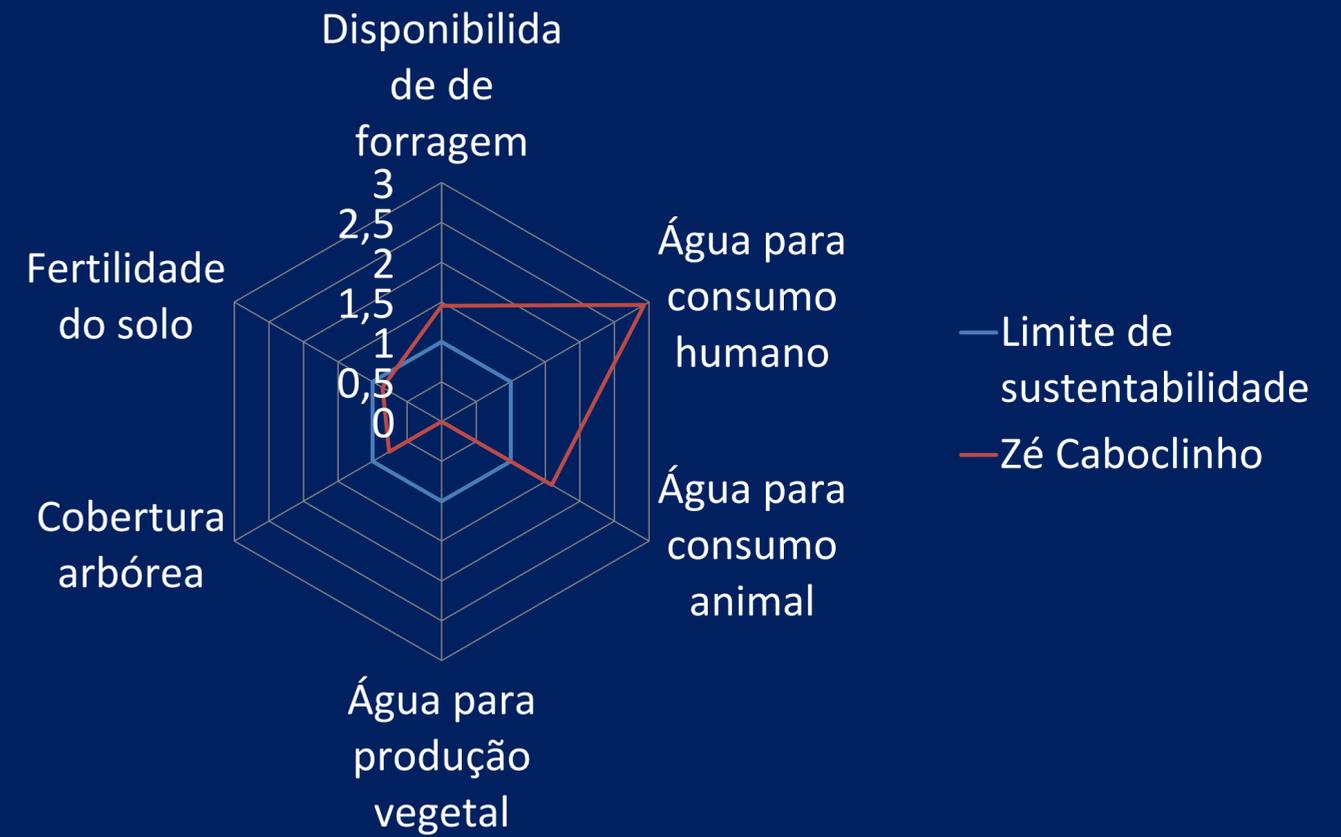
Datos de la abundancia natural de ¹⁵N apuntan que entre 39 a 69 % del N contenido em la biomasa de las especies de Caatinga es proveniente de la fijación biológica (40-70 kg N ha⁻¹)

INTEGRAÇÃO DE RESULTADOS

Sistema # 1



Sistema # 2



CAATINGA PRESERVADA



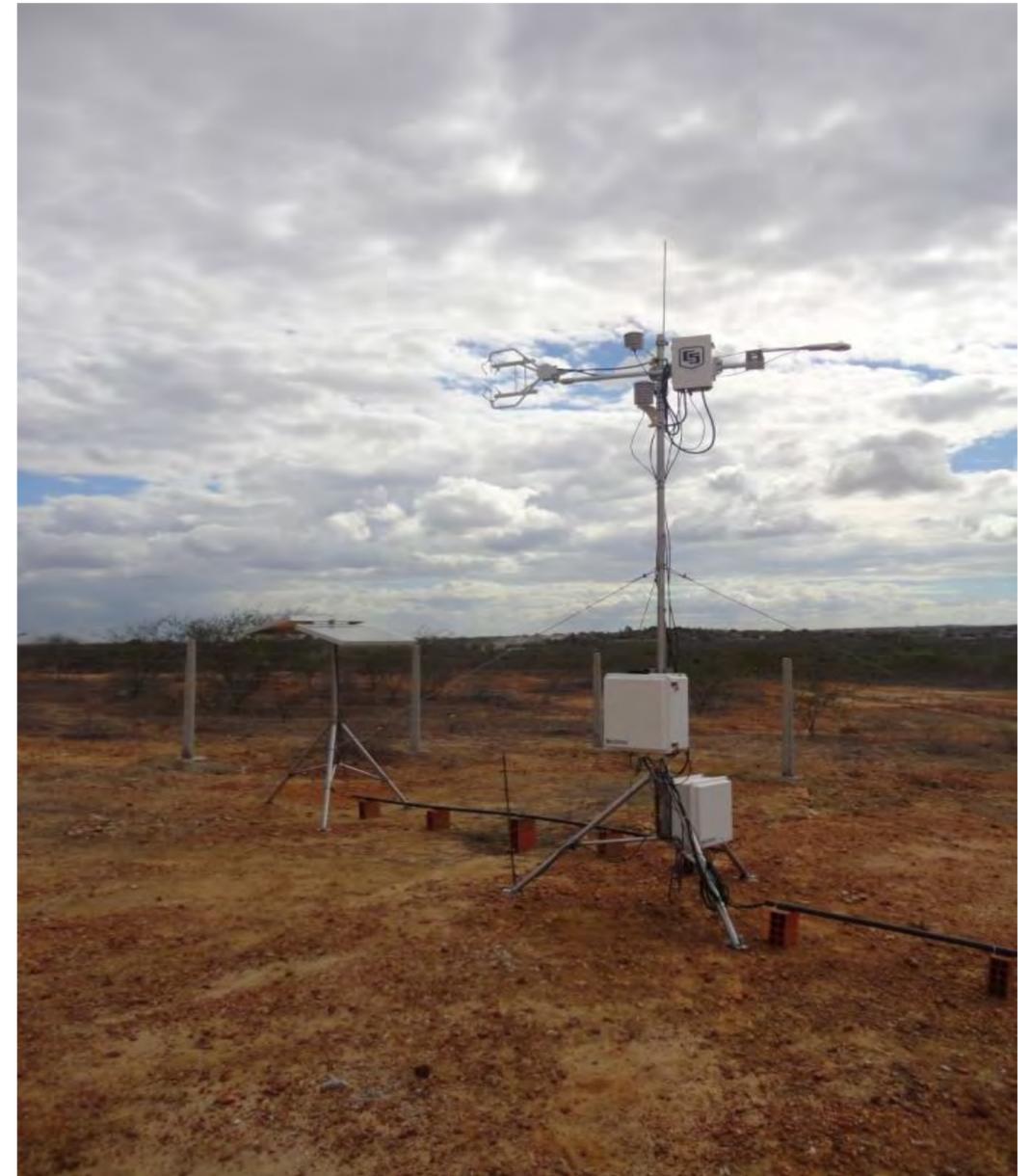
1. Estação Experimental do INSA, Campina Grande-PB.

Período de monitoramento: Janeiro de 2013 – presente;

2. Estação Ecológica do Seridó, Serra Negra do Norte-RN

Período de monitoramento: Dezembro de 2013 – presente.

CAATINGA DEGRADADA

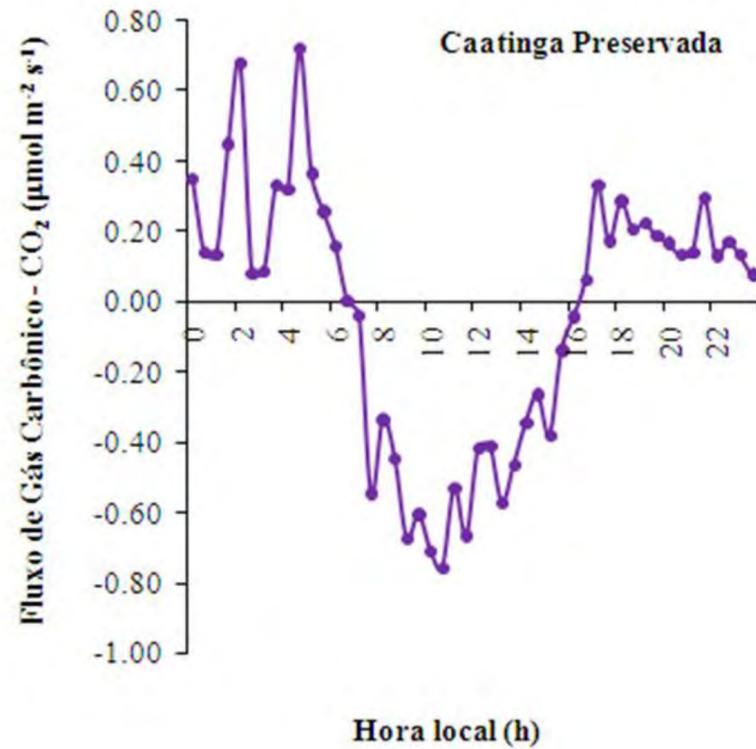


1. Estação Experimental do INSA, Campina Grande-PB

2. Estação Experimental da Emparn, Caicó-RN.

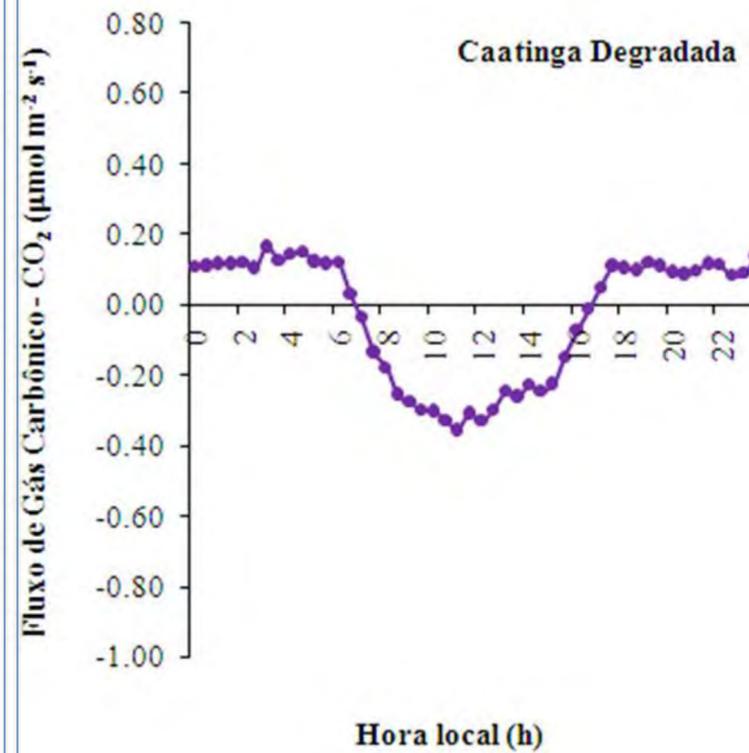
Flujo de CO₂: Caatinga conservada vs degradada durante la estación lluviosa

Razones



Razones

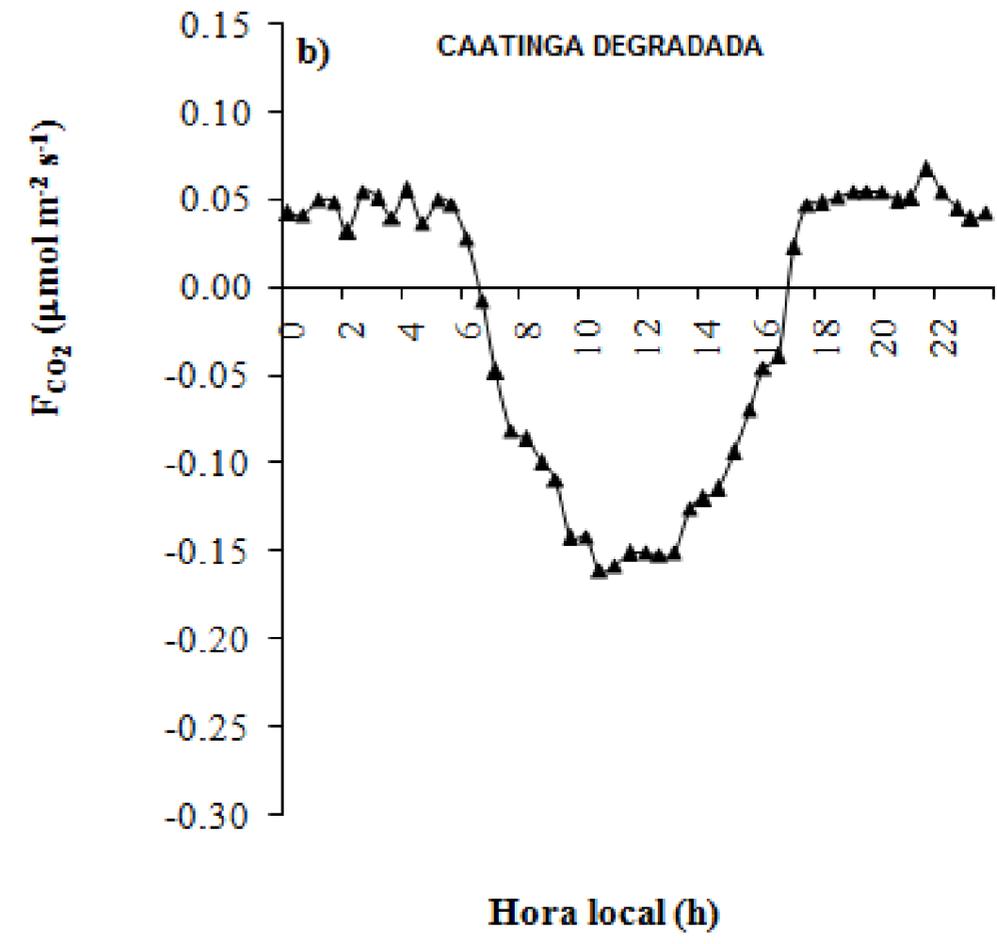
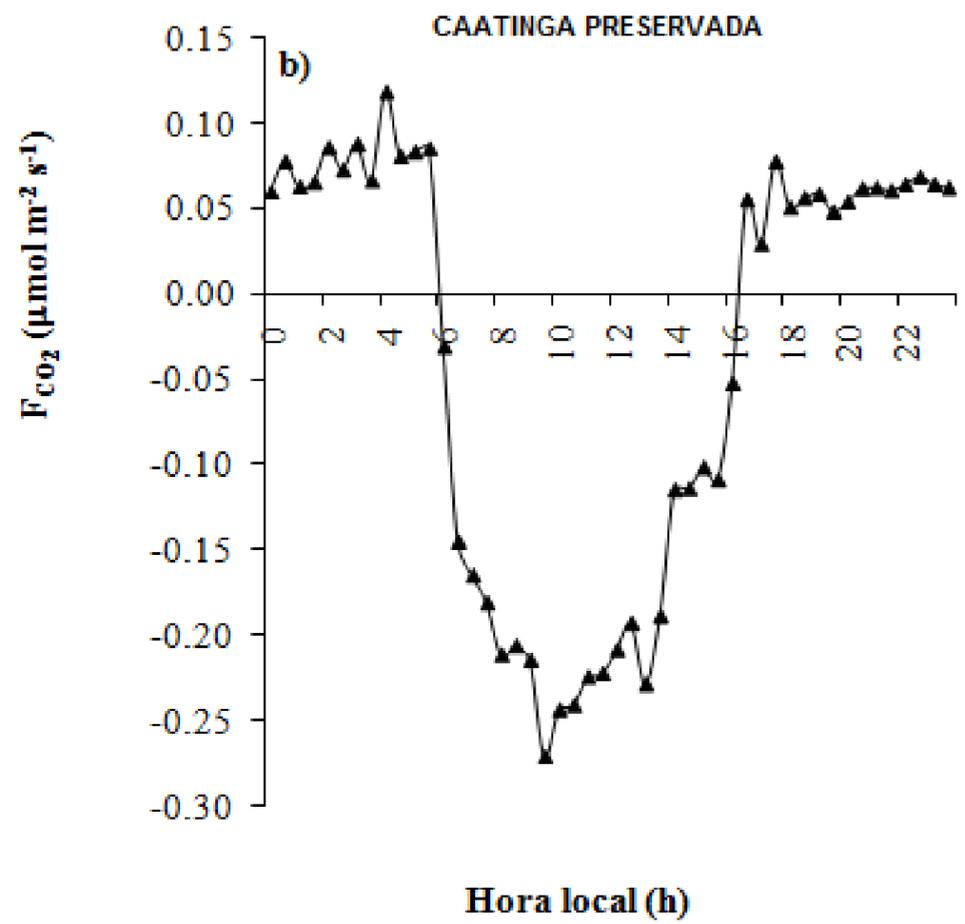
- Elevada cantidad de especies
- Vegetación densa;
- Ausencia casi total de exposición del suelo;
- Presencia de materia orgánica en la camada superficial del suelo;
- Suelo más profundo;
- Suelo con nivel bueno de porosidad;



- Predominancia de una única especie (jurema preta)
- Vegetación esparsa;
- Predominancia de suelo expuesto;
- Ausencia casi total de materia orgánica en la camada superficial del suelo;
- Suelo raso;
- Suelo compactado

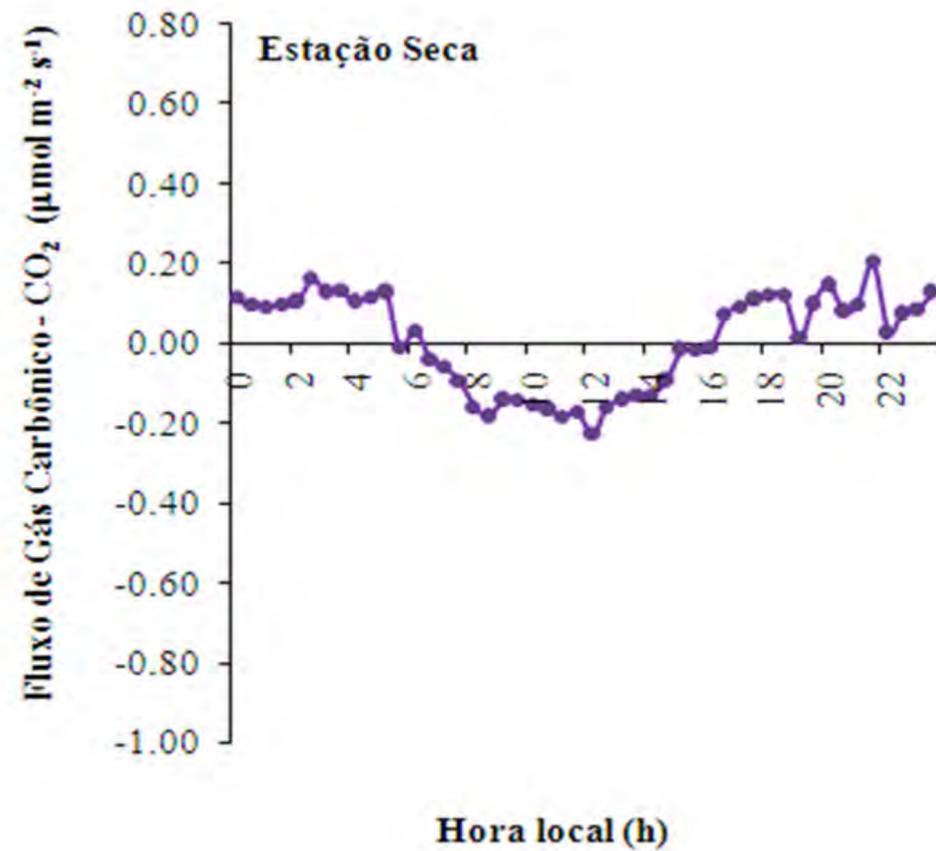
Caatinga Preservada	Caatinga Degradada
Valor máximo absorbido: $-0,72 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$	Valor máximo absorbido: $-0,36 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$

Flujo de CO₂ : Caatinga conservadas e degradada durante a estação seca

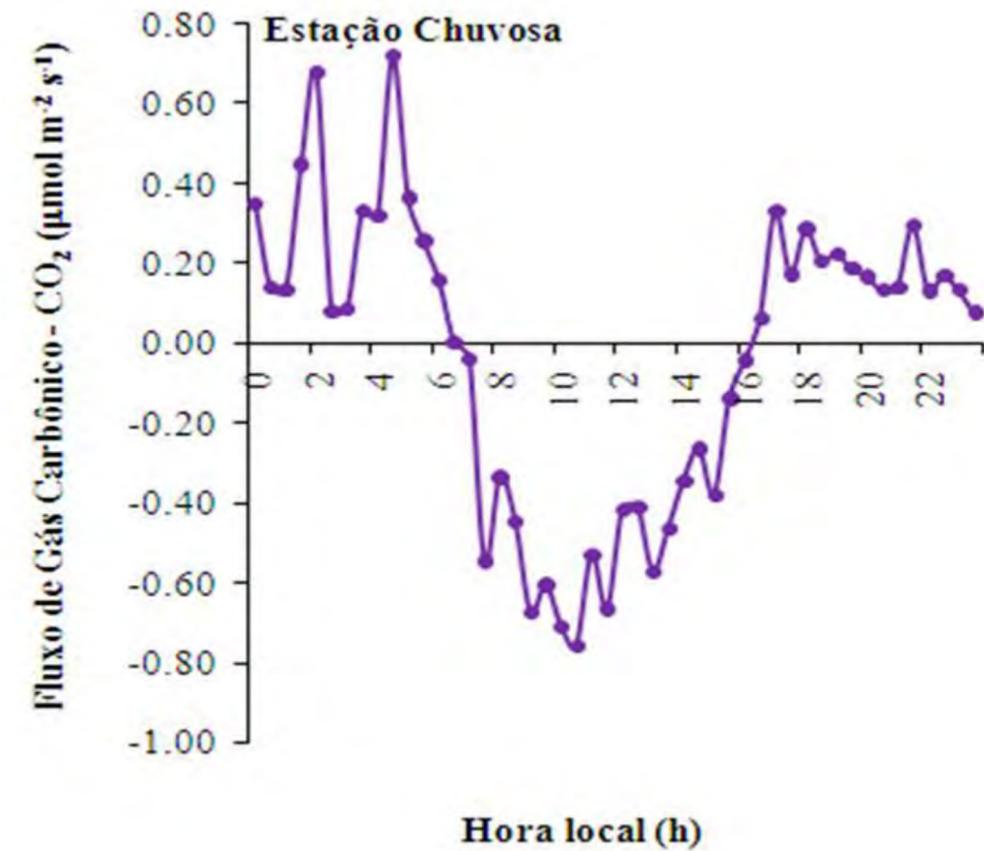


Caatinga Preservada	Caatinga Degradada
Valor máximo absorvido: $-0,27 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$	Valor máximo absorvido: $-0,16 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$

Dinámica del flujo de CO₂ en CAATINGA PRESERVADA durante las estaciones seca e lluviosa

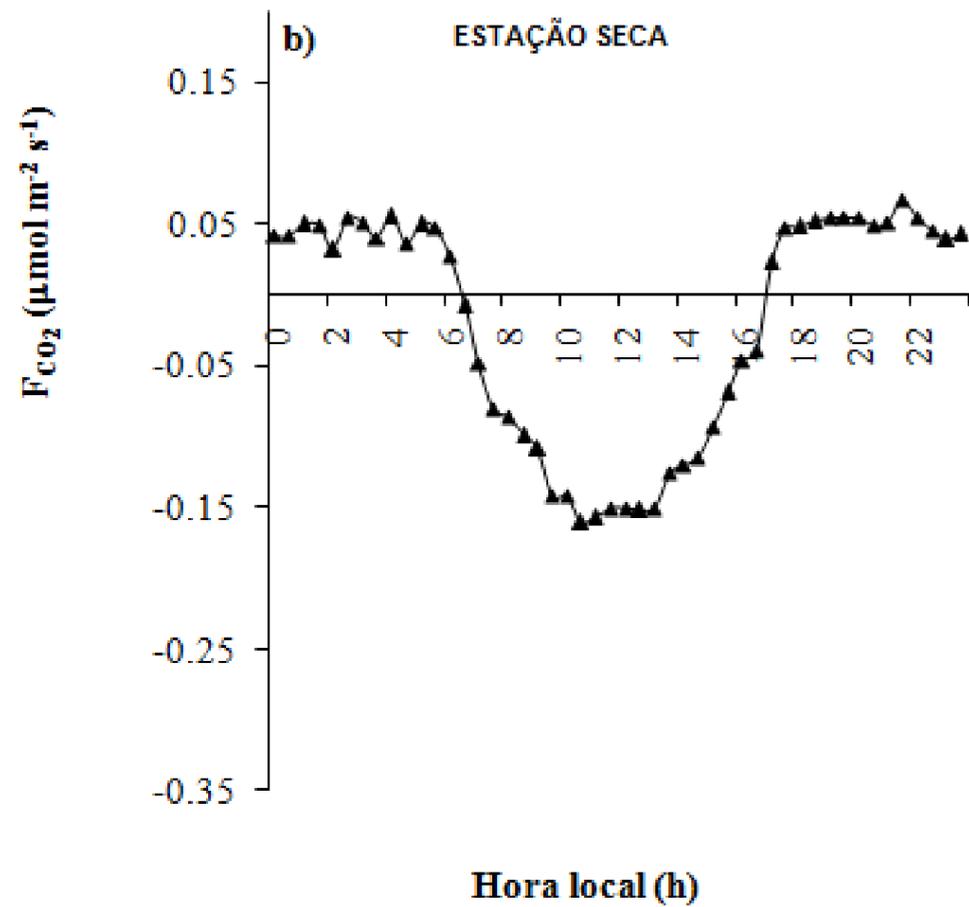


- Baja absorción de gás carbônico - CO₂ por la caatinga (valores negativos das 6 as 16 h);
- Valor máximo absorvido: -0,23 µmol m⁻² s⁻¹
- **Razão:** baja atividade fotossintética – ausência de folhas, devido déficit de água en el suelo;

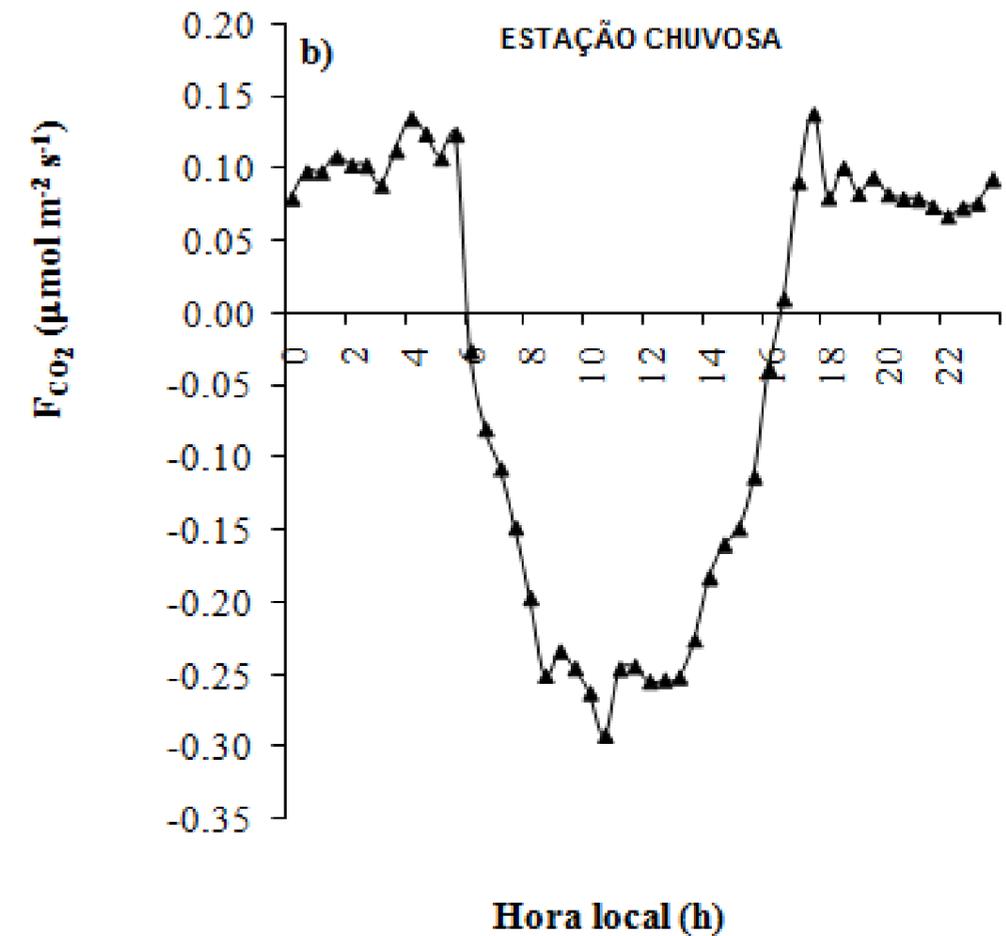


- Elevada absorción de gás carbônico - CO₂ por la caatinga (valores negativos das 6 as 16 h);
- Valor máximo absorvido: -0,72 µmol m⁻² s⁻¹
- **Razão:** Plena atividade fotossintética – presença de folhas, debido abundancia de água en el suelo;

Dinámica del flujo de CO₂ en CAATINGA DEGRADADA durante las estaciones seca y lluviosa



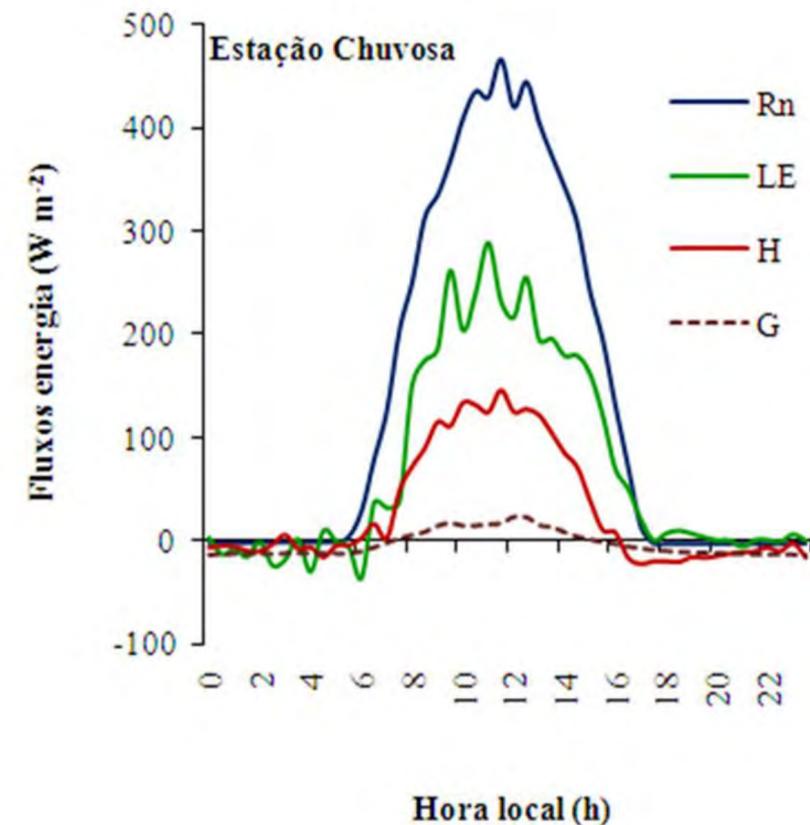
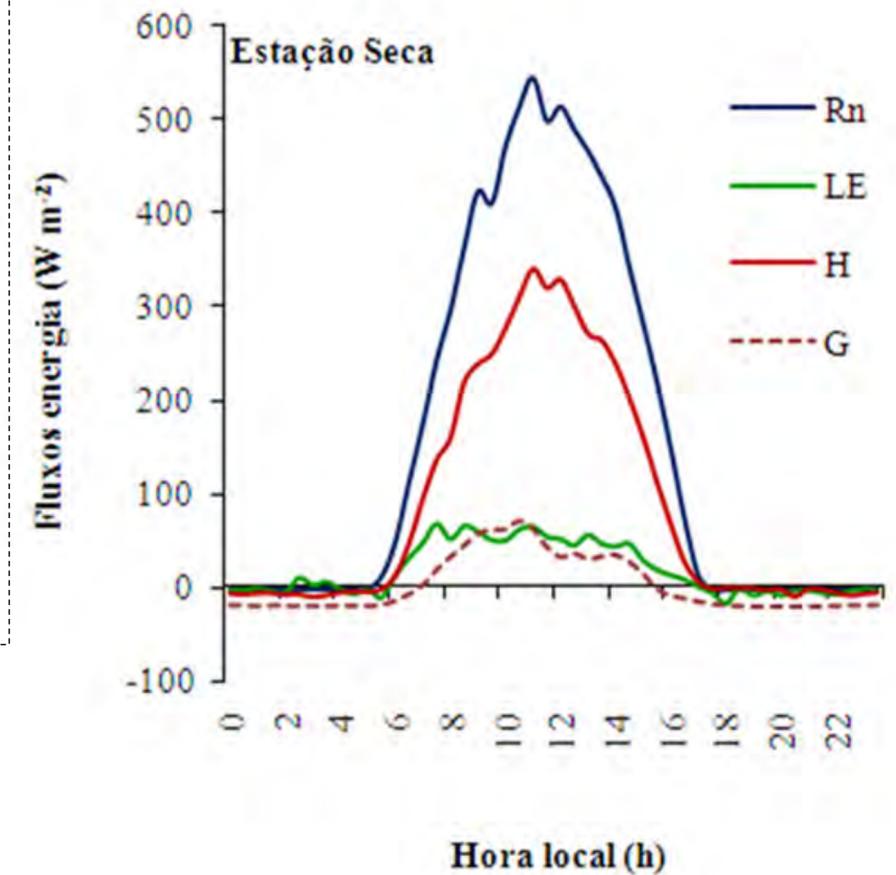
- Baja absorción de gás carbônico - CO₂ por la caatinga (valores negativos de las 6 as 17 h);
- Valor máximo absorvido: $-0,16 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$



- Absorção de gás carbônico - CO₂ 55% superior na estação chuvosa com relação a seca y valores negativos de las 6 as 17 h;
- Valor máximo absorvido: $-0,29 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$

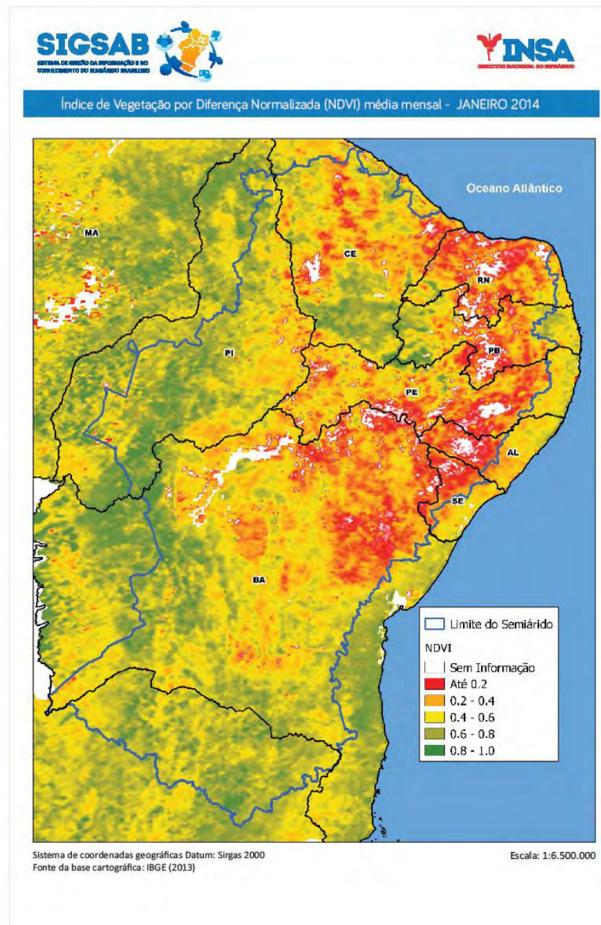
Comportamiento del intercambio de energía en la caatinga preservada durante las estaciones seca y lluviosa

En la estación seca cerca de 60% de la energía disponible en la superficie (Saldo de Radiación – R_n , línea azul) es usado en el calentamiento del aire (flujo de calor sensible – H) – línea roja. Ese comportamiento se explica debido a la baja concentración humedad en el suelo y, conseqüentemente baja actividad fisiológica de la caatinga, pues se encuentra practicamente sin hojas;

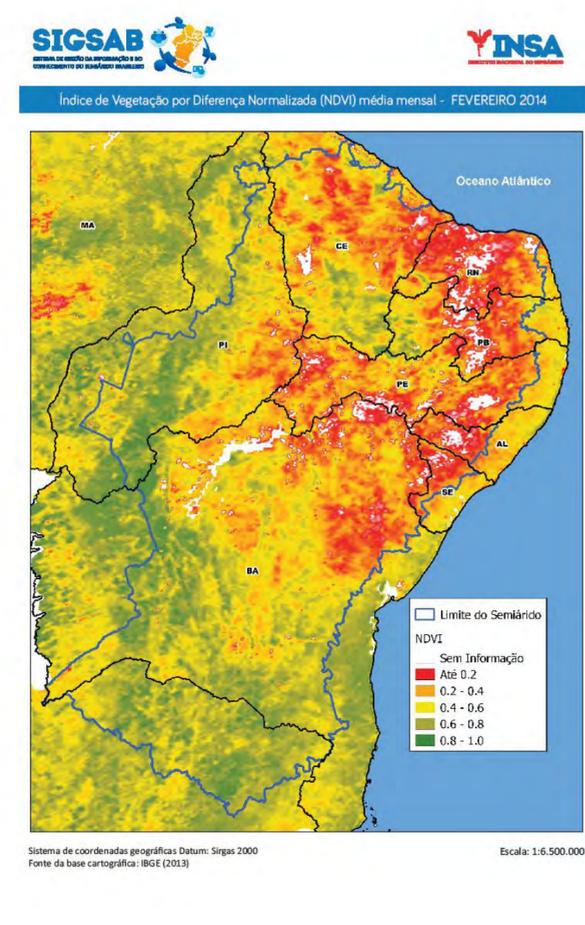


En la estación lluviosa la mayor parte de la energía disponible en la superficie (Saldo de Radiación – R_n , línea azul) es usada en el proceso de Evapotranspiración, pues hay elevada tasa de pérdida de agua por la vegetación (flujo de calor latente – LE , línea verde) debido al proceso de transpiración.

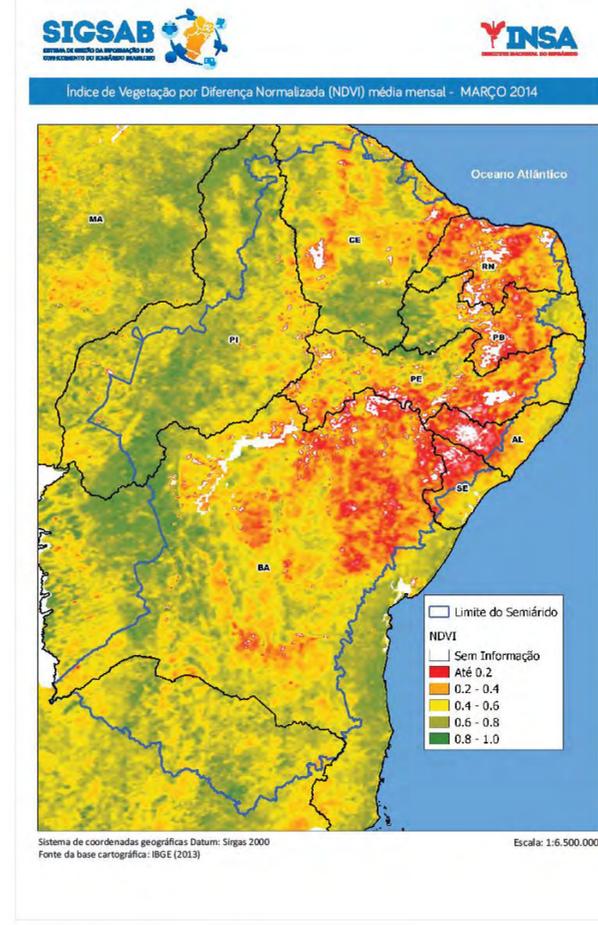
Índice de Vegetación por Diferencia Normalizada (NDVI)



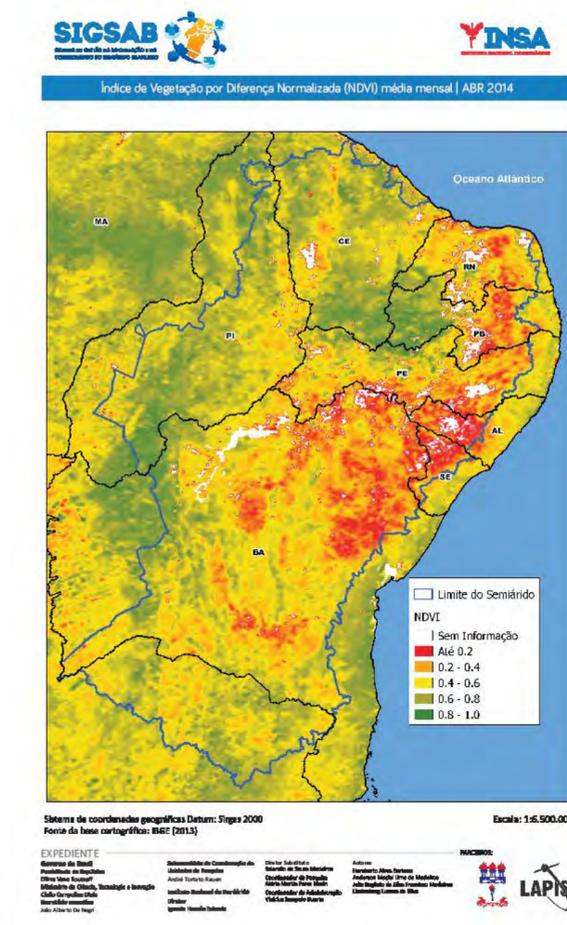
JANEIRO/2014



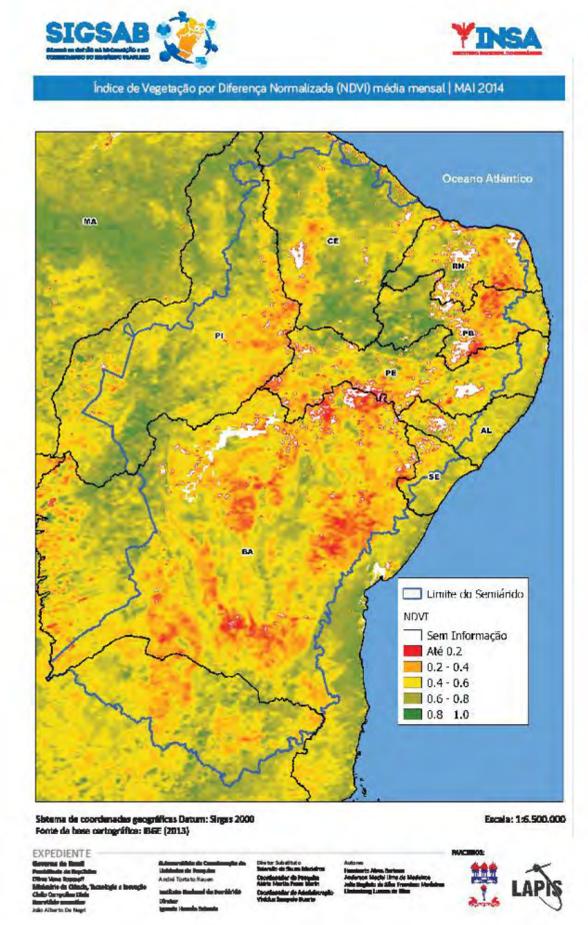
FEVEREIRO/2014



MARÇO/2014



ABRIL/2014



MAIO/2014

- Fue observado significativas alteraciones en el NDVI en los cinco primeiros meses del año;
- A partir de abril de 2014 es posível observar que la vegetación inicia a dar señales de recuperação en algunos estados de la RSAB;
- Esa recuperación fue confirmada en el mes mayo de 2014 donde se observo un aumento del NDVI en las áreas predominantemente amarilla e verdes en practicamente todo la RSAB.

Estrategias RAD: Sistemas Agroforestales



Cultivo en aleias



Agroforestas



Sistemas Silvopastoriles



Fertilización Orgánica

(abonos verdes y estiércol)



Calidad y conservación de los suelos



Água residuária: Palma em consorcio diversas espécies florestais



Tecnologias mecânico-físicas e biotecnológicas de recuperação e manejo de áreas degradadas



El trabajo de Articulación del Semiárido y de las organizaciones agricultores

- **Promover intercambios de información y capacitación por los propios agricultores y con otros actores**
- **Facilitar el acceso y el uso de fondos de programas gubernamentales**
- **Desarrollar y monitorar nuevas estrategias de adaptación**

Estructuras de captación de agua: “Cisternas” (captura de la lluvia de los techos)



<http://www.mds.gov.br/programas/seguranca-alimentar-e-nutricional-san/cisternas/cisternas-2/a-tecnologia-cisternas>

Programa del Gobierno Federal va financiar la construcción de 1 millón de cisternas

Estructuras de captación de agua: “captación em pasillo”

Programa “Una Tierra e Dos Aguas”



Estructuras de captación de agua: Reservórios de Piedra



Remoción del suelo en locales donde hay grandes piedras bajo la tierra

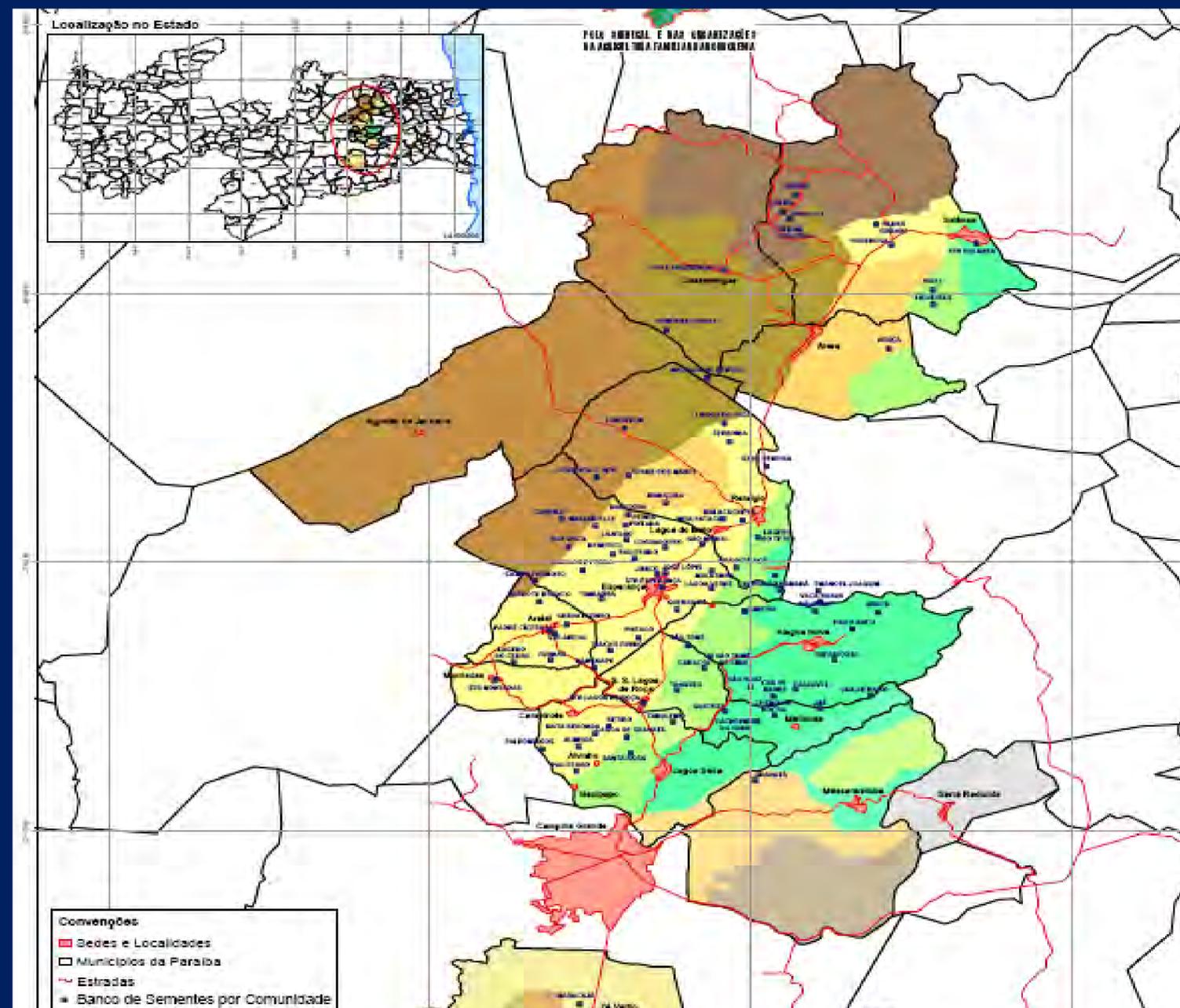
Construcción de “embalses subterráneos”



Embalses subterráneos: Mayor biodiversidad y productividad



Creación de bancos de semillas criollas



Reintroducción de árboles en las propiedades

Formación de viveros



Capacitación para plantio



Agroforestas
Cercos vivos
Sistemas de cultivo em aleias
Solares, Bosques, etc

Organización de mercados ecológicos



Reportes de la Agricultura Familiar



I Seminário de Criação Animal Carrossel da Agricultura Familiar Armazenamento de forragem

Francisco Raimundo de Macedo, o Nego, é casado com Cláudia. O casal e seus cinco filhos moram no sítio Bom Sucesso, no Curimataú de Solânea. A família de Nego cria gado, cabras, ovelhas e galinhas.



Nego sempre guardou a palhada do roçado numa antiga casa, que mais tarde se transformou num depósito de forragem. A partir de 1995, começou a participar de reuniões do Sindicato e com agricultores experimentadores. Foi quando resolveu fazer algumas experiências para aumentar a produção e melhorar o armazenamento de ração.



Primeiro, a família testou plantar uma linha de sorgo. Gostaram muito do resultado e no ano seguinte, plantaram um campo de sorgo. Fizeram um campo de guandu e plantaram também dentro do roçado.

Mais tarde, separou meio hectare para plantar um campo de palma junto com gliricídia, guandu e leucena. Neste lugar, estão conservando aquelas plantas da natureza que servem como ração. Deixam crescer o feijão bravo, catingueira e outras.



Além de plantar, a família de Nego guarda em silos as forragens para os períodos mais críticos. Depois que eles começaram a guardar a ração, eles conseguiram quase que dobrar a quantidade de alimentos para os animais.



Nego sempre observa a quantidade de comida ideal para os animais. Não deixa os bichos ficarem magros, mas também não esbanja comida. Mantendo a alimentação dos animais de forma regular, ele observou que conseguiu diminuir e muito a diferença do tempo de uma parição para outra. Antes de 1995, suas vacas pariam de 3 em 3 anos, atualmente consegue um intervalo de 4 meses entre os partos.

Depois que passou armazenar as rações, a família de Nego consegue criar com mais facilidade seus animais, obtendo melhores resultados. Com isso, estão conseguindo organizar melhor a estrutura do sítio, construindo curral, cocho e outras instalações.

Comunicación de las experiencias de adaptación

Colección: Experiencias Agroecológicas (6 volúmenes)



1) Manejo del agua de las lluvias

2) Manejo sadio del suelo

3) Manejo sadio de las plantas

4) Manejo de los árboles en las propiedades rurales

5) Seguridad alimentaria del ganado

6) Saberes y sabores de la Casa y del Solar

Próxima etapa: Sistema basado en la internet para promover intercambios de información

- Utilizar una herramienta de SIG para clasificar, localizar, y detallar cada una de las experiencias**
- Permitir que la alimentación de informaciones se haga en las comunidades de agricultores**
- Banco de datos para permitir la entrada y recuperación de las informaciones**
- Monitorar la vulnerabilidad de las comunidades en los diferentes aspectos (stocks de agua, semillas, etc)**





Muchas gracias

aldrin@insa.gov.br

Muchas gracias

NUESTRO TRABAJO DE INVESTIGACIÓN EN DESERTIFICACIÓN

