



# Züchtung *Septoria*- resistenter Weizensorten

Fabio Mascher, Stefan Kellenberger, Dario  
Fossati, Cécile Brabant und Arnold Schori



# Blattdürre auf Weizen





# Spelzenbräune







# Die Erreger

## Blattdürre

1. *Septoria tritici* = *Zymoseptoria tritici* (anamorph)  
*Mycosphaerella graminicola* (teleomorph, Hauptfruchtform).
2. *Septoria nodorum* = *Stagonospora nodorum* (anamorph)  
*Phaeosphaeria nodorum* (teleomorph, Hauptfruchtform).

## Spelzenbräune

*Septoria nodorum* = *Stagonospora nodorum* (anamorph)  
*Phaeosphaeria nodorum* (teleomorph, Hauptfruchtform).

## Fruchtform

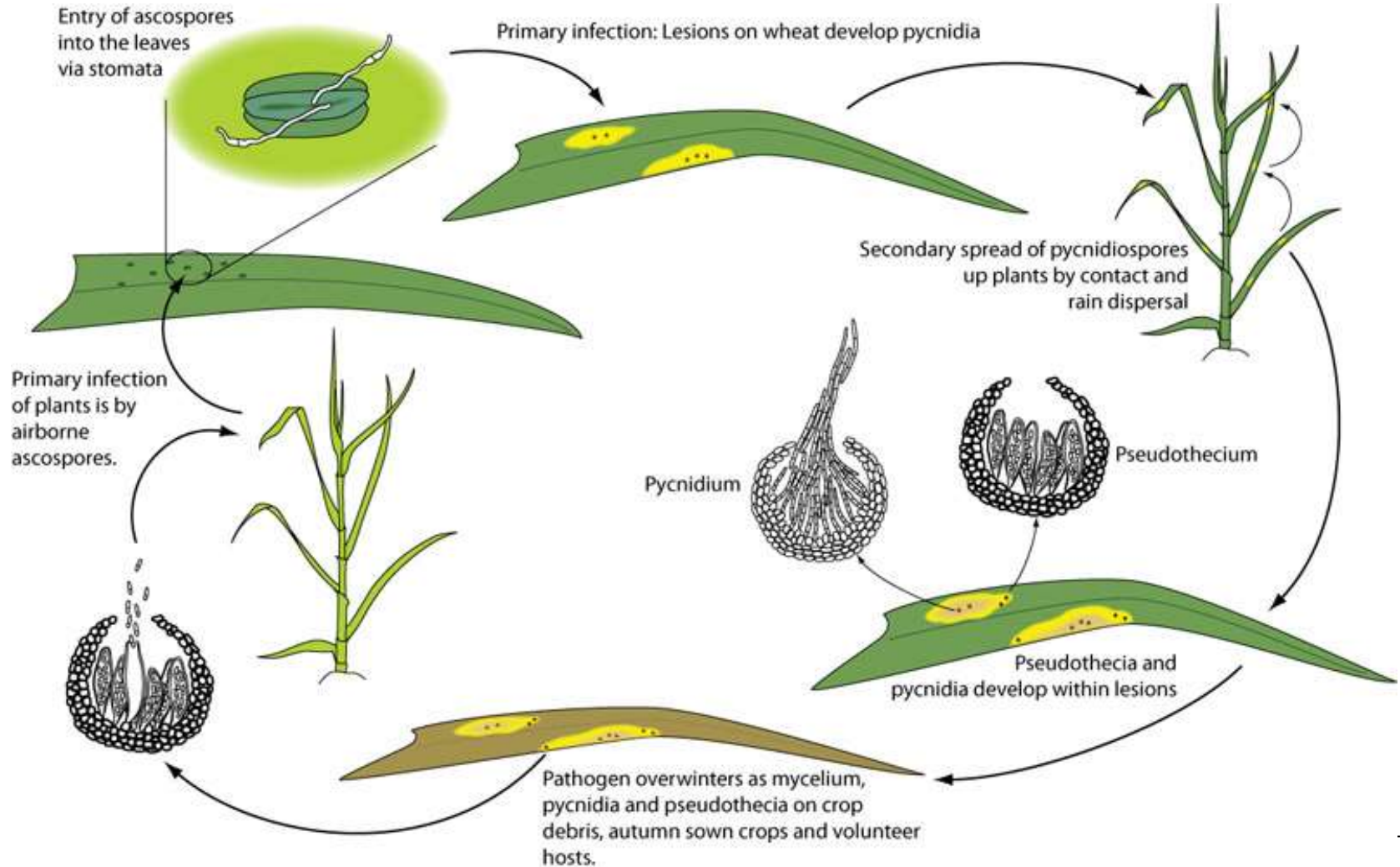
Anamorph: asexuelle Vermehrung (Konidien)

Teleomorph: sexuelle Vermehrung (Ascosporen).

---



# Der Lebenszyklus





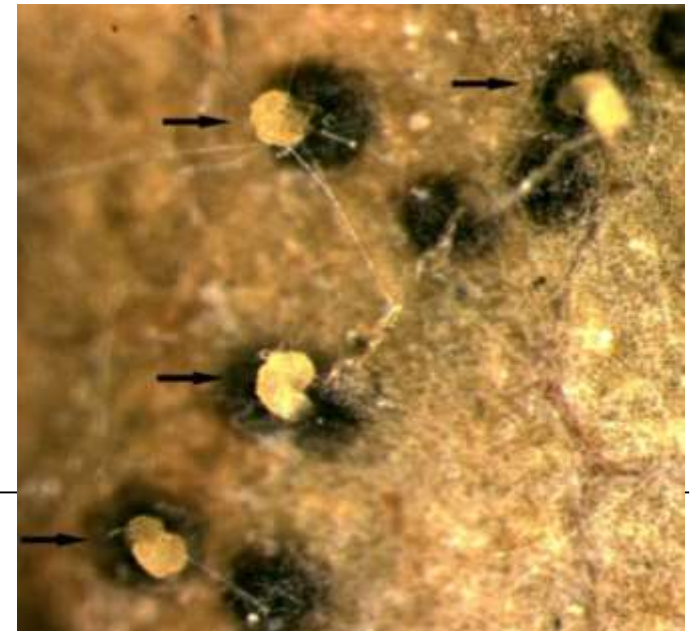
# Wer ist wer auf dem Blatt?

## Farbe der Pycnidien

- *Z. tritici* bildet schwarze Pycnidien.
- *S. nodorum* bildet braune Pycnidien.
- Achtung: braune Pycnidien sind auf einem braunen Blatt kaum sichtbar. Andere Pilze bilden ebenfalls Pycnidien-ähnliche Fruchtkörper: Mehltau, *Alternaria* etc.

## Inkubationstest

Pycnidien sondern bei hoher Luftfeuchtigkeit die Konidien in einem Schleim aus (Zyrrhen).





# Welcher Pilz ist wichtig?

- Allgemein gibt es einen Übergang von *S. nodorum* zu *Z. tritici*.
- In der Schweiz weniger *S. nodorum*, Zunahme *Z. tritici*.
- Umweltbedingungen sind verantwortlich
  - Regen und hohe Luftfeuchtigkeit fördern die Infektion.
  - Hohe SO<sub>2</sub> Konzentration in der Luft fördert *S. nodorum*.
  - Hohe Temperaturen im Winter fördern *Z. tritici*.

(Shaw et al. 2008, New Phytologist 177: 229–238)

- Verluste bis zu 30% (Angaben USA).
- Verluste sind schwierig zu messen. Es gibt viele Blattflecken mit parassitärem/ pathologischem und physiologischem Hintergrund.



# Resistenzzüchtung

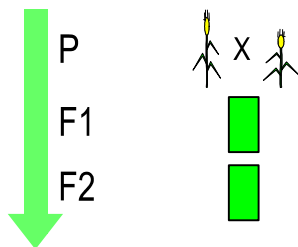
## Resistenztypen

- Polygen / Qtls / quantitative Resistenzen.
- Monogen / qualitative / absolute Resistenzen (e.g. Anfällig auf TSN1, Sb Resistenzgene, Sn Toxine / Pathogen- Effektoren).
- Interaktionen mit anderen horizontalen Resistenzgenen (z.B. Lr34, Lr46 ...).
- Einfluss von Umweltbedingung.
- Anfälligkeit der Pflanze nimmt mit der Zeit zu. Höchste Anfälligkeit vor der Ernte.





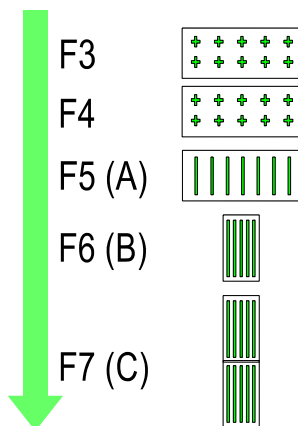
## Kreuzungen



### Auswahl der Elternlinien

- 2 Jahre Resistenztest
- Infektion *S. nodorum*  
Mischung mit verschiedenen Effektoren.

## Selektion im Zuchgarten

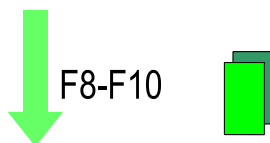


Sélection pour résistance  
aux maladies

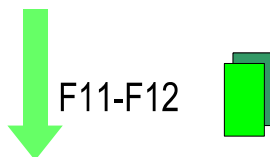
### Künstliche Infektion mit *S. nodorum*

- Elimination der anfälligsten Zuchtstämme

## Leistungs- versuche



## Zulassungs- versuche (HV)



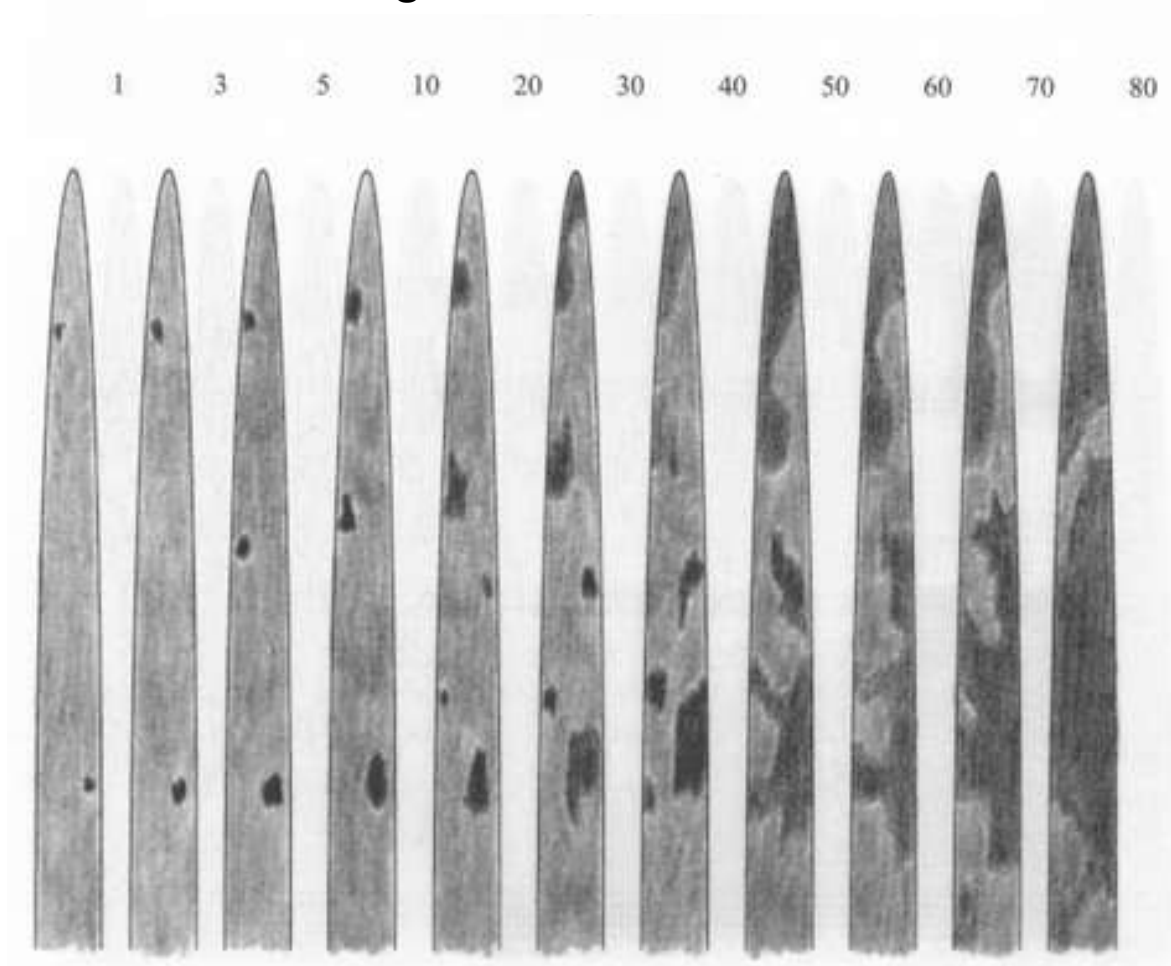
Tests de résistance  
aux maladies

### Künstliche Infektionen mit *S. nodorum* und *Z. tritici*.

- Beschreibung der Resistenz der Elitestämme und der Sorten,
- Stärkere Inokulation in Kombination mit Spray- bewässerung.



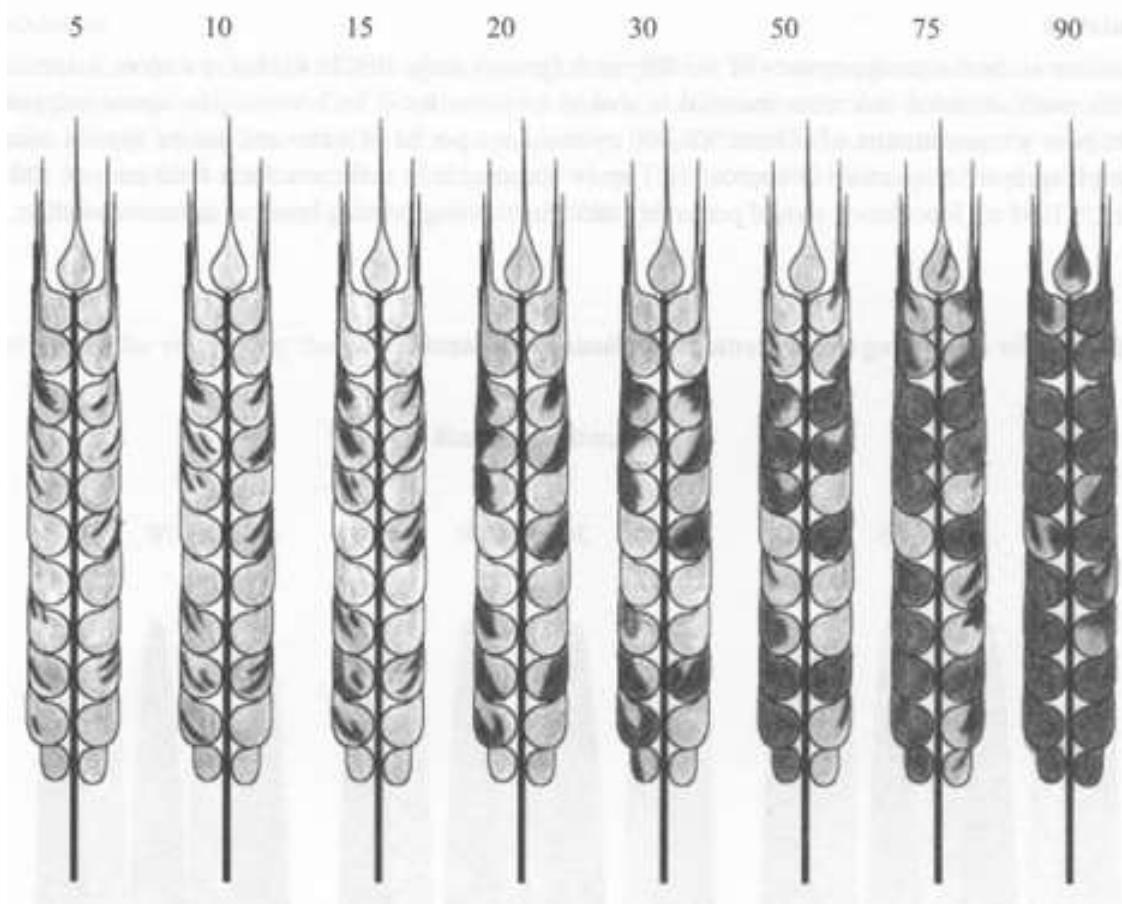
## Schätzung der befallenen Blattfläche



Source: RESI



## Schätzung der befallenen Ährenfläche



Source: RESI



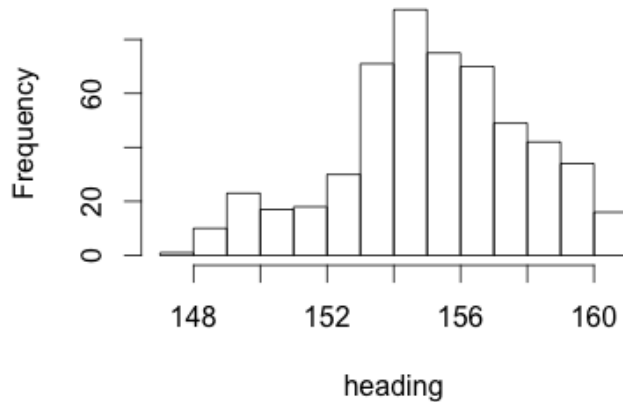
# Boniturschema

| Note | % Fläche | Symptom                                        |
|------|----------|------------------------------------------------|
| 1    | 0        | keine Symptome                                 |
| 2    | 2.5      | Sehr schwache Symptome                         |
| 3    | 10       | 1/10 der Blätter oder der Ähren befallen       |
| 4    | 25       | 1/4 der Blätter oder der Ähren befallen        |
| 5    | 50       | 1/2 der Blätter oder der Ähren befallen        |
| 6    | 75       | 3/4 der Blätter oder der Ähren befallen        |
| 7    | 90       | 1/10 der Blätter oder der Ähren befallen       |
| 8    | 97.5     | Wenige Stellen ohne Symptome                   |
| 9    | 100      | Blätter oder Ähren vollständig befallen (100%) |

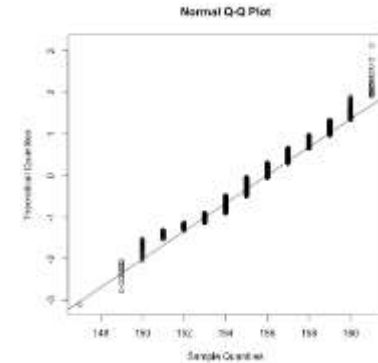


# Frühreife und Befall

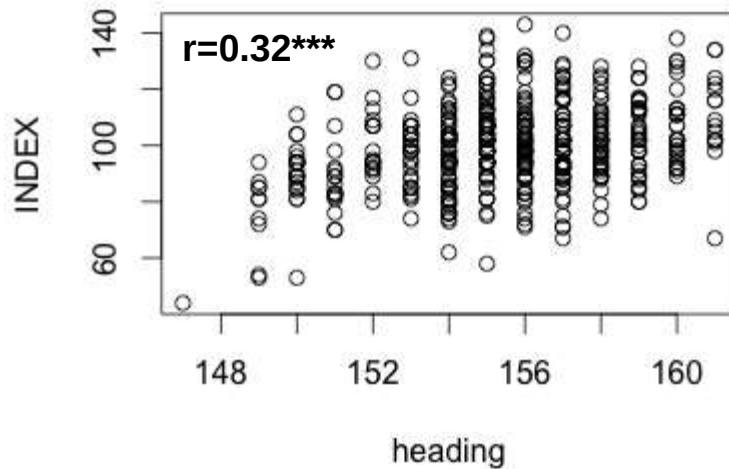
Histogram of heading



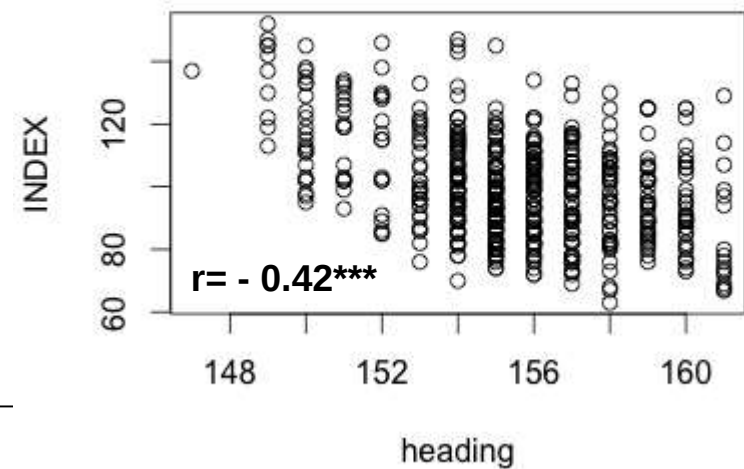
normal



Heading date vs ear blotch



Heading date vs leaf blotch





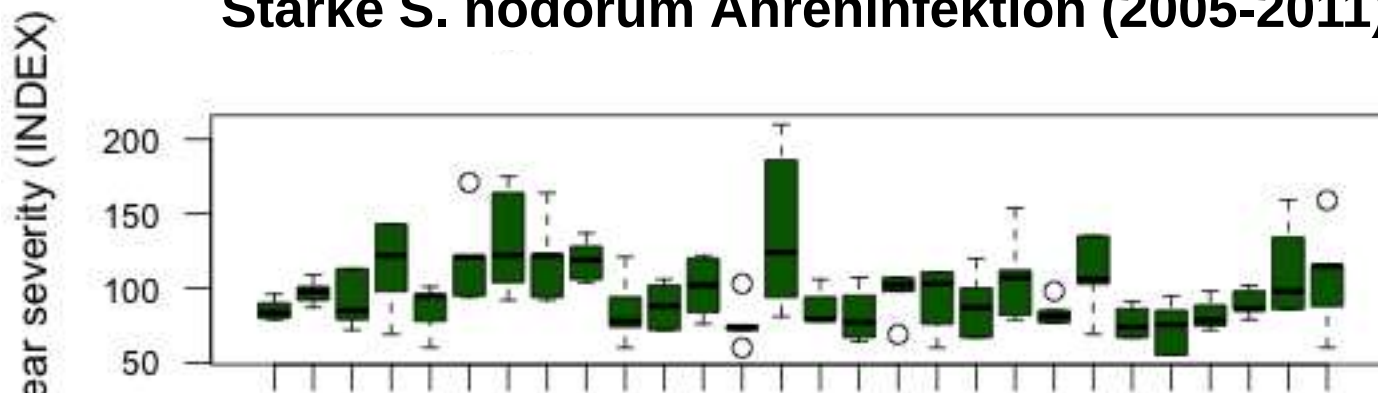


# Mehrjähriger Versuch mit 18 Referenzsorten

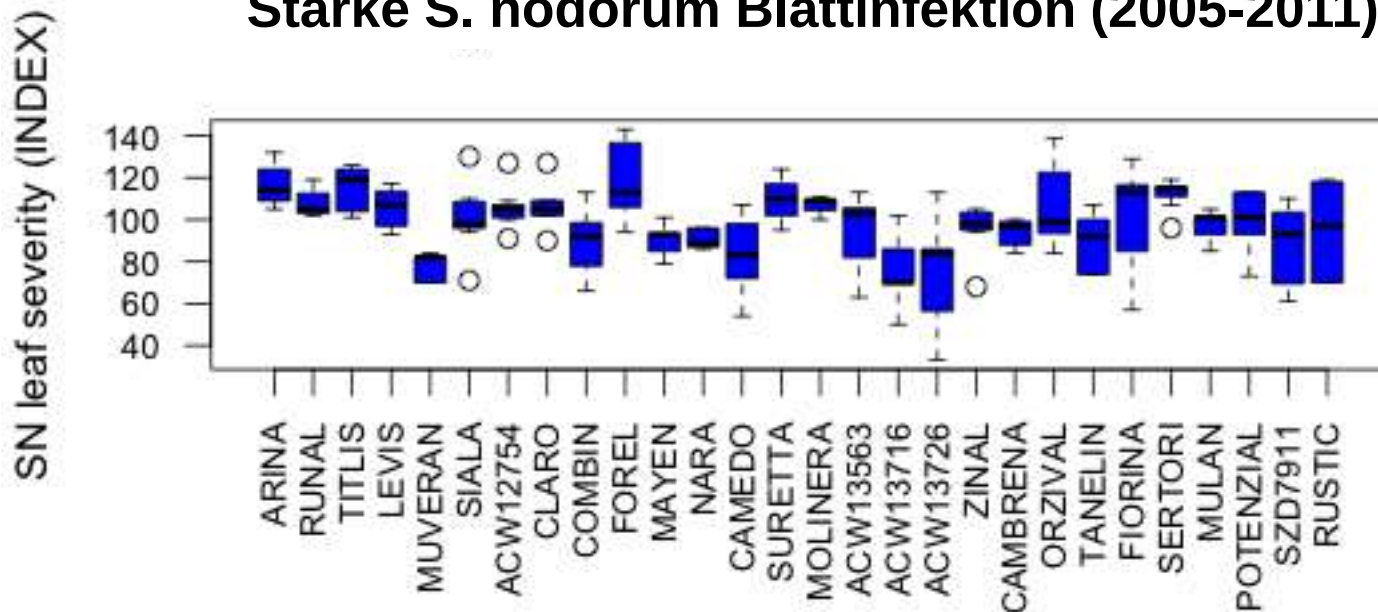
| NOM              | Epiaison (class) | SNF (Index) | SNF (class) | SNE (Index) | SNE (class) | ST (Index) |
|------------------|------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------|
| APACHE           | TRES PREC        | 98.3        | MOYEN       | 110.1       | FAIBLE      | 138.7      |
| GALAXIE          | TRES PREC        | 121.1       | MAUVAIS     | 93.1        | MOYEN       | 121.8      |
| PIOTTA           | TRES PREC        | 89.1        | MOYEN       | 90.8        | MOYEN       | 111.8      |
| ZINAL            | TRES PREC        | 85.8        | BON         | 96.7        | MOYEN       | 95.3       |
| SNF- (111.12795) | PREC             | 110.9       | FAIBLE      | 91.2        | MOYEN       | 88.2       |
| FORNO            | PREC             | 115.1       | FAIBLE      | 143.5       | MAUVAIS     |            |
| LEVIS            | PREC             | 70.5        | BON         | 109.0       | MOYEN       | 88.7       |
| ARINA            | MOYEN            | 110.5       | FAIBLE      | 63.0        | TRES BON    | 98.6       |
| CAPNORD          | MOYEN            | 85.2        | BON         | 130.6       | MAUVAIS     | 88.6       |
| LUDWIG           | MOYEN            | 121.6       | MAUVAIS     | 85.7        | BON         | 85.8       |
| MUVERAN          | MOYEN            | 76.2        | BON         | 86.5        | BON         | 64.5       |
| RUNAL            | MOYEN            | 99.5        | MOYEN       | 89.9        | MOYEN       | 106.4      |
| SEGOR            | MOYEN            | 92.3        | MOYEN       | 75.0        | TRES BON    | 93.6       |
| AROLLA           | TARD             | 110.4       | FAIBLE      | 73.0        | TRES BON    | 102.8      |
| MANHATTAN        | TARD             | 76.6        | BON         | 42.2        | TRES BON    | 46.1       |
| TITLIS           | TARD             | 106.7       | MOYEN       | 89.9        | MOYEN       | 106.8      |
| TREND            | TARD             | 100.8       | MOYEN       | 99.5        | MOYEN       | 105.6      |
| ZENITH           | TARD             | 160.0       | MAUVAIS     | 124.6       | MAUVAIS     |            |



## Stärke *S. nodorum* Ähreninfektion (2005-2011)



## Stärke *S. nodorum* Blattinfektion (2005-2011)





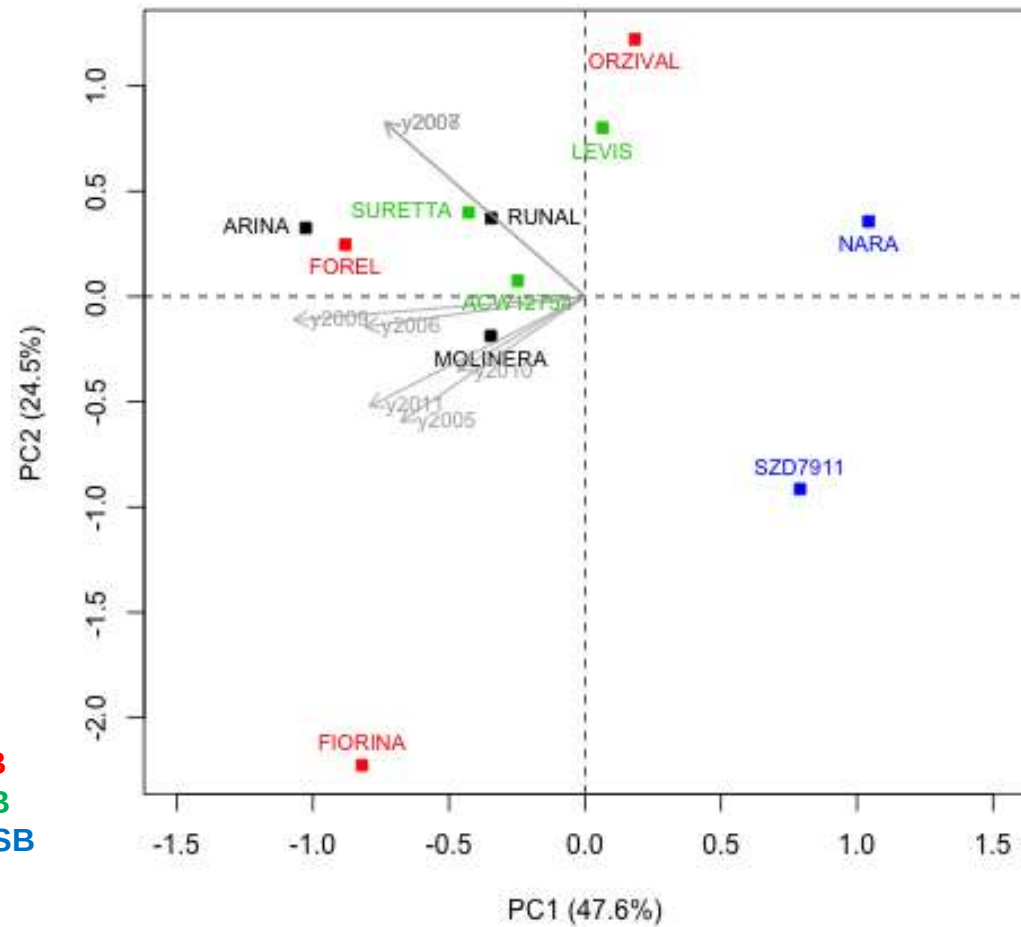
# Stabile und instabile Sorten

| Spelzenbräune | Blattdürre      |                 |
|---------------|-----------------|-----------------|
|               | stable          | instable        |
|               | stable          | instable        |
| Spelzenbräune | ARINA           | <b>FIORINA</b>  |
|               | RUNAL           | <b>FOREL</b>    |
|               | MOLINERA        | <b>ORZIVAL</b>  |
|               | instable        | stable          |
|               | <b>ACW12754</b> | <b>ACW13726</b> |
|               | <b>LEVIS</b>    | <b>NARA</b>     |
|               | <b>SURETTA</b>  | <b>SZD7911</b>  |

| Variety  | Heading (jd) | Prec class |
|----------|--------------|------------|
| ARINA    | 156          | average    |
| RUNAL    | 153          | average    |
| MOLINERA | 154          | average    |
| ACW12754 | 153          | average    |
| LEVIS    | 154          | average    |
| SURETTA  | 153          | average    |
| FIORINA  | 152          | average    |
| FOREL    | 154          | average    |
| ORZIVAL  | 154          | average    |
| ACW13726 | 152          | average    |
| NARA     | 155          | average    |
| SZD7911  | 155          | average    |



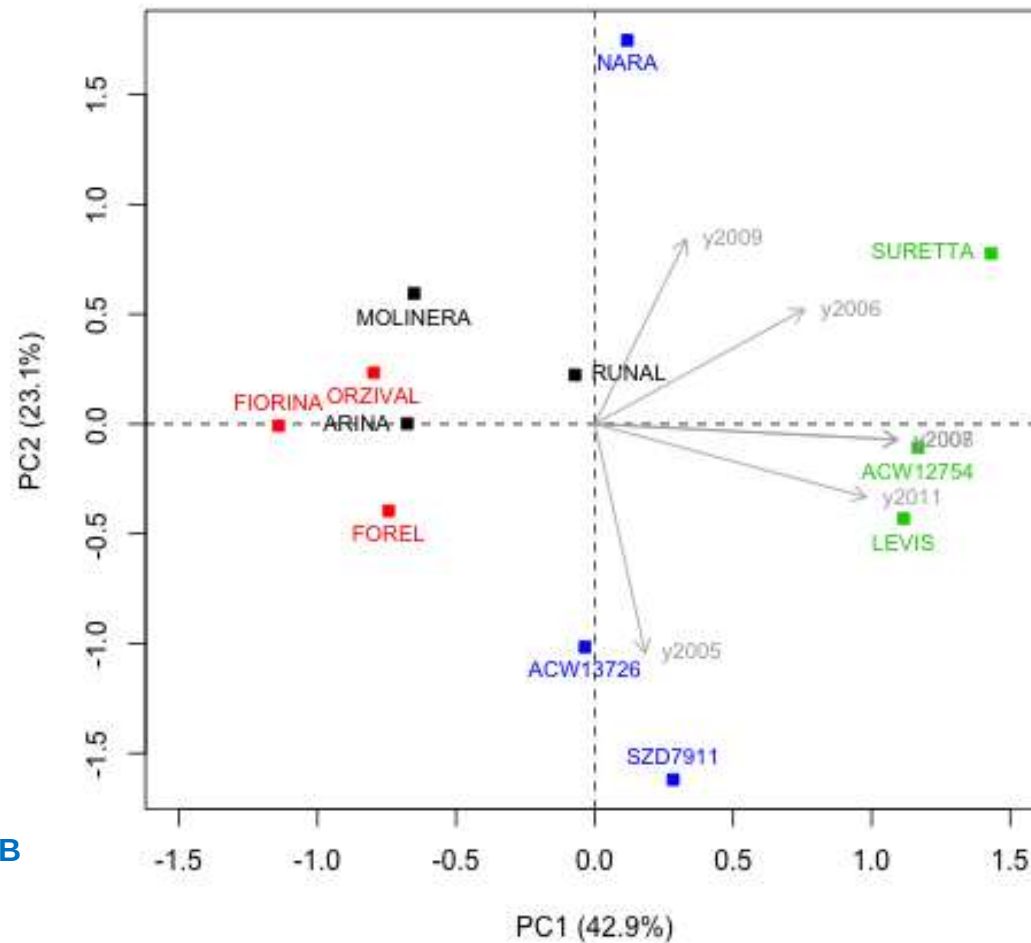
# GxE Interaktionen (Blattdürre)



Stabil BD / stabil SB  
Instabil BD / stabil SB  
Stabil BD / instabil SB  
Instabil BD / instabil SB



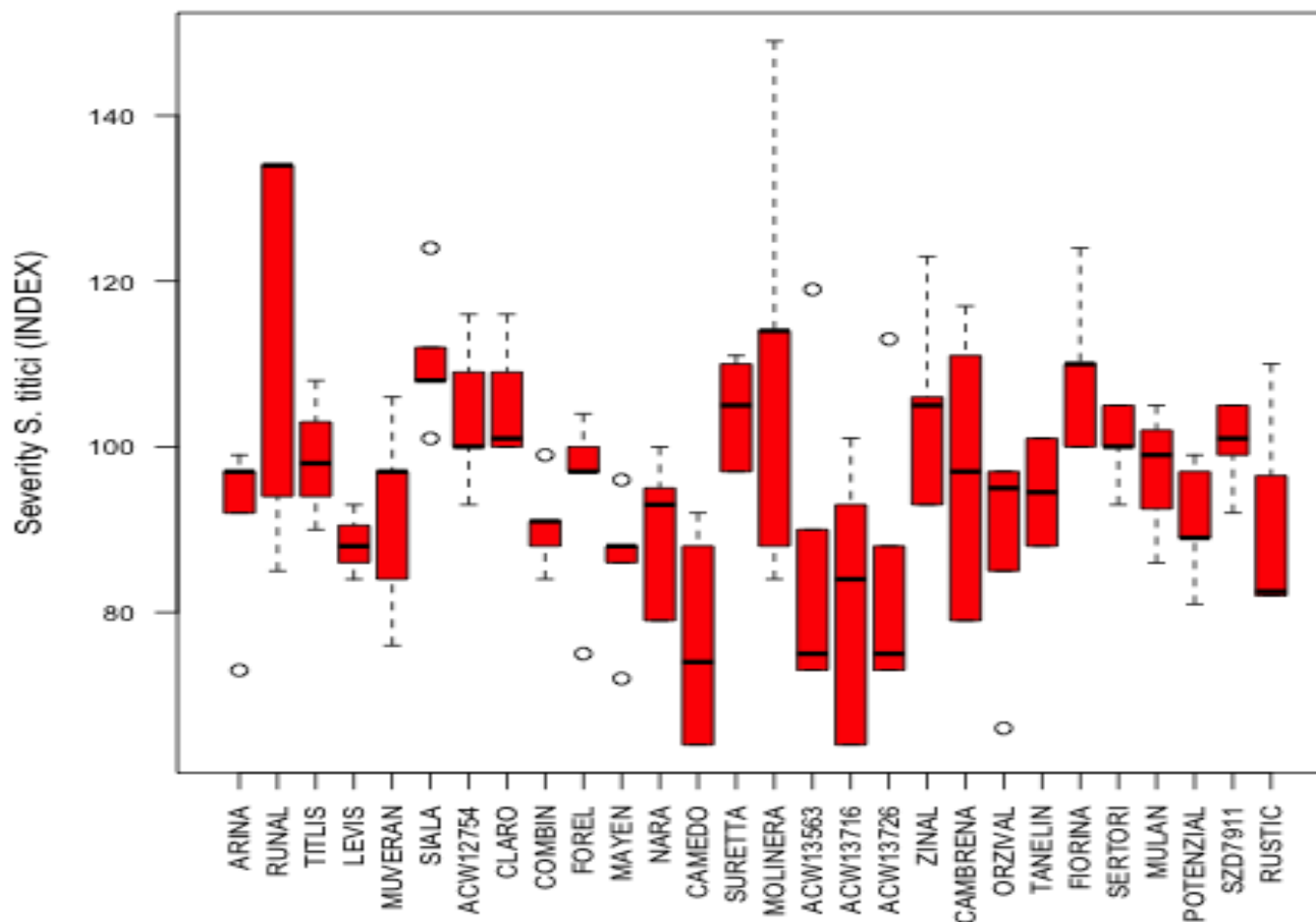
# GxE Interaktionen (Spelzenbräune)



Stabil BD / stabil SB  
Instabil BD / stabil SB  
Stabil BD / instabil SB  
Instabil BD / instabil SB



## Stärke Z. tritici Blattinfektion (2005-2011)







# Fazit

- Die Stärke des Befalls hängt von der Fröhreife ab.
- Allerdings hängt die Resistenz nicht unbedingt mit der Fröhreife zusammen.
- Versuche über 6– 7 Jahre zeigen die grossen Unterschiede der Stabilität der Resistenz auf.
- Klarer Einfluss der Genotyp - Umwelt Interaktionen auf die Resistenz. Wer reagiert auf die Umwelteinflüsse? Die Pflanze oder der Erreger?
- Es braucht Resistenztests in wenigstens 4 Umwelten um eine Sorte / einen Stamm als stabil oder instabil einordnen zu können.

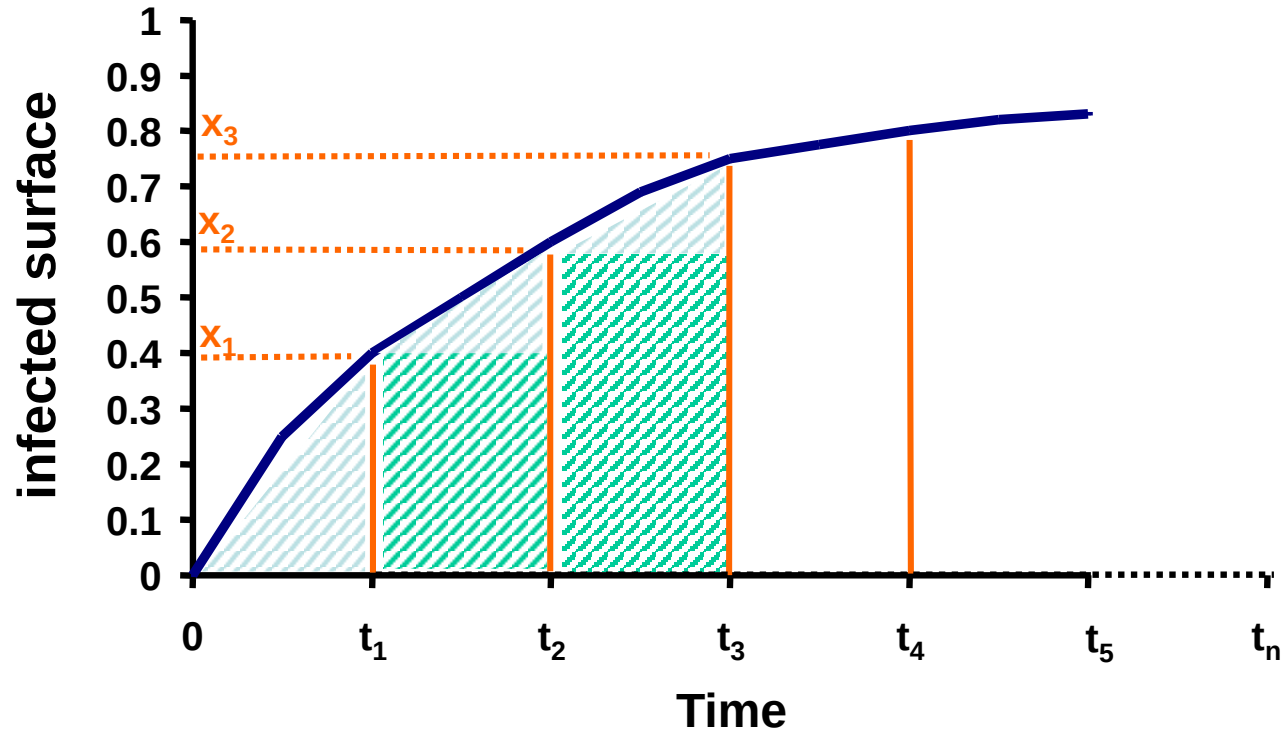
Bonne année 2018



PathoAMC



# Progression théorique d'une épidémie et calcul de l'AUDPC



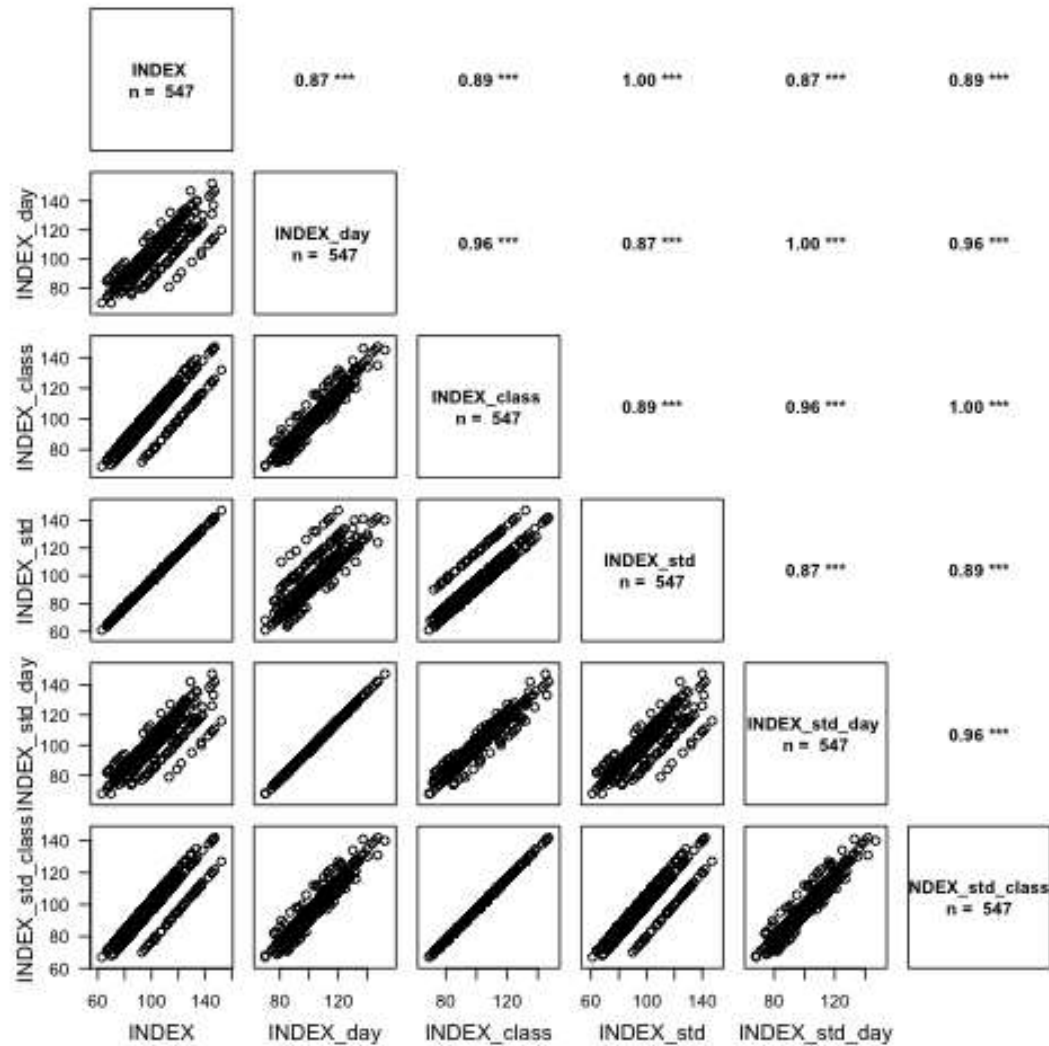
AUDPC= surface sous la courbe de progression

$$\text{AUDPC} = (t_1 * x_1)/2 + ((t_2 - t_1) * (x_1 + x_2)/2) + \dots$$





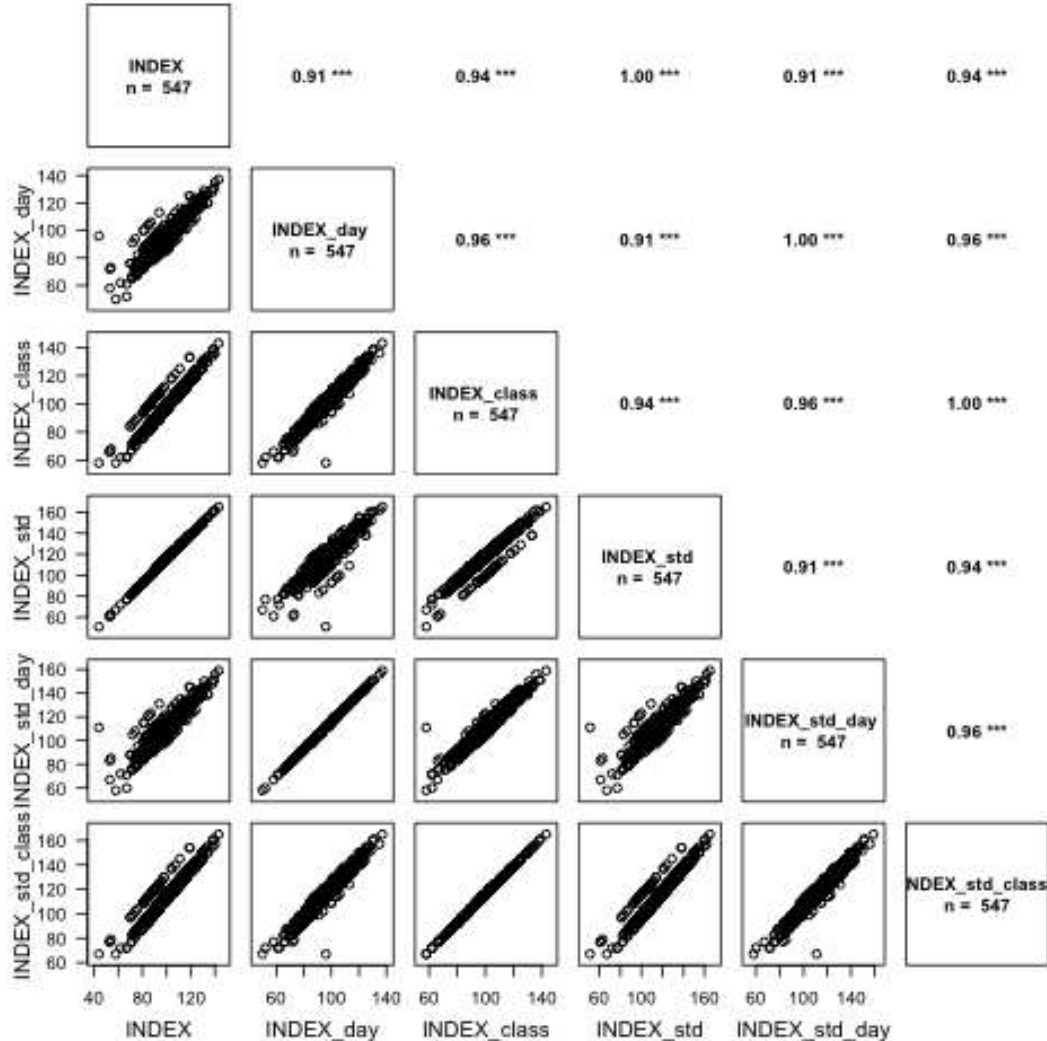
# Leaf blotch



- High correlation between original INDEX and corrected INDICES
- No difference between INDICES based on total average and average of standards



# Glume blotch



- High correlation between original INDEX and corrected INDICES
- No difference between INDICES based on total average and average of standards



# Effect of the corrections

|                        | Leaf blotch<br>heading | Ear blotch<br>heading |
|------------------------|------------------------|-----------------------|
| <b>INDEX</b>           | -0.42 ***              | 0.32***               |
| <b>INDEX_day</b>       | -0.00                  | 0.00                  |
| <b>INDEX_class</b>     | -0.05                  | 0.04                  |
| <b>INDEX_std</b>       | -0.42 ***              | 0.32***               |
| <b>INDEX_std_day</b>   | -0.00                  | 0.00                  |
| <b>INDEX_std_class</b> | -0.05                  | 0.04                  |

- Correction efficiently removes the influence of heading in both diseases.
- Correction by day is more efficient.