



Cambiamento climatico e aziende cerealicolo-zootecniche

2

Cambiamenti climatici e agricoltura - un caso studio sull'agricoltura lombarda:

1. **Valutazione dell'impatto** dei cambiamenti climatici sulla produzione delle principali colture cerealicole
2. Identificazione di **strategie di adattamento**
 - ✓ Genotipi a diversa precocità
 - ✓ Cambiamenti nelle date di semina
 - ✓ Tecnologie più efficienti per l'irrigazione
3. Valutazione della **sostenibilità del modello aziendale cerealicolo-zootecnico**, tipico della struttura aziendale lombarda



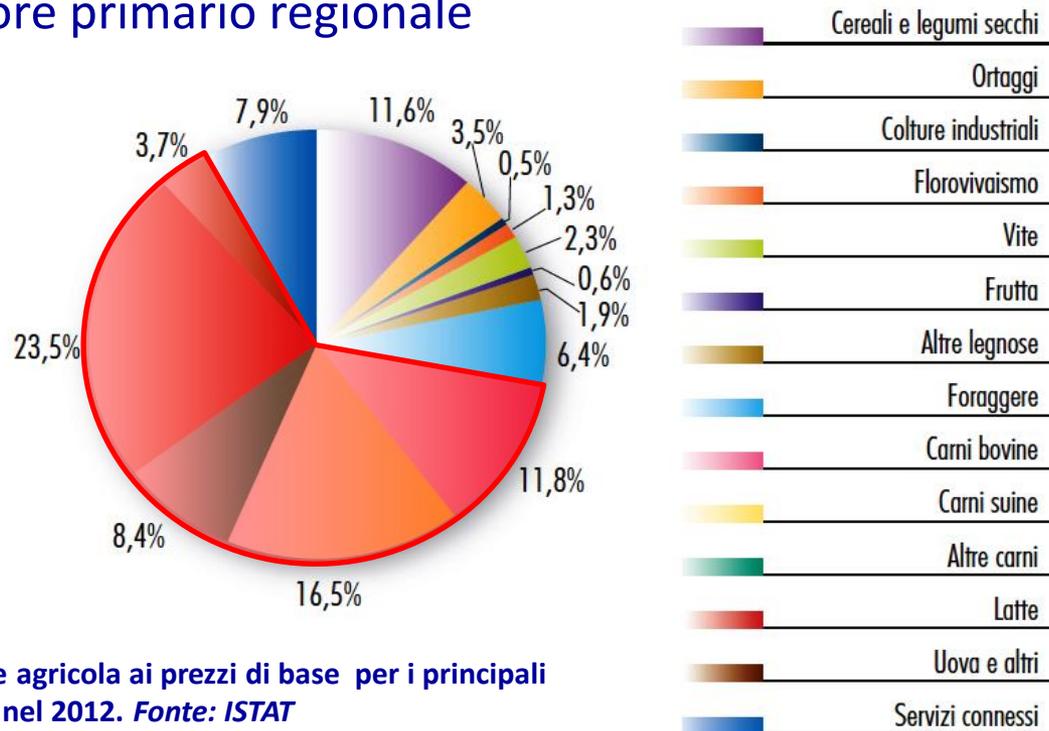
Supporto alle decisioni



La zootecnia lombarda ha un peso notevole

- ☐ **sia a livello regionale:** rappresenta il 62.8% della Produzione Lorda Vendibile ai prezzi di base del settore primario regionale

**Allevamenti
62.8%**



Valore della produzione agricola ai prezzi di base per i principali comparti in Lombardia nel 2012. *Fonte: ISTAT*

- ☐ **che a livello nazionale:** 1/4 della produzione carnea e 1/3 della produzione latte italiana sono prodotte in Lombardia



Sistemi culturali 5 Maggio 2021

...e nell'azienda zootecnica **il mais** gioca un **ruolo chiave!**

- **Alimento base** delle razioni alimentari di bovini (silomais) e suini (granella).
>80% del mais prodotto è destinato alla zootecnia
- Alimento zootecnico **difficilmente sostituibile** per l'elevato valore nutritivo, caratteristiche di appetibilità e per l'elevata produzione di sostanza secca ed energia netta ha⁻¹
- Coltura **fondamentale per garantire** **l'auto-provvigionamento alimentare dell'azienda**
 - ✓ competitività
 - ✓ indipendenza dal mercato
 - ✓ legame ed equilibrio dell'azienda con il territorio



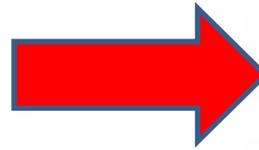
(Staples 2003, Battilani et al. 2008, Frisio et al. 2010)



FIELD



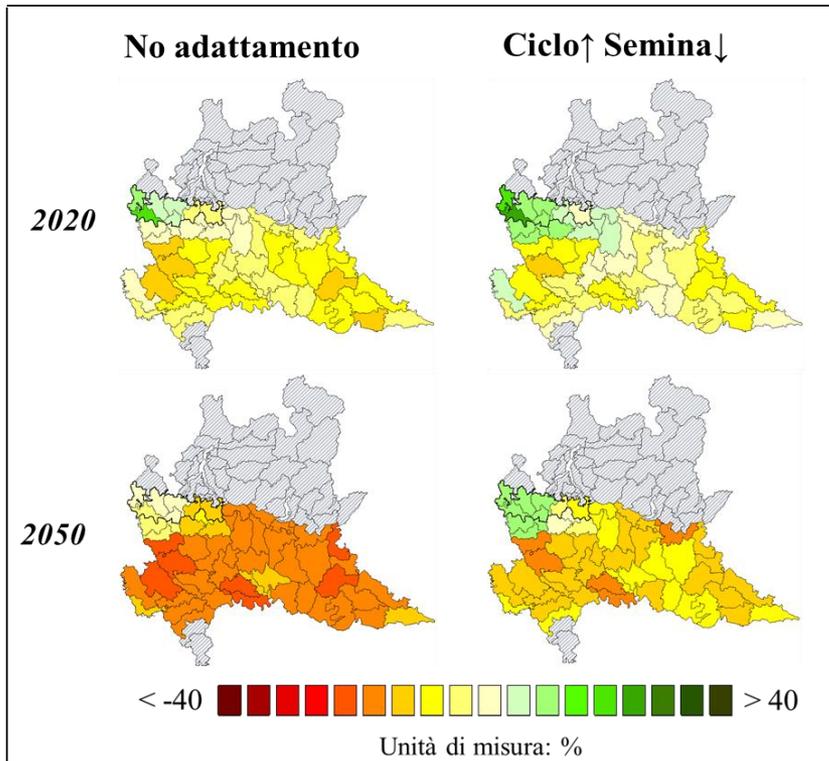
- Calo delle rese medie mais
- Sia nello scenario 2020 che 2050



FARM



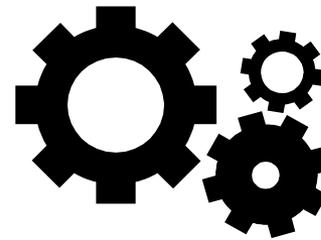
- Valutare l'autosufficienza alimentare dell'azienda zootecnica
- Testare sistemi culturali complementari/alternativi



Mais 600 da granella, monocoltura; variazione % di resa rispetto alla baseline

ETEROGENEITA'
delle variazioni di resa attese

ETEROGENEITA' della realtà aziendale
(tipologia di capi allevati, diete adottate, rapporto capi/SAU)



**MODELLI DI
SIMULAZIONE**



1. Individuazione delle **principali tipologie aziendali** presenti in Lombardia e loro caratterizzazione a livello di RA (*categoria animale, indirizzo produttivo, dimensioni*)
2. Sviluppo di una metodologia per la **stima della capacità di autoapprovvigionamento aziendale** di alimenti zootecnici (mais)
3. Utilizzo dei modelli di simulazione per:
 - ✓ valutare **l'impatto** della variazione delle rese di mais negli scenari climatici analizzati **sull'autosufficienza alimentare aziendale**
 - ✓ **definire possibili strategie** (e.g. sistemi colturali alternativi e/o complementari)



1. Tipologie aziendali

Sistemi culturali 5 Maggio 2021

- **FONTI:**



6° Censimento agricoltura 2010

” Il sistema agroalimentare della Lombardia” (Pieri et al., 2012)

- **CRITERIO:**



No aziende senza terra, avicole, ovi-caprine

Analisi dei dati a
livello regionale:



definizione dell'**indirizzo produttivo prevalente** delle aziende zootecniche lombarde e della loro **localizzazione per fascia altimetrica**



1. Tipologie aziendali

Sistemi colturali 5 Maggio 2021

Analisi dei dati a livello regionale:

Categoria animale	Tipologia di allevamento	Ripartizione (%)
Bovini Sia in pianura che in montagna	Allevamenti convenzionali di vacche da latte (sia di grandi dimensioni che di dimensione medio-piccola)	67
	Allevamenti biologici di vacche da latte	
	Allevamenti di bovini da carne	28
	Allevamenti ad indirizzo misto (sia bovini da latte che bovini da carne)	5
Totale		100
Suini Concentrati in pianura	Allevamenti specializzati nell'accrescimento ed ingrasso di suini pesanti (fino a 160 Kg) e leggeri (fino a 120kg)	78
	Allevamenti di riproduttori (vendita suinetti)	5
	Allevamenti a ciclo chiuso , specializzati in accrescimento, ingrasso e riproduzione (dalla nascita a 160 Kg capo ⁻¹)	17
Totale		100



Abbiamo considerato SOLO aziende in pianura





1. Tipologie aziendali

Sistemi colturali 5 Maggio 2021

- **FONTI:**



6° Censimento agricoltura 2010

” Il sistema agroalimentare della Lombardia” (Pieri et al., 2012)

- **CRITERIO:**



No aziende senza terra, avicole, ovi-caprine

Analisi dei dati a
livello regionale:



definizione dell'**indirizzo produttivo prevalente** delle aziende zootecniche lombarde e della loro **localizzazione per fascia altimetrica**

Analisi dei dati a
livello provinciale:



attribuire ad ogni tipologia aziendale individuata una precisa **localizzazione spaziale a livello di Regione Agraria** e una **dimensione produttiva** (classe di SAU e di numerosità di capi)

**Insieme di dati :
Consistenza degli
allevamenti**

2										
3	Tipo dato	numero di aziende								
4	Caratteristica della azienda	azienda con allevamenti								
5	Zona altimetrica	pianura								
6	Classe di superficie totale	totale								
7	Classe di superficie agricola	30-49,99 ettari								
8	Forma di conduzione	totale								
9	Tipo allevamento	bovini di 2 anni e più, vacche da latte								
10	Classe di UBA	non applicabile								
11	Classe di giornate di lavoro	totale								
12	Anno	2010								

13	Classe di capi	1-2	3-5	6-9	10-19	20-49	50-99	100-199	200-499	totale
14	Territorio									
15	Italia	75	38	32	89	421	893	711	67	2326
16	Nord-ovest	29	16	13	34	173	540	521	47	1373
17	Piemonte	16	9	10	28	77	164	101	7	412
18	Torino	6	3	3	9	39	86	24	..	170
19	Vercelli	1	1	..	2	3	1	2	..	10
20	Novara	1	1	..	3	2	6	1	..	14
21	Cuneo	6	1	4	11	29	71	73	7	202
22	Alessandria	2	2	2	2	1	..	1	..	10
23	Biella	..	1	1	1	3	..	..	..	6
24	Lombardia	13	7	3	6	96	376	420	40	961
25	Varese	..	..	..	..	4	2	1	..	7
26	Como	..	..	..	..	2	2	..	..	4
27	Milano	5	3	2	..	12	43	14	..	79
28	Bergamo	1	..	1	..	14	33	52	4	105
29	Brescia	..	1	..	..	13	76	132	19	241
30	Pavia	4	2	..	1	4	5	9	..	25
31	Cremona	1	..	..	2	7	73	101	14	198
32	Mantova	2	1	..	3	37	111	75	3	232
33	Lodi	..	..	..	..	1	26	35	..	62
34	Monza e della Brianza	..	..	..	..	2	5	1	..	8



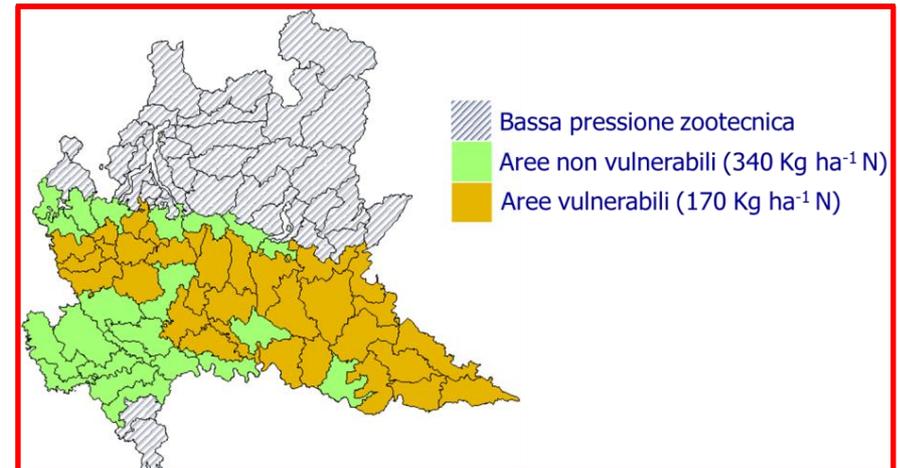
1. Tipologie aziendali

Sistemi culturali 5 Maggio 2021

Una volta individuata per ogni RA la classe di capi e di SAU più rappresentata, il preciso dimensionamento aziendale è stato definito utilizzando come criterio il **rispetto della Direttiva Nitrati (Dir. 91/676 CE)**

SOLO AZIENDE "VIRTUOSE "
please!

ZVN e ZNV a livello di Regione Agraria

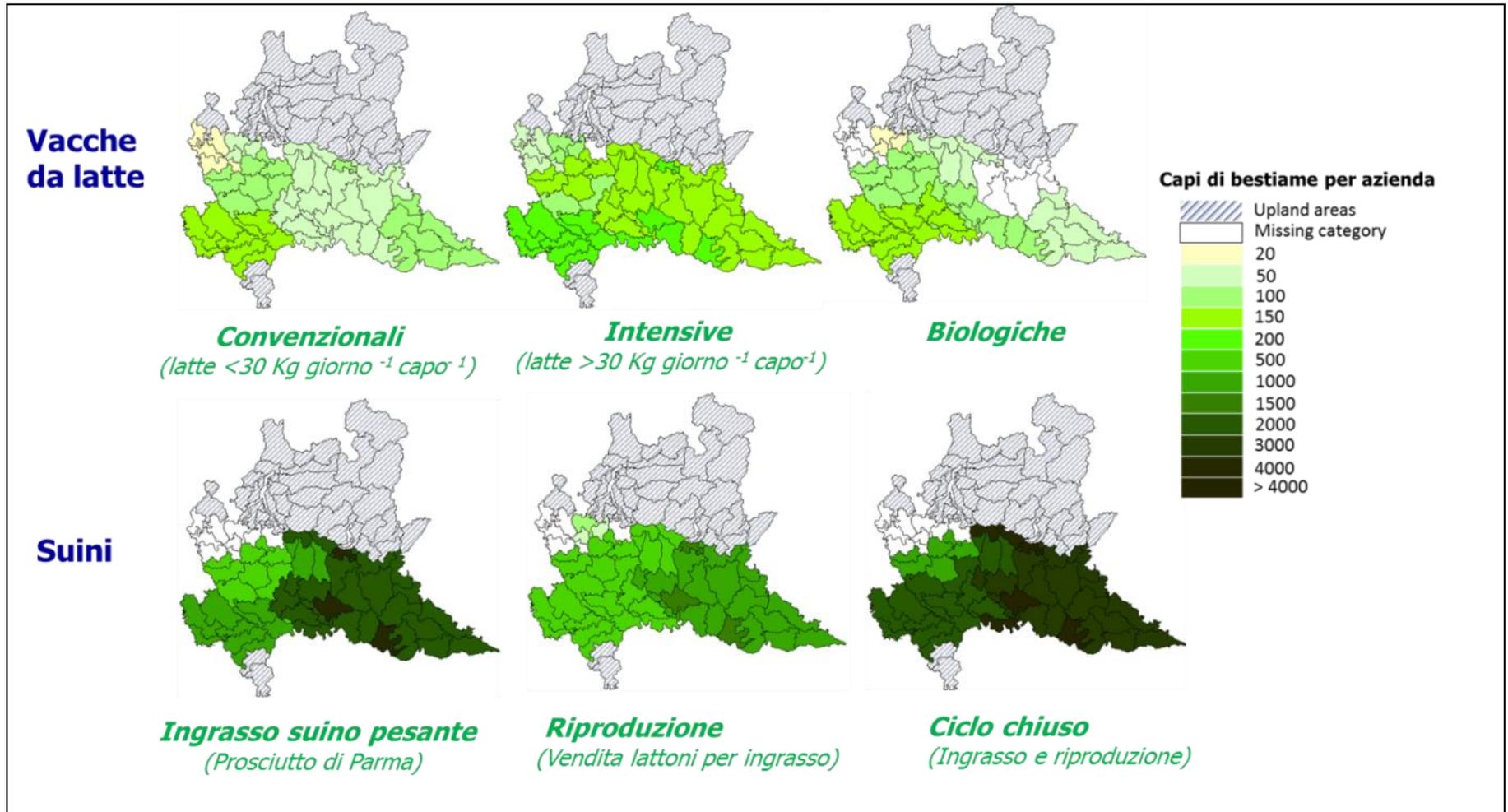


Il rapporto tra SAU e capi allevati è stato modulato utilizzando i valori di N al campo ($\text{N ha}^{-1} \text{ capo}^{-1}$) specifici per categoria di animale e tipologia di allevamento indicati nel **D. M. del 7 Aprile 2006** (GU n. 109 del 12-5-2006- Suppl. Ordinario n.120)



1. Tipologie aziendali: risultati

Sistemi culturali 5 Maggio 2021





1. Individuazione delle **principali tipologie aziendali** presenti in Lombardia e loro caratterizzazione a livello di RA (*categoria animale, indirizzo produttivo, dimensioni*)
2. Sviluppo di una metodologia per la **stima della capacità di autoapprovvigionamento aziendale** di alimenti zootecnici (mais)
3. Utilizzo dei modelli di simulazione per:
 - ✓ valutare **l'impatto** della variazione delle rese di mais negli scenari climatici analizzati **sull'autosufficienza alimentare aziendale**
 - ✓ **definire possibili strategie** (e.g. sistemi colturali alternativi e/o complementari)



Metodologia per la stima della capacità di **auto-approvvigionamento** alimentare delle aziende (CA):

$$CA_i = AA_i - FA_i$$

Alimento *i* autoprodotta nel corso di una stagione produttiva (kg di s.s. anno⁻¹)

Fabbisogno aziendale stagionale per uno specifico alimento *i* (kg s.s. anno⁻¹)

$$AA_i = SAU_{az} \cdot Copertura_i \cdot resa_i$$

SAU dell'azienda considerata (ha)

Quota di SAU destinata dall'azienda all' *i*-esima coltura

Resa media stagionale (Kg s.s. ha⁻¹) dell' *i*-esima coltura, simulata a livello di R.A.



Fabbisogno aziendale stagionale per uno specifico alimento i (kg s.s. anno⁻¹)

$$FA_i = \sum_{1}^n Capi_i \cdot SSI_i \cdot Inclusione_i \cdot ciclo$$

Capi mediamente presenti in allevamento per ogni n -esima categoria

(ad es. per le aziende di bovine da latte sono state considerate vacche in lattazione, vacche in asciutta e capi da rimonta, per cui $n=3$)

Valore medio di sostanza secca ingerita quotidianamente dal singolo capo della n -esima categoria nel corso del ciclo produttivo (Kg capo⁻¹ giorno⁻¹)

Percentuale di inclusione dello specifico alimento i nella dieta modello adottata per la n -esima categoria animale presente in azienda (% sulla s.s. totale)

Durata del **ciclo produttivo** (giorni)

Esempio vacche da latte:

- ❑ Capi = 50 (30 l gg⁻¹ FCM 4%)
- ❑ SSI = metodo **NRC** (Mantenimento + produzione latte)
- ❑ Inclusione = f (dieta tipo); diversa per lattazione, asciutta, rimonta
- ❑ Ciclo = 305 gg (lattazione), 60 gg (asciutta), 365 (rimonta)

$$FA_i = \sum_1^n Capi_i \cdot SSI_i \cdot ciclo \cdot Inclusione_i$$

Categoria	Dieta	Inclusione	Stima dei fabbisogni	FA (Kg)
vacche in lattazione	silomais	30.0	Consumo annuo dell'alimento i-esimo = (N° di capi x SSI kg/capo giorno x giorni) x % di alimento i-esimo x 1/100 dove: N° di capi: vacche da latte presenti in azienda (dato ISTAT) SSI (kg capo/giorno): sostanza secca ingerita per capo, calcolata secondo la formula (a) giorni: giorni di lattazione; è stato considerato il valore standard di 305 giorni % alimento i-esimo: inclusione percentuale dell'alimento i-esimo nella dieta prevista per questa categoria (a) SS ingerita (kg/d)=Peso vivo (kg) x 0.0185 + Latte 4% (kg) x 0.305 dove: Il peso vivo medio è stato considerato pari a 650 kg Latte 4% (kg)= Latte (kg) x (0.4 + 0.15 x %grasso nel latte) a di 35 l/d (3.8% grasso) per le stalle ad alta produzione (dati ANAFI 2012, media Lombardia)	100650
	fieno loietto	5.7		18980
	fieno medica	13.5		45259
	mais	23.0		77165
	soia f.e.	12.1		40733
	distillers	8.0		26863
	polpe di bietola ess	2.3		7884
	saponi di calcio	2.1		7008
	glutine di mais	2.0		6570
	mangime minerale	1.3		4088
vacche in asciutta	silomais	21.9	Consumo annuo dell'alimento i-esimo = (N° di capi x SSI kg/capo giorno x giorni) x % di alimento i-esimo x 1/100 dove: N° di capi: vacche da latte presenti in azienda (dato ISTAT) giorni: giorni di asciutta; è stato considerato il valore standard di 60 giorni % alimento i-esimo: inclusione percentuale dell'alimento i-esimo nella dieta prevista per questa categoria	8345.6
	insilato loietto	50.3		19169.9
	paglia	19.3		7346.1
	polpe bietola ess.	3.7		1419.3
	pastone mais	0.8		309.8
	mangime min	3.1		1179.4
	soia f.e. 48%	0.7		269.9
	cloruro sodio	0.2		60.0
	rimonta	silomais		22.0
insilato loietto		50.0	43616.6	
fieno polifita		19.0	16714.4	
mangime conc. Integrato		4.0	3229.2	
pastone mais		1.0	705.0	
mangime min		3.1	2683.4	
soia f.e. 48%		0.7	614.0	
cloruro sodio		0.2	136.4	

Dato ISTAT
«vacche dal latte
presenti in azienda»

$$FA_i = \sum_1^n Capi_i \cdot SSI_i \cdot ciclo \cdot Inclusione_i$$

categoria	dieta	Stima dei fabbisogni
Scrofe in lattazione	<p>% SS</p> <p>mais 38.5</p> <p>orzo 15</p> <p>soia f.e. 13</p> <p>crusca 25</p> <p>farina di pesce 2.5</p> <p>olio di soia 2.5</p> <p>minvit 3.5</p> <p>EM (MJ/kgSS) 12.8</p> <p>*rif. bibliografico (1); la composizione % della dieta è la media di quella prevista per le diverse fasi della lattazione</p>	<p>Consumo annuo dell'alimento i-esimo = (N° di capi x SSI kg/capo giorno x giorni) x % di alimento i-esimo x 1/100</p> <p>dove:</p> <p>N° di capi: scrofe in lattazione mediamente presenti; dato calcolato a partire dal numero di capi riproduttori presenti in azienda (dato ISTAT) utilizzando l'equazione (a). Vengono considerati 2 parti anno/scrofa, un intervallo parto-svezzamento di 28 giorni, un periodo di adattamento alla gabbia parto di 4 giorni e 7 giorni di vuoto sanitario.</p> <p>(a) scrofe in lattazione mediamente presenti = N° totale di scrofe x 2 x (28+4+7)/365</p> <p>SSI (kg capo/giorno): sostanza secca ingerita per capo, calcolata secondo l'equazione (b) e confermata in letteratura</p> <p>giorni: 365 in quanto si fa riferimento al numero di scrofe in lattazione mediamente presenti</p> <p>% alimento i-esimo: inclusione percentuale dell'alimento i-esimo nella dieta prevista per questa categoria</p> <p>(b) SS ingerita (kg/d) = Fabbisogno Energia Metabolizzabile (MJ/d) / Energia metabolizzabile dieta (MJ/kgSS)</p> <p>dove il fabbisogno di Energia Metabolizzabile medio di una scrofa in lattazione è stimato essere pari a 85.5 MJ/d (dati NRC, 1998)</p>
Scrofe in gestazione	<p>% SS</p> <p>mais 30.5</p> <p>orzo 20.0</p> <p>crusca 25.0</p> <p>soia f.e. 44% 9.5</p> <p>minvit 5.0</p> <p>colza f.e. 5.0</p> <p>polpe bietola ess. 4.0</p> <p>strutto 1.0</p> <p>EM (MJ/kgSS) 12.5</p> <p>*rif. bibliografico (2); la composizione % della dieta è la media di quella prevista per le diverse fasi della gestazione</p>	<p>Consumo annuo dell'alimento i-esimo = (N° di capi x SSI kg/capo giorno x giorni) x % di alimento i-esimo x 1/100</p> <p>dove:</p> <p>N° di capi: riproduttori (scrofe) presenti in azienda</p> <p>SSI (kg capo/giorno): sostanza secca ingerita per capo, calcolata secondo l'equazione (a) e confermata in letteratura</p> <p>giorni: 365 in quanto si fa riferimento al numero di scrofe in gestazione mediamente presenti in azienda</p> <p>% alimento i-esimo: inclusione percentuale dell'alimento i-esimo nella dieta prevista per questa categoria</p> <p>(a) SS ingerita (kg/d) = Fabbisogno Energia Metabolizzabile (MJ/d) / Energia metabolizzabile della dieta (MJ/kgSS)</p> <p>dove il fabbisogno di Energia Metabolizzabile medio di una scrofa in gestazione è stimato essere pari a 27.34 MJ/d (dati NRC, 1998)</p>
Verri	<p>% SS</p> <p>mais 30.5</p> <p>orzo 20.0</p> <p>crusca 25.0</p> <p>soia f.e. 44% 9.5</p> <p>minvit 5.0</p> <p>colza f.e. 5.0</p> <p>polpe bietola ess. 4.0</p> <p>strutto 1.0</p> <p>EM (MJ/kgSS) 12.5</p>	<p>Consumo annuo dell'alimento i-esimo = (N° di capi x SSI kg/capo giorno x giorni) x % di alimento i-esimo x 1/100</p> <p>dove:</p> <p>N° di capi: verri mediamente presenti in azienda; viene calcolato considerando un rapporto maschi:femmine di 1:100 in quanto la maggior parte delle aziende ricorre all'inseminazione artificiale (rif. bibliografico 4)</p> <p>SSI (kg capo/giorno): sostanza secca ingerita per capo, calcolata secondo l'equazione (a) e confermata in letteratura</p> <p>giorni: 365 in quanto si fa riferimento al numero di verri mediamente presenti in azienda</p> <p>% alimento i-esimo: inclusione percentuale dell'alimento i-esimo nella dieta prevista per questa categoria</p> <p>(a) SS ingerita (kg/d) = fabbisogno di Energia Metabolizzabile (MJ/d) / Energia metabolizzabile della dieta (MJ/kgSS)</p> <p>dove il fabbisogno di Energia Metabolizzabile medio di un verro è stimato essere pari a 32.6 MJ/d (dati NRC, 1998)</p>

Dato ISTAT
«riproduttori (scrofe) presenti in azienda»

$$FA_i = \sum_1^n Capi \cdot SSI_i \cdot ciclo \cdot Inclusione_i$$

categoria	dieta	Stima dei fabbisogni	
<div style="border: 2px solid red; padding: 5px; width: fit-content;"> Suini ingrasso (50-160 kg) </div>	% SS	<p>Consumo annuo dell'alimento i-esimo = (N° di capi x SSI kg/capo giorno x giorni) x % di alimento i-esimo x 1/100</p> <p>dove:</p> <p>N° di capi: capi all'ingrasso mediamente presenti in azienda. Dato calcolato a partire dal numero di scrofe presenti, considerando 2 parti all'anno a scrofa, 10 suinetti svezzati a parto ed una durata della fase di ingrasso (dai 60 ai 160 kg) di 174 giorni (compreso il vuoto sanitario)</p> <p>(a) capi in ingrasso mediamente presenti = N°di scrofe mediamente presenti x 2 x 10 x 174/365</p> <p>SSI (kg capo/giorno): sostanza secca ingerita per capo (3 kg capo/giorno), valore medio di tutta la fase di ingrasso riportato in letteratura per suino pesante (rif. bibliografico 4)</p> <p>giorni: 174 in quanto si fa riferimento ai capi in ingrasso mediamente presenti in azienda</p> <p>% alimento i-esimo: inclusione percentuale dell'alimento i-esimo nella dieta prevista per questa categoria</p>	
	mais		52.5
	orzo		23.4
	soia estr.48%		12.7
	crusca		7.8
	calcio carbonato		1.8
	sodio cloruro		0.5
	infe.min.vit		0.5
	fosfato bicalcico		0.5
	L-Lisina HCL		0.2
	Metionina DL		0.05
	*rif. bibliografico (5)		
<div style="border: 2px solid red; padding: 5px; width: fit-content;"> Suini accrescimento (30-50 kg) </div>	% SS	<p>Consumo annuo dell'alimento i-esimo = (N° di capi x SSI kg/capo giorno x giorni) x % di alimento i-esimo x 1/100</p> <p>dove:</p> <p>N° di capi: capi all'accrescimento mediamente presenti in azienda. Dato calcolato a partire dal numero di scrofe presenti, considerando 2 parti all'anno a scrofa, 10 suinetti svezzati a parto ed una durata della fase di accrescimento (dai 30 ai 60 kg) di 55 giorni (compreso il vuoto sanitario)</p> <p>(a) capi in accrescimento mediamente presenti = N°di scrofe mediamente presenti x 2 x 10 x 55/365</p> <p>SSI (kg capo/giorno): sostanza secca ingerita per capo (2 kg capo/giorno), valore medio delle diverse fasi di accrescimento riportato per suino pesante riportato in letteratura (rif. bibliografico 4)</p> <p>giorni: 365 in quanto si fa riferimento ai capi in accrescimento mediamente presenti in azienda</p> <p>% alimento i-esimo: inclusione percentuale dell'alimento i-esimo nella dieta prevista per questa categoria</p>	
	mais		42.5
	soia f.e. 44%		18.0
	orzo		15.0
	crusca ft		10.0
	frumento tenero		8.0
	olio soia		2.0
	fosf.bicalcico		1.3
	farina pesce		1.0
	minvit		0.5
	L-Lisina HCL		0.3
	Cloruro sodio		0.5
L-Treonina	0.05		
*rif. bibliografico (3)			

Dato ISTAT

«capi suini presenti in azienda»



1. Individuazione delle **principali tipologie aziendali** presenti in Lombardia e loro caratterizzazione a livello di RA (*categoria animale, indirizzo produttivo, dimensioni*)
2. Sviluppo di una metodologia per la **stima della capacità di autoapprovvigionamento aziendale** di alimenti zootecnici (mais)
3. Utilizzo dei modelli di simulazione per:
 - ✓ valutare **l'impatto** della variazione delle rese di mais negli scenari climatici analizzati **sull'autosufficienza alimentare aziendale**
 - ✓ **definire possibili strategie** (e.g. sistemi colturali alternativi e/o complementari)



- ✓ **SORGO (granella e insilato)**
- ✓ **ORZO (granella e insilato)**
- ✓ **LOIESSA (insilata)**
- ✓ **ERBA MEDICA (insilata)**

Colture testate per la messa a punto di diete che prevedono una ridotta inclusione di mais

(e.g. Repetti et al. 2012, Garella 2008, Fustini et al. 2008, Crovetto et al. 2008, Tabacco e Borreani 2009, Saladini et al. 2009, Borreani 2011)





Cassandra
models for change

ERSAF
ENTE REGIONALE PER I SERVIZI
ALL'AGRICOLTURA E ALLE FORESTE

Regione Lombardia

3. Sistemi colturali alternativi

Sistemi colturali 5 Maggio 2021

ADATTAMENTO

- | | |
|--------------------------------------|---|
| ✓ SORGO (granella e insilato) | Anticipo data di semina |
| ✓ ORZO (granella e insilato) | Adozione di varietà/ibridi a ciclo più lungo |
| ✓ LOIESSA (insilata) | |
| ✓ ERBA MEDICA (insilata) | Anticipo della finestra utile per gli sfalci |

GESTIONE IDRICA:

- SORGO E MEDICA: uno/due interventi di soccorso durante i periodi critici del ciclo colturale**
- ORZO E LOIESSA: coltura asciutta**

TECNICA IRRIGUA: quella più diffusa nella RA oggetto di analisi



Animale	Sistema colturale testato	Area
Suino (granella)	1) Mais 600 in monocoltura	ZV e ZNV
	2) Mais 600 – Mais 300	ZV e ZNV
	3) Orzo – Mais 300	ZV e ZNV
	4) Orzo – Sorgo 200	ZV e ZNV
	5) Orzo	ZV
	6) Sorgo 400 in monocoltura	ZV e ZNV
Bovino (insilato)	1) Silo-mais 600 in monocoltura	ZV e ZNV
	2) Mais 600 – Mais 300	ZV e ZNV
	3) Orzo – Mais 400	ZV e ZNV
	4) Loiessa – Mais 600	ZV e ZNV
	5) Loiessa – Sorgo 300	ZV e ZNV
	6) Orzo	ZV
	7) Loiessa	ZV
	8) Sorgo 400 in monocoltura	ZV e ZNV
	9) Medicaio	ZV

Come confrontare tra loro sistemi colturali così eterogenei?

Diversa capacità di sopperire ai fabbisogni nutrizionali dei capi allevati!

- **esprimere la capacità produttiva del sistema non in termini quantitativi ($t\ ha^{-1}$) bensì in energia ha^{-1} , in modo da renderle grandezze omogenee e confrontabili (energia espressa come: Unità Foraggiere Latte, UFL, per i bovini; Energia Metabolizzabile, EM, per i suini)**
- **calcolare la superficie che sarebbe necessario destinare ad ogni sistema alternativo per colmare le perdite produttive fatte registrare dal mais negli scenari climatici futuri**
Obiettivo: mantenere inalterata la capacità di autoapprovvigionamento alimentare attuale dell'azienda



Ovvero...



$$SAU_i = \frac{AEM_{sf}}{\sum_i^n Resa_i \cdot VE_i}$$

Variazione della capacità di auto-provvigionamento espressa in energia netta

$$CA_i = AA_i - FA_i$$

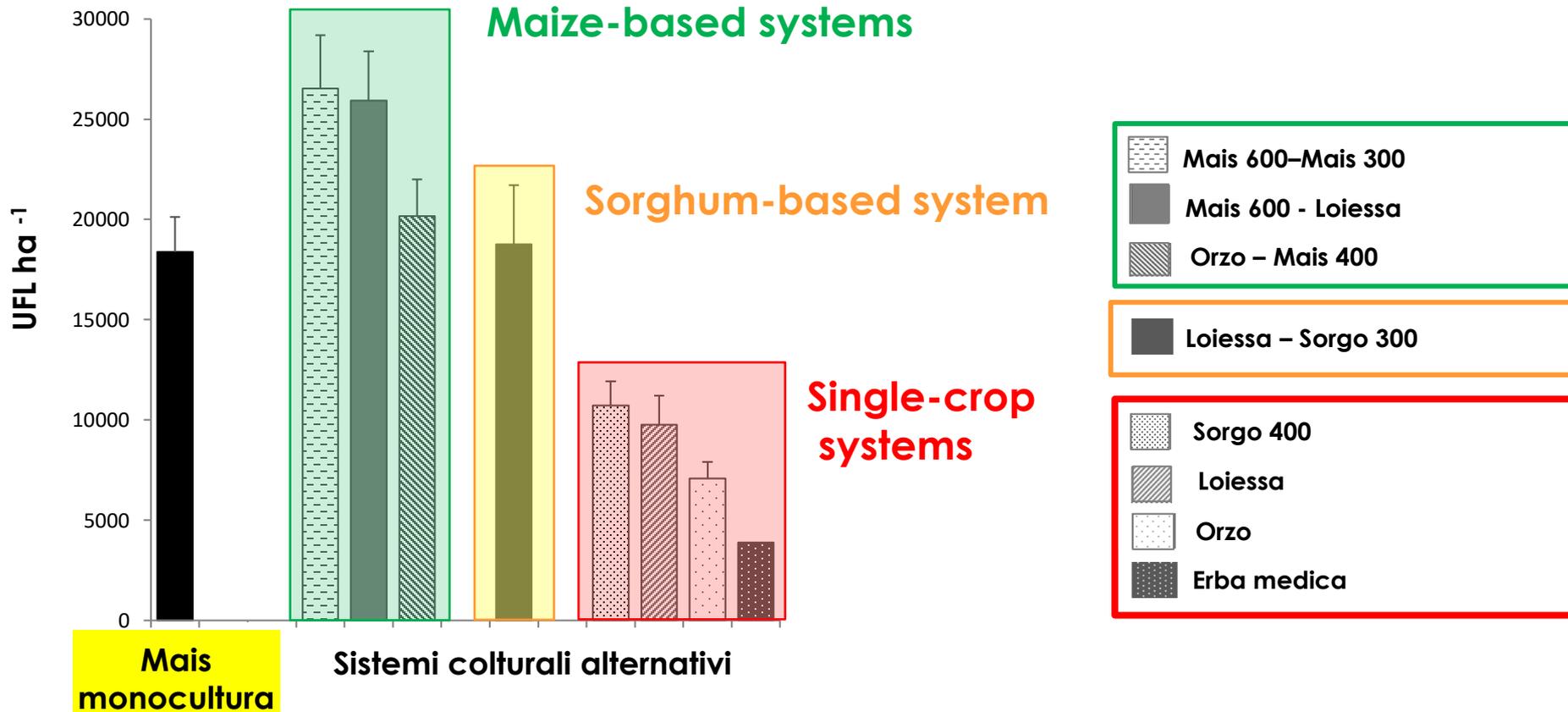
dove:

- **SAU_i**: superficie agraria utile (ha) da investire all'*i*-esimo sistema colturale (deviazione positiva o negativa rispetto alla superficie dedicata a mais nello scenario di riferimento);
- **AEM_{sf}**: ammanco energetico (UFL o Kcal Kg⁻¹) derivante dalle perdite di granella o trinciato evidenziate nella finestra temporale 2020 o 2050 rispetto allo scenario attuale, per l'*i*-esima unità di simulazione;
- **Resa_i**: resa media stagionale dell'*i*-esima coltura (Kg ha⁻¹ di s.s.) simulata a livello di R.A.;
- **VE_i**: valore energetico del *i*-esimo alimento (UFL o Kcal Kg⁻¹);
- **n**: numero di colture in successione.



Ranking dei sistemi colturali complementari/alternativi testati per aziende bovine da latte in funzione della energia netta prodotta per unità di superficie (Hadley-A1B 2020)

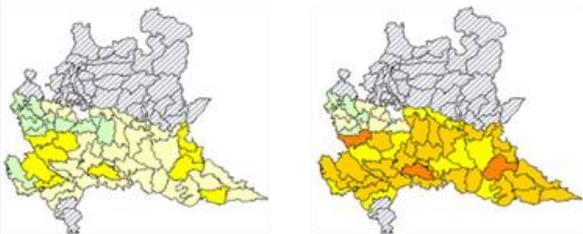
(UFL: unità foraggiere latte)



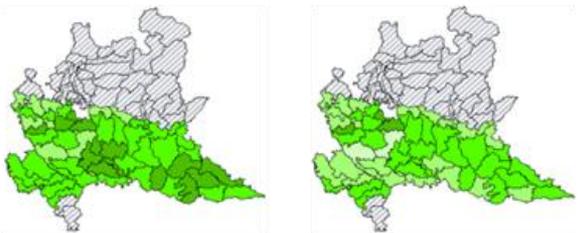
Hadley-A1B

2020

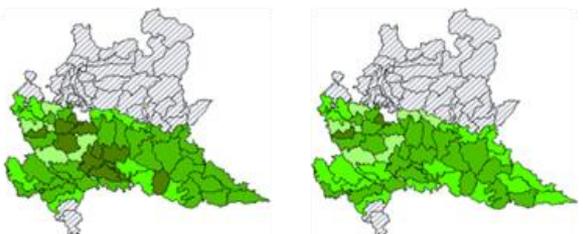
2050



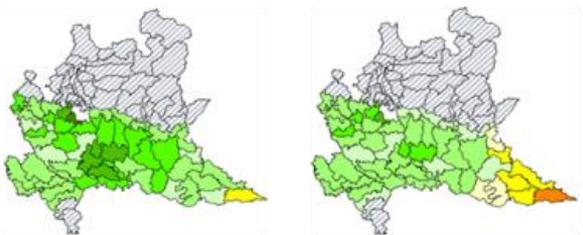
Mais 600 Monocoltura



Mais 600 Mais 300



Loiessa Mais 600

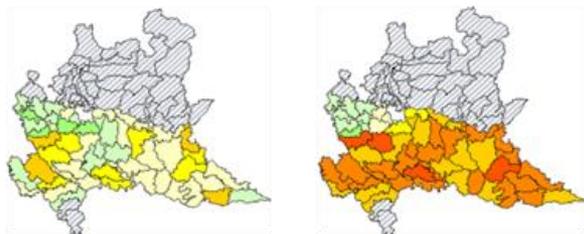


Loiessa Sorgo 300

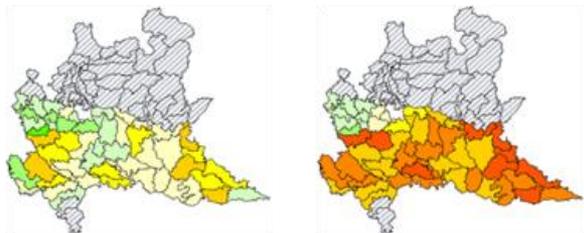
Hadley-A1B

2020

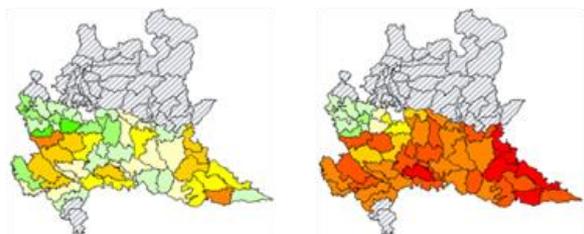
2050



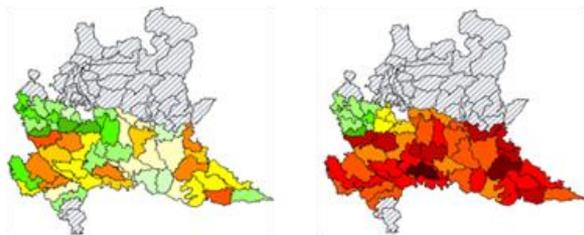
Sorgo 400 Monocoltura



Loiessa Monocoltura



Silo orzo Monocoltura

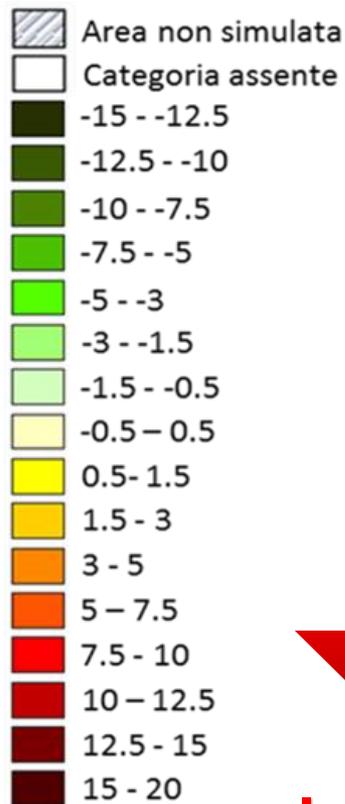


Erba medica

Azienda bovini da latte intensiva

Risparmio di superficie

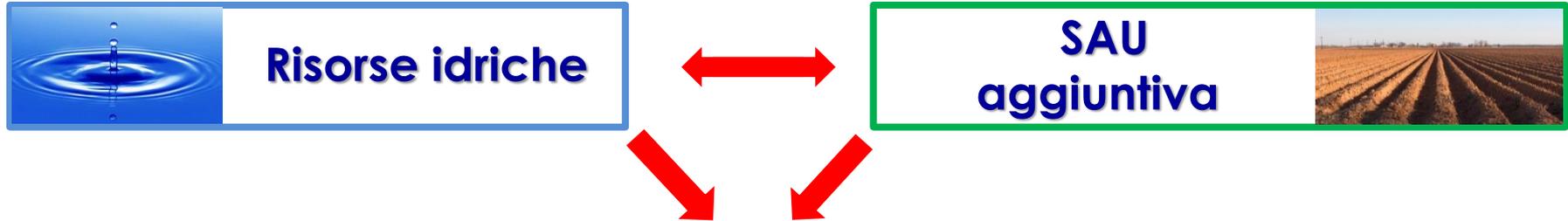
ettari



Incremento di superficie



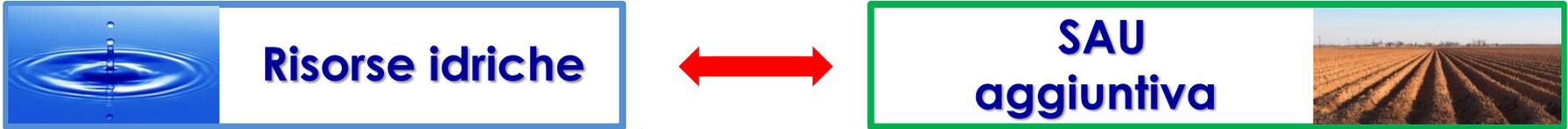
Qual è la soluzione migliore? Dipende dal contesto!



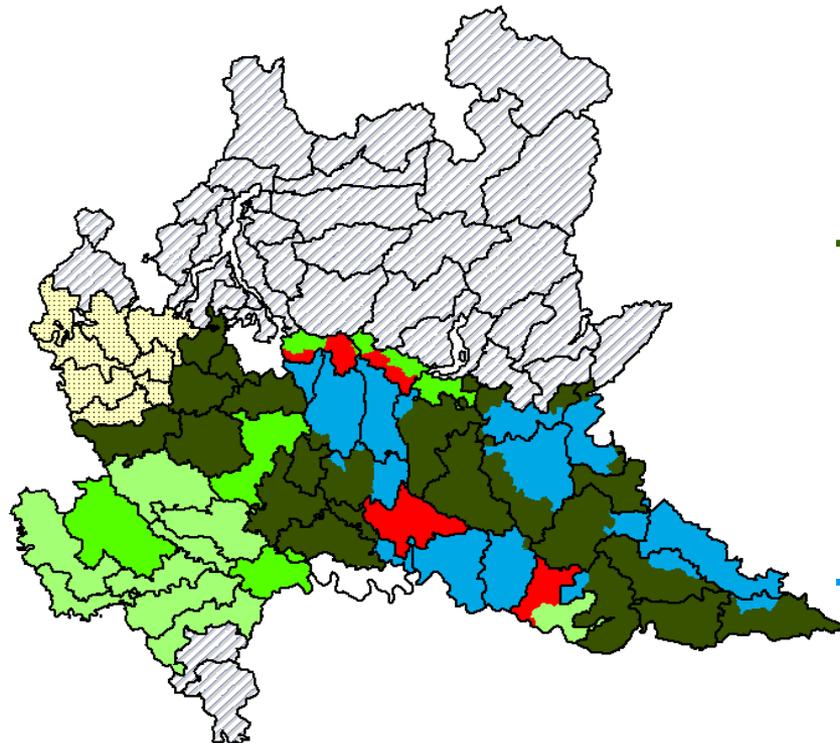
	SAU		
		Disponibile	Non disponibile
Risorsa idrica			
Adeguata		Soluzione A (SAU aggiuntiva a mais)	Soluzione D (intensificazione con successione mais-mais)
Scarsa		Soluzione B (SAU aggiuntiva a sorgo, orzo, loiessa o medica)	Soluzione C (intensificazione con successione orzo-mais, loiessa-mais o loiessa sorgo)



Qual è la soluzione migliore? Dipende dal contesto!



Azienda bovina da latte intensiva:
sistema culturale migliore per garantire in l'autosufficienza aziendale in funzione della disponibilità di risorse



- Low livestock density
- Missing category
- Areas not interested by alternative CS

- + Maize 600, single crop
- Maize 600 - Maize 300
- Maize 600 - Italian ryegrass
- Italian ryegrass - Sorghum 300
- + Sorghum 400, single crop



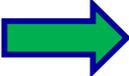
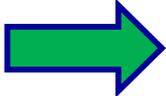
Cassandra
models for change

ERSAF
ENTE REGIONALE PER I SERVIZI
ALL'AGRICOLTURA E ALLE FORESTE

Regione Lombardia

Conclusioni

Sistemi colturali 5 Maggio 2021

- L'analisi ha consentito di individuare a livello sub-regionale (RA) dei **sistemi colturali alternativi** in grado di garantire la **competitività** e la **sostenibilità** dell'azienda zootecnica in funzione:
 - ✓ della variabilità delle condizioni agro-climatiche (spaziale e temporale)
 - ✓ della tipologia di azienda
 - ✓ della disponibilità di risorse
- I modelli di simulazione colturali confermano la loro utilità quali **strumenti di supporto** alla gestione del sistema agricolo nel medio-lungo termine
- **Linee guida** per la definizione di strategie di adattamento applicabili ad aree omogenee da un punto di vista delle criticità del contesto produttivo (Regioni Agrarie  Competenze specifiche e una conoscenza approfondita del contesto sono necessarie per l'implementazione in politiche dedicate (e.g. PSR)
- Il **database** sviluppato potrà essere utilizzato per ulteriori studi riferiti all'area lombarda  **Arundo donax L.**

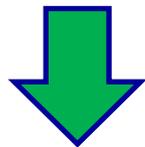


Perdite di resa crescenti: -26.4% (Granella) e -24% (Trinciato)

Semine anticipate di ibridi a ciclo più lungo dimezzano le perdite produttive...ma

Costo ambientale ed economico:

- ✓ Consumi idrici
- ✓ Conflitti tra utenze diverse (agricoltura vs. sanitario)
- ✓ Aumento costo input (gasolio, fertilizzanti, acqua)
- ✓ Andamento dei prezzi delle produzioni (al momento della Fase 2 erano in forte calo)



Nuove filiere produttive: garantire reddito agricoltori, diminuendo dipendenza da combustibili fossili.



Sistemi culturali 5 Maggio 2021

Arundo donax L. rappresenta una coltura energetica molto promettente:

- ❑ graminacea rizomatosa (C3), erbacea, perenne e alofita;
- ❑ **adattabilità** a vasta gamma di condizioni pedo-climatiche;
- ❑ elevata **resistenza** a stress biotici ed abiotici, carenze di nutrienti e idriche;
- ❑ azione fitodepuratrice;
- ❑ **elevate produzioni** di biomassa per unità di superficie con **ridotti input** (N, H₂O);
- ❑ coltura inserita tra “PRODOTTI” **incentivati per le F.E.R.** (art. 8, comma 4, lettera (b) DM

06/07/2012)

Bioetanolo



Composti di estrazione



Pellets



Biogas



Elevate produzioni di energia per unità di superficie e a basso costo



25 aziende hanno già optato per sostituire mais con Arundo



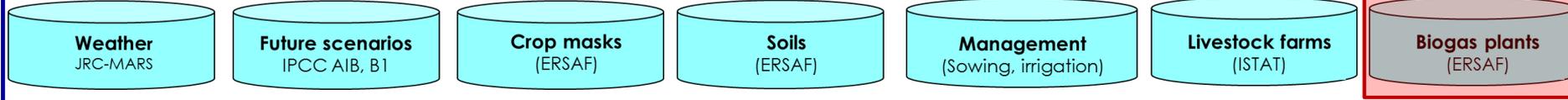
Vantaggi economici saranno minacciati dall'impatto dei cambiamenti climatici in corso?



- I. Stima dell'impatto dei cambiamenti climatici sulle produzioni future di Arundo nella pianura lombarda;
- II. valutazione dell'opportunità di sostituire parzialmente in azienda il mais con Arundo, analizzando gli aspetti economici ed ambientali in un'ottica di medio-lungo periodo (2020, 2050).



Database georeferenziato

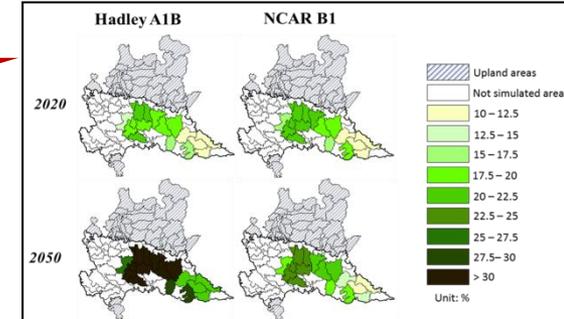
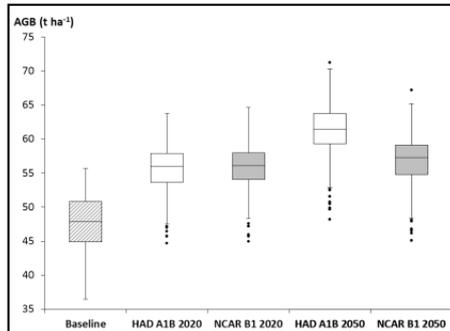
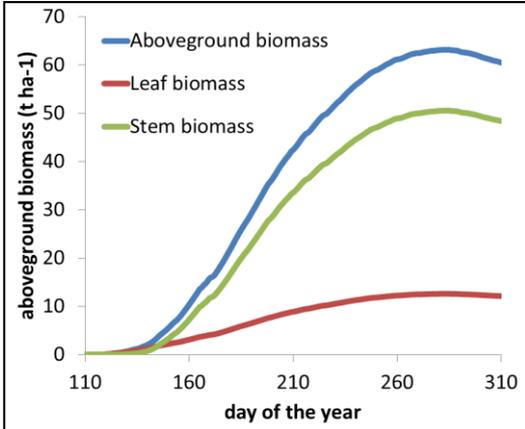


Modello culturale

**Crescita e sviluppo
ARUNGRO**
(Stella et al., 2014)



Risultati



Ambiente di simulazione



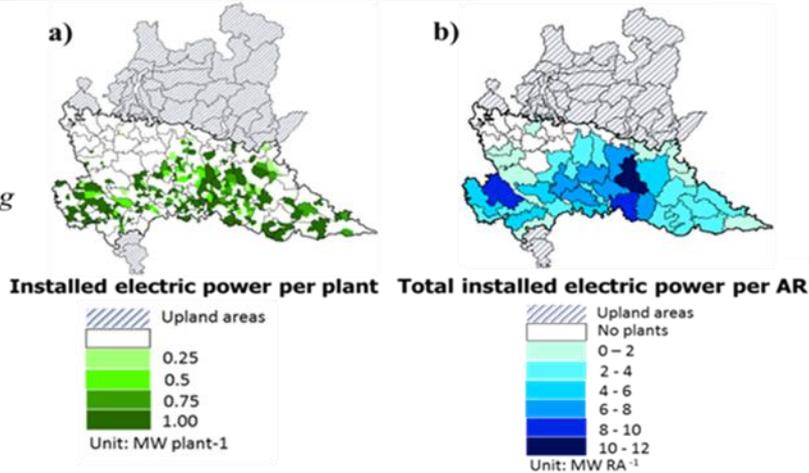
Scelta area studio (1)

Sistemi culturali 5 Maggio 2021

Criteria

Spatialized information

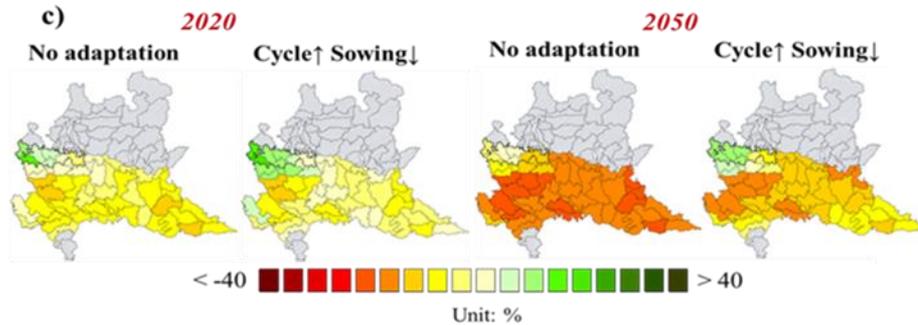
1st
Operating
biogas
plants



1) Impianti di biogas operativi

- > Potenza elettrica installata
- > Domanda di biomassa

2nd
Future
maize
yields



2) Rese future del mais

- > Perdite produttive
- > Abbandono coltura

3rd
Livestock
pressure



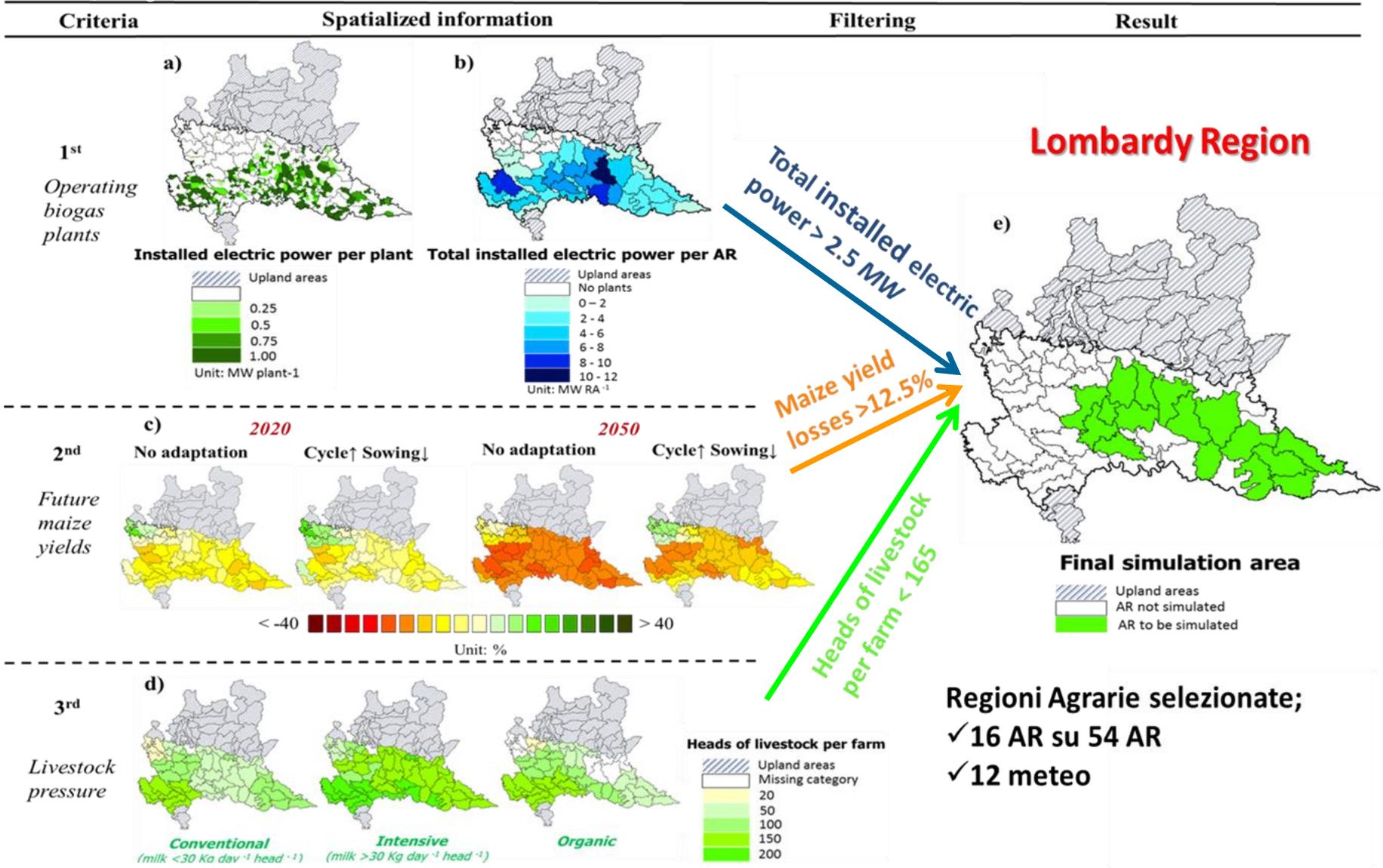
3) Pressione capi da latte

- < capi
- < feed vs. energy



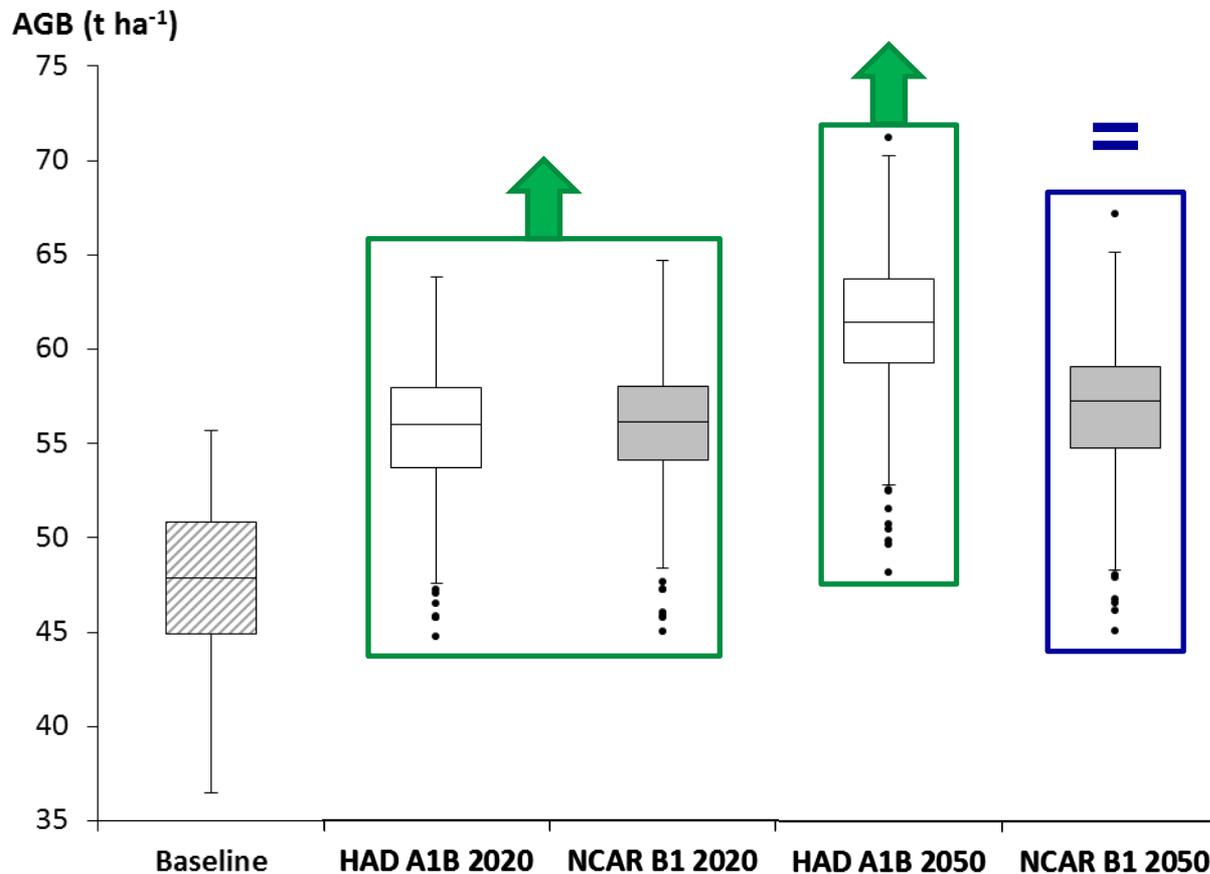
Scelta area studio (2)

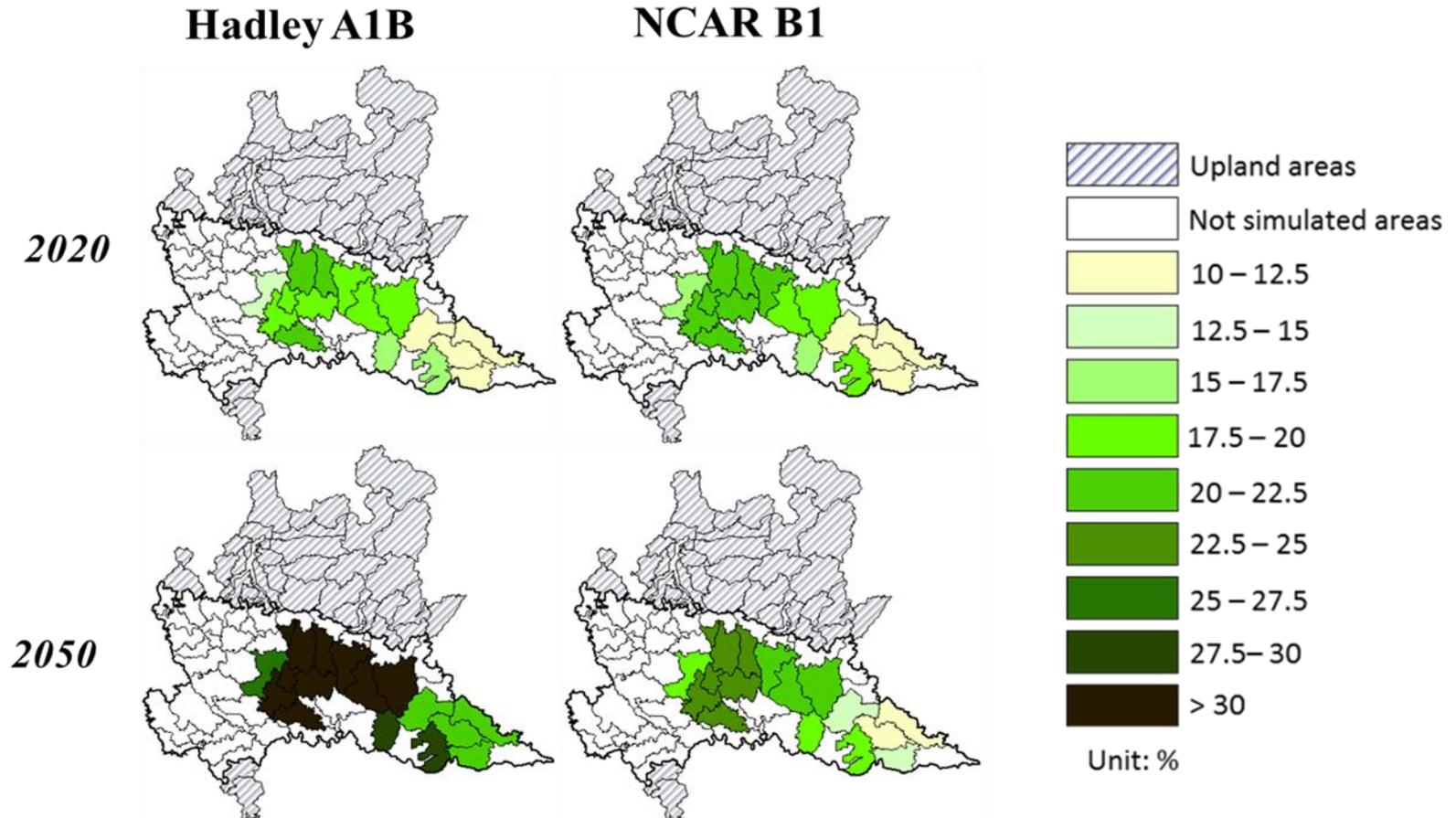
Sistemi culturali 5 Maggio 2021





Biomassa aerea di *Arundo donax* L. simulata nel contesto climatico attuale (baseline) e negli scenari di cambiamento climatico





Risultati incoraggianti dal punto di vista ambientale

✓ variazioni positive di biomassa aerea anche in aree soggette a scarsità idrica



Analisi economica: tempo di ritorno dell'investimento (anni) per la coltivazione di Arundo e mais da trinciato (durata tecnico-economica di 15 anni);

- ❑ Produzioni di biomassa (t ha⁻¹);
- ❑ Costi di produzione (€);
- ❑ Prezzi a cui le produzioni sono scambiate sul mercato (€ t⁻¹);
- ❑ Efficienze di conversione in biogas;

Cropping system	Payback time (years)		
	Baseline	2020	2050
Arundo	8.5		
Mais 600	11.4		
Triticale - Sorgo	9.0		
Triticale - Mais	10.0		

**TR si riduce del
17% nel 2020
25 % nel 2050**

**Intensificazione del sistema
colturale**



 **ESA** 13th ESA Congress 25-29 August 2014, Debrecen, *Hungary*

IN-SILICO EVALUATION OF GIANT REED PRODUCTIVITY IN A CHANGING CLIMATE: THE CASE OF LOMBARDY PLAIN IN NORTHERN ITALY

Giovanni CAPPELLI¹ – Tommaso STELLA¹ – Sevim Seda YAMAÇ¹ – Caterina FRANCONI² – Livia PALEARI¹ – Marco NEGRI¹ – Roberto CONFALONIERI¹

¹ Department of Agricultural and Environmental Sciences, Cassandra lab, University of Milan, Via Celoria 2, 20133 Milano Italy, giovanni.cappelli@unimi.it

 **ESA** 13th ESA Congress 25-29 August 2014, Debrecen, *Hungary*

IMPACT OF CLIMATE CHANGE ON THE SUSTAINABILITY OF CEREAL-LIVESTOCK FARMING IN THE LOMBARDY REGION (NORTHERN ITALY)

Giovanni CAPPELLI¹ – Livia PALEARI¹ – Simone BREGAGLIO¹ – Andrea GIUSSANI¹ – Marco ACUTIS¹ – Dante FASOLINI² – Stefano BRENNI² – Roberto CONFALONIERI¹

¹ Department of Agricultural and Environmental Sciences, Cassandra lab, University of Milan, Via Celoria 2, 20133 Milan, Italy, giovanni.cappelli@unimi.it

² Regional Agency for Agricultural and Forestry Development, Via Pola 12, 20124 Milano Italy



ELSEVIER

Biomass and Bioenergy

Volume 80, September 2015, Pages 85-93



Research paper

Are advantages from the partial replacement of corn with second-generation energy crops undermined by climate change? A case study for *giant reed* in northern Italy

G. Cappelli  , S.S. Yamaç, T. Stella, C. Francone, L. Paleari, M. Negri, R. Confalonieri

 **Show more**

<https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2015.04.038>

Get rights and c

Grazie per l'attenzione!