

# Aspectos fisiológicos del rendimiento de semillas

Gramíneas y leguminosas

Ing. Agr. Carlos Rossi

INIA – La Estanzuela

[crossi@inia.org.uy](mailto:crossi@inia.org.uy)

# Desarrollo de la industria semillerista

- Nuevos cultivares
- Normas legales y esquema de certificación.
- Empresas semilleristas
- Tecnología de producción de semilla
  - Campo, laboratorio y procesamiento
- Concepto de calidad de semilla
- Productor especializado en semillas

# Semilla

Principal sistema de acceso a la genética de los cultivares mejorados

# Cultivar

Es una sub-división de la especie (ej. Festuca, Alfalfa), debiendo ser distinto, uniforme y estable.

“ Previously to 1940, forage seed crops were produced as a by-product of forage production ”

Thomas Chastain, OSU

**Materia Orgánica = \$ en banco**



# Semilleros de forrajeras vs.

**SOJA**

**TRIGO**

- Balance de la M. O.
- Consumo de nutrientes
- Consumo de agroquímicos
- Erosión
- Consumo energético

**Sustentabilidad**

# Semilleros de forrajeras +

**SOJA**

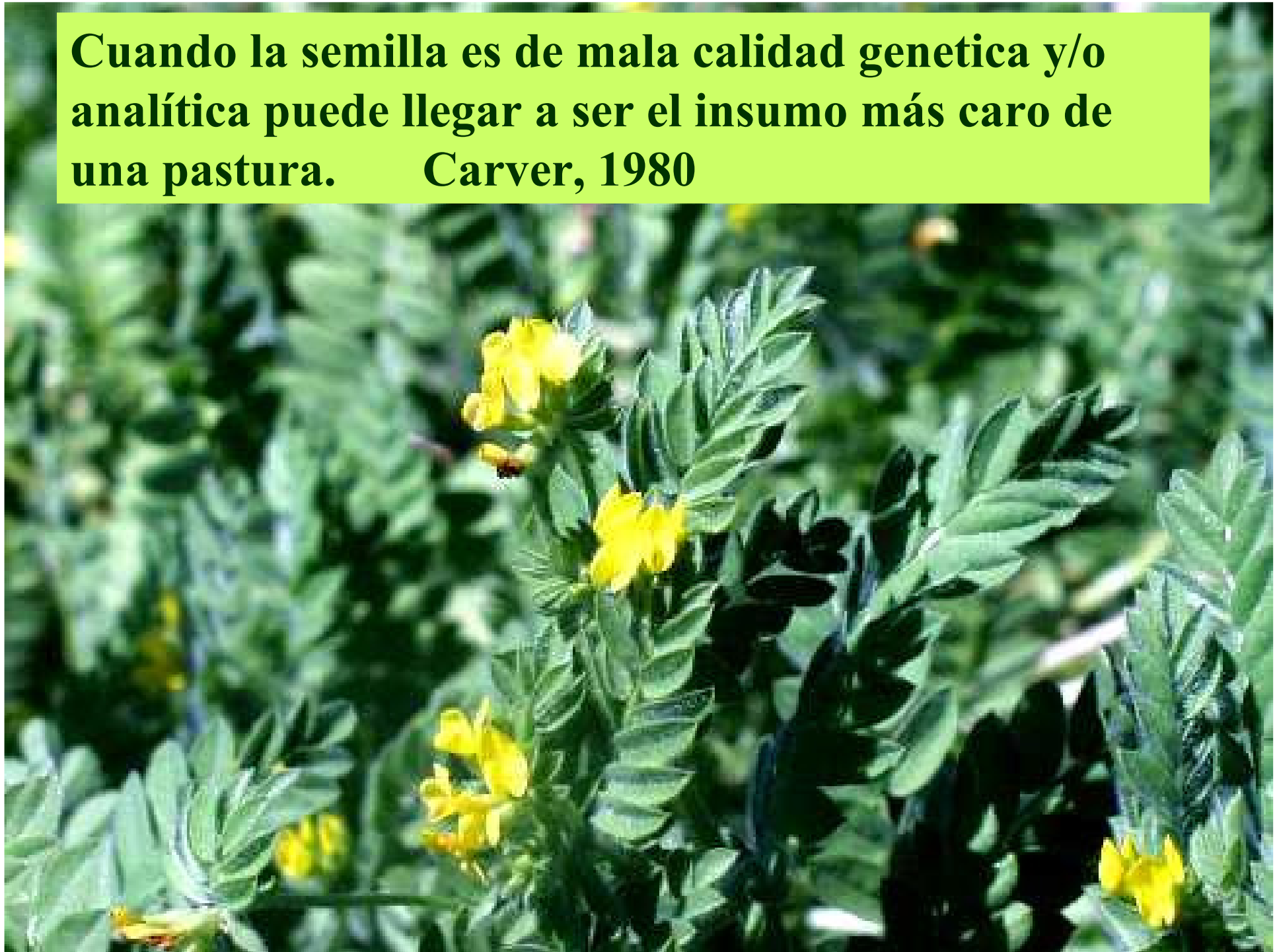
**TRIGO**

**GANANCIA = > Rend x \$ semilla –  
costo tratamientos**

- Laboreos
- Herbicida
- Insecticida
- Fungicida
- Fertilizante
- Riego
- Pastoreo

**GANANCIA = < Rend x \$ semilla +  
ganancia del pastoreo y < laboreos**

**Cuando la semilla es de mala calidad genética y/o analítica puede llegar a ser el insumo más caro de una pastura. Carver, 1980**



# **Aspectos fisiológicos del rendimiento de semillas**

**Gramíneas y leguminosas**

# Componentes de rendimiento

## Gramíneas

- Tallos fértiles / m<sup>2</sup>
- Espiguillas / tallos fértiles
- Flores / espiguillas

} Establecimiento  
del Potencial

- Semillas / flores (% de fertilidad)
- Peso de 1000 semillas

} Uso del Potencial

- Rendimiento de cosecha
- Rendimiento limpio

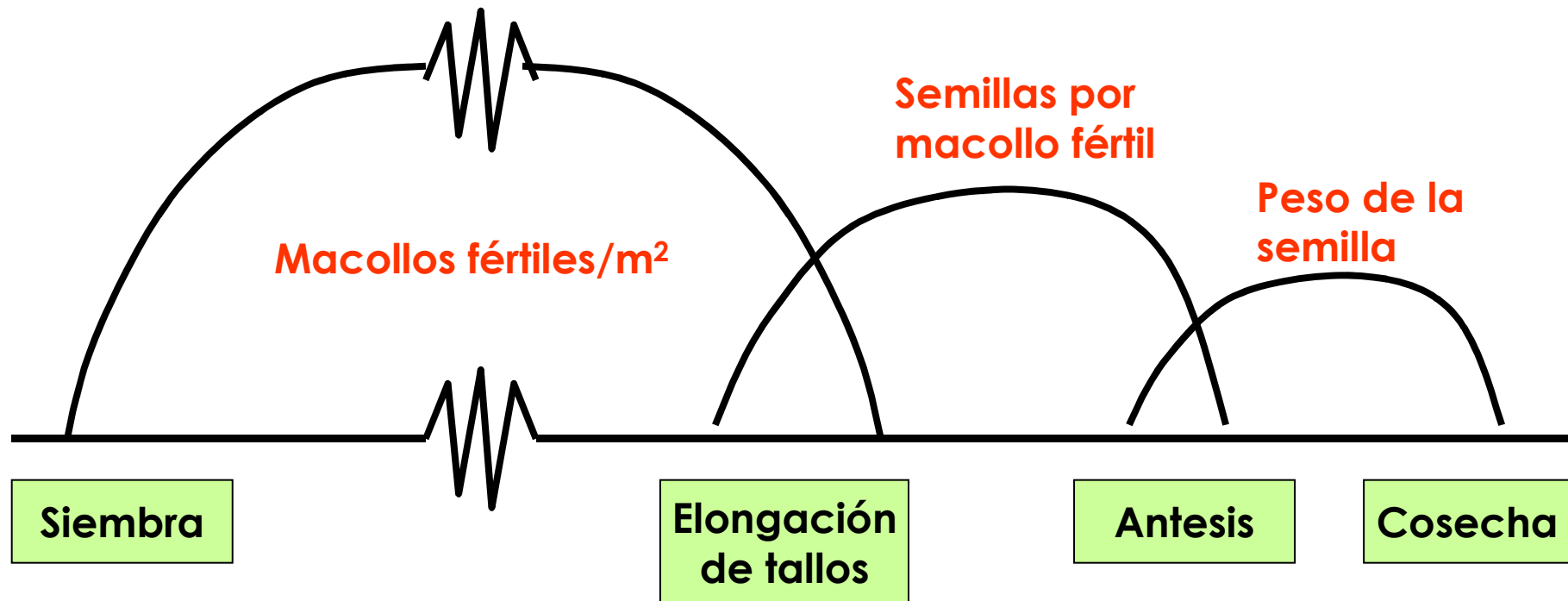
} Concreción del  
Potencial

- 
- **Tallos fértiles / m<sup>2</sup>**
  - **Espiguillas / tallos fértiles**
  - **Flores / espiguillas**

# Componentes de rendimiento (G)

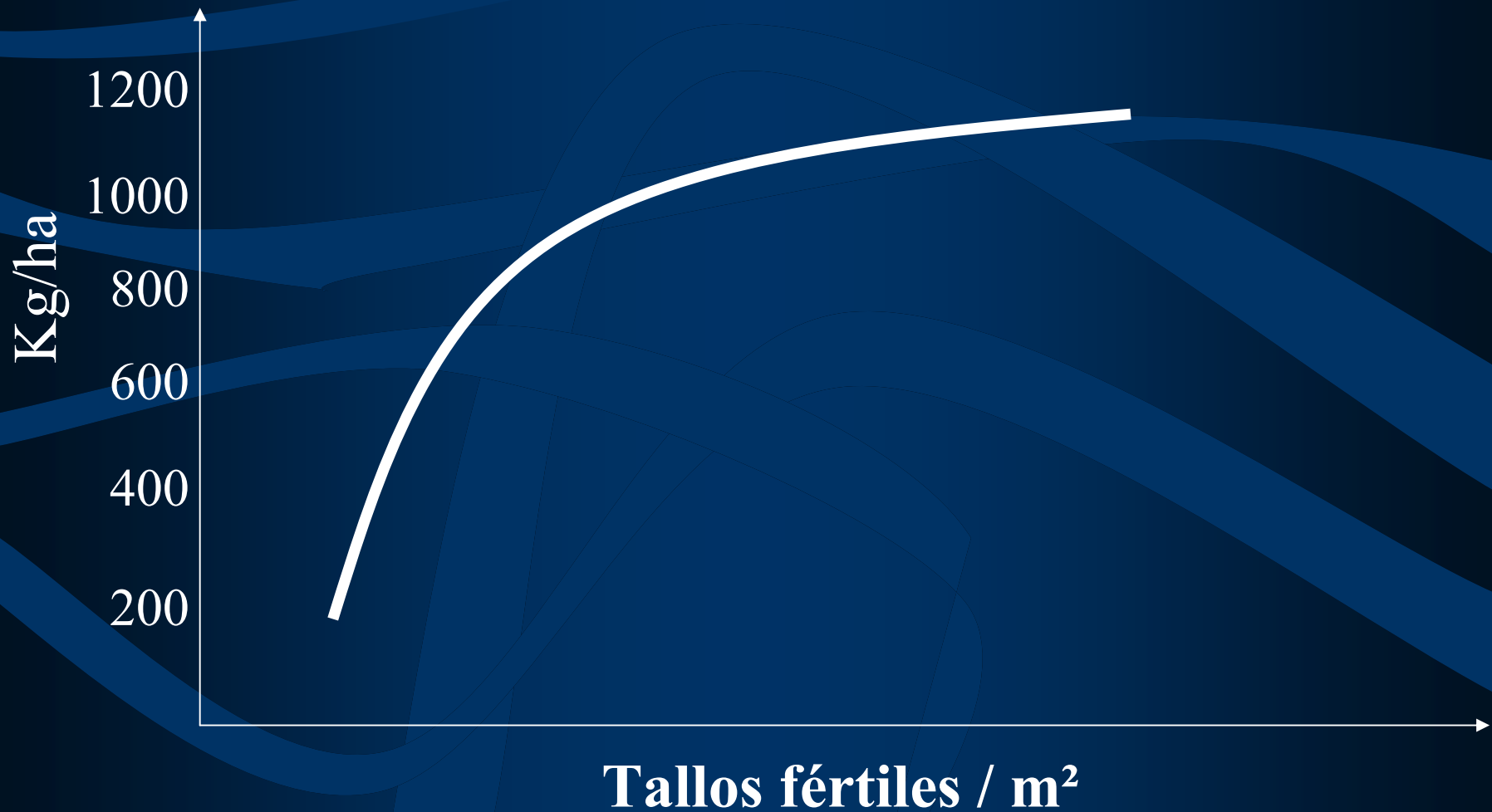
|                             | <i>Festuca<br/>arundinacea</i> | <i>Lolium<br/>multiflorum</i> |
|-----------------------------|--------------------------------|-------------------------------|
| Tallos rep. /m <sup>2</sup> | 374                            | 904                           |
| Espig / tallos rep.         | 67.4                           | 29                            |
| Flores / espiguillas        | 6.46                           | 36                            |
| Rend. Pot. (kg/ha)          | 3273                           | 28407                         |
|                             |                                |                               |
| Peso 1000                   | 2.01                           | 3.01                          |
| Rend cosech                 | 1323                           | 2549                          |
| % del poten.                | 40.4                           | 9                             |

# Evolución de los componentes de rendimiento en gramíneas.



Nordestgaard y Andersen (1991)

# Tallos fértiles y rendimiento de semilla - Festuca (Hare, 1992)



# Tallos fértiles

- Plantas x m<sup>2</sup>
  - Siembra
  - % Implantación
- Macollos x m<sup>2</sup>
  - Fecha de siembra
  - Fertilización (N)
  - Defoliación
- Tallos fértiles x m<sup>2</sup>
  - Inducción floral
  - Fertilización (N)
  - Malezas
  - Defoliación
  - Agua
  - Edad del tallo

# Plantas x m<sup>2</sup> - Siembra

- Bajas densidades favorecen desarrollo reproductivo
- Siembra en hileras + anchas que pasturas
  - \* Mejor acceso a luz y t<sup>o</sup>
  - \* Menor vuelco
  - \* Fácil acceso de herbicidas al suelo
  - \* Reduce enfermedades

# EFECTOS DEL TAMAÑO DE LA SEMILLA Y LA PROFUNDIDAD DE SIEMBRA SOBRE LOS PORCENTAJES DE IMPLANTACIÓN A LOS 68 DÍAS POS SIEMBRA, EN FESTUCA.

|       | Profundidad de siembra |    |    |        |       |
|-------|------------------------|----|----|--------|-------|
| PMS   | 9                      | 18 | 27 | Cobert | Media |
| 1.87  | 41                     | 31 | 2  | 8      | 20    |
| 2.21  | 64                     | 58 | 28 | 21     | 43    |
| 2.58  | 66                     | 62 | 33 | 20     | 45    |
| Media | 57                     | 50 | 21 | 16     |       |

# Macollos x m<sup>2</sup>

- Época de siembra: Tempranas ++ (1<sup>o</sup> año y anuales)
- Nitrógeno: Temprano ++
- Defoliación perennes (2<sup>o</sup> año): Fin de verano  
– Otoño (++)

# Tallos fértiles - Inducción

- Fase juvenil (?)
- Inducción primaria:
  - Bajas temp. (0 – 10 °C por yemas apicales de los macollos)
  - DC (hojas)
- Inducción secundaria: Fotoperiodo (DL)

# Vernalización en Festuca (ambiente controlado)

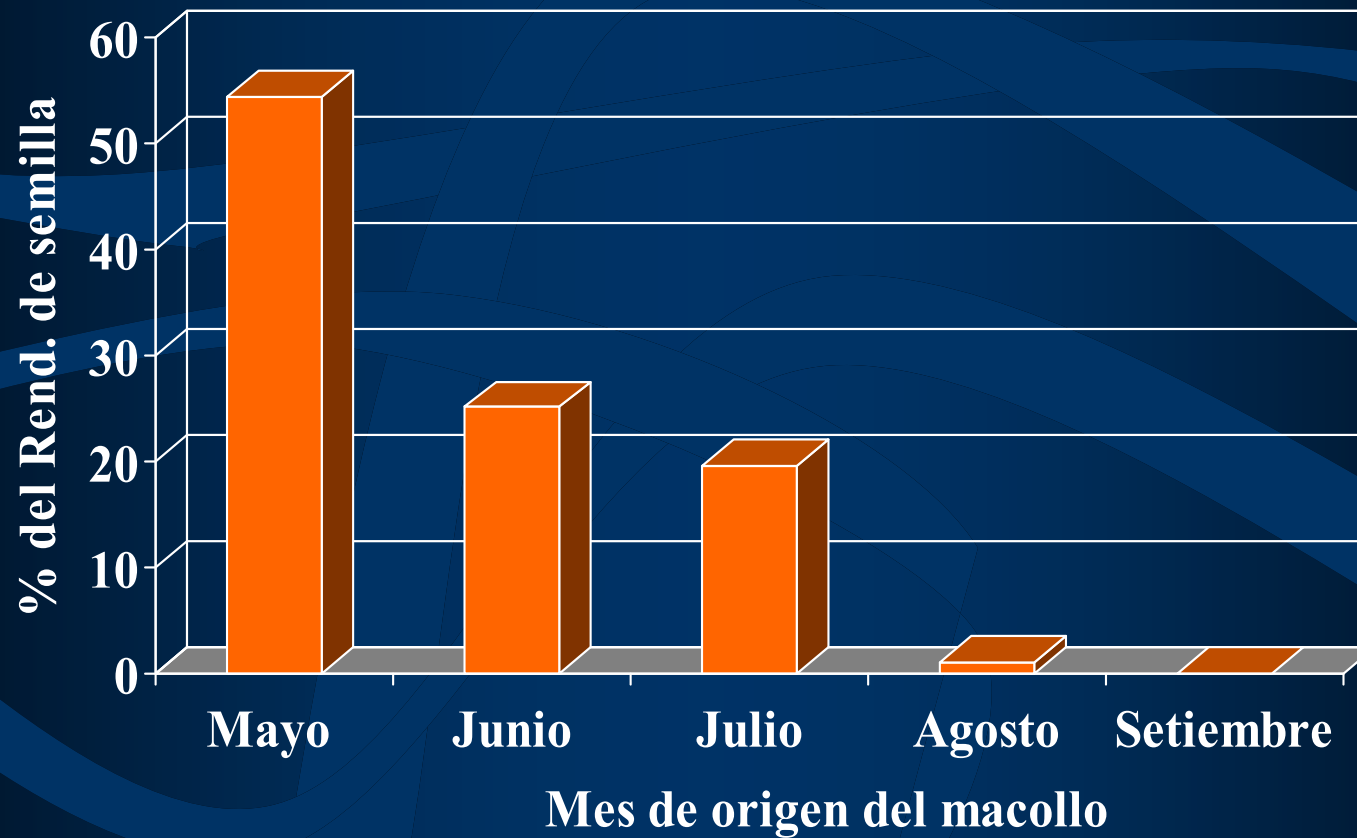
| Días | % plantas con tallos repr. | Nº tallos repr./pl | Espig/tallos repr. | Flores/esp |
|------|----------------------------|--------------------|--------------------|------------|
| 0    | 0                          | 0                  | 0                  | 0          |
| 20   | 17                         | 8                  | 86                 | 5.8        |
| 40   | 83                         | 8                  | 91                 | 5.2        |
| 60   | 100                        | 14                 | 73                 | 5.4        |
| 80   | 100                        | 18                 | 60                 | 6.4        |

Hare, 1994

# Tallos fértiles - Defoliación

- Pastoreo de otoño: positivo
- Pastoreo de invierno: positivo a indiferente
- Pastoreo de primavera: negativo

# Edad del macollo y rendimiento en *F. arundinacea* (Elizondo, 1969)



# Espiguillas x tallos fértiles

Baja correlación con rendimiento de semilla  
Compensación

## FACTORES:

- Edad del macollo
- Fertilización nitrogenada
- Sanidad, malezas, plagas
- Cierre del pastoreo.
- Epoca de siembra (anuales)

# Flores x espiguillas

No correlaciona marcadamente con rendimiento de semillas.

## FACTORES:

- Edad y número de macollos
- Posición en panoja o espiga
- Fertilización nitrogenada
- Temp.:  $a > t^{\circ}$  (15 – 25 °C),  $< N^{\circ}$  de flores/esp. en Festuca (Bean, 1971)
- Cierre del pastoreo
- Epoca de siembra (anuales)

## Epoca de origen de macollo y N° de espig./espiga y flores/esp. Raigras

|                     | Marzo a Agosto | Setiembre | Octubre | Noviembre |
|---------------------|----------------|-----------|---------|-----------|
| Espiguilla / espiga | 30.1           | 24.1      | 21.2    | 17.7      |
| Flores / espiguilla | 7.6            | 6.4       | 5.1     | 4.3       |

# Componentes de rendimiento

## Gramíneas

- Tallos fértiles / m<sup>2</sup>
  - Espiguillas / tallos fértiles
  - Flores / espiguillas
- } Establecimiento del Potencial
- Semillas / flores (% de fertilidad)
  - Peso de 1000 semillas
- } Uso del Potencial
- Rendimiento de cosecha
  - Rendimiento limpio
- } Concreción del Potencial

# Semillas x flores (% de fertilidad)

Muy importante en el rendimiento de semilla.

## FACTORES:

- T°, sequía, exceso de precipitaciones, vuelco (fertilización)
- T°, luz, sequía, sanidad, N (abortos durante desarrollo)
- Epoca de aparición de la inflorescencia
- Cierre del pastoreo
- Precipitaciones y HR (Fusarium)

# Efecto de una aplicación de fungicida sobre componentes de rendimiento de Festuca.

|                 | <b>% Rend. Testigo</b> | <b>Tallos fértiles</b> | <b>Peso de 1000</b> | <b>Flores por tallo</b> | <b>% fertilidad</b> |
|-----------------|------------------------|------------------------|---------------------|-------------------------|---------------------|
| <b>Control</b>  | <b>100</b>             | <b>399</b>             | <b>2.72</b>         | <b>488</b>              | <b>18.3</b>         |
| <b>Panojado</b> | <b>207</b>             | <b>390</b>             | <b>2.92</b>         | <b>465</b>              | <b>37.9</b>         |
| <b>Antesis</b>  | <b>157</b>             | <b>385</b>             | <b>2.87</b>         | <b>463</b>              | <b>29.6</b>         |

Hare, 1992

# Peso de 1000 semillas

Normalmente interacciona negativamente con los otros componentes del rendimiento.

## FACTORES:

- Nitrógeno tardío (+)
- Enfermedades y plagas (-)
- Vuelco (-)
- Temp. (> a temp. bajas)
- Luz (+)
- Disponibilidad de agua (+)
- Cierre del pastoreo
- Epoca de siembra (anuales)

# Efecto de época y dosis de N en el peso de 1000 sem. de *F. arundinacea*

| Control | Otoño |       | Fines de invierno |       |
|---------|-------|-------|-------------------|-------|
|         | 80    | 160   | 80                | 160   |
| 2.013   | 2.017 | 2.138 | 2.221             | 2.389 |

Elizondo, 1969

# Componentes de rendimiento

## Gramíneas

- Tallos fértiles / m<sup>2</sup>
- Espiguillas / tallos fértiles
- Flores / espiguillas

} Establecimiento  
del Potencial

- Semillas / flores (% de fertilidad)
- Peso de 1000 semillas

} Uso del Potencial

- Rendimiento de cosecha
- Rendimiento limpio

} Concreción del  
Potencial

# Rendimiento de cosecha

## FACTORES

- Desgrane:
  - Durante maduración
  - En el momento de corte o cosecha
  - Ambientales (viento, granizo)
- Cosecha: regulación de maquinarias.

# Definición del momento de hilerado

- 1) Visual: color de la semilla y tallos
- 2) Textura del endosperma: masa
- 3) Desgrane: Respuesta al golpe
- 4) Días post-antesis: Difícil de definir.
- 5) Humedad de la semilla: Recomendado. Las semillas de gramíneas pueden ser cortadas con valores en el entorno al 40 % de humedad sin afectar su calidad.

# Rendimiento de semilla limpia

## FACTORES

- Calidad del producto cosechado: malezas, inertes, peso de 1000, etc.
- Sala de maquinación: adecuada para cada material y asesorada por laboratorio.

**La semilla de calidad se obtiene en el campo y no en la sala de máquinas.**



# Componentes de rendimiento

## Leguminosas

- Inflorescencias / m<sup>2</sup>
- N° Flores / Inflorescencias

} Establecimiento  
del Potencial

- N° vainas / Flores (% de envainamiento)
- N° Semillas / Vainas (% de cuajado)
- Peso de 1000 semillas

} Uso del  
Potencial

- Rendimiento de cosecha
- Rendimiento limpio

} Concreción del  
Potencial



- Inflorescencias / m<sup>2</sup>
- Flores / inflorescencias



- Vainas / flores
- Semillas/vainas

# Componentes de rendimiento (L)

|                       | <i>Medicago sativa</i> | <i>Trifolium repens</i> | <i>Trifolium pratense</i> | <i>Lotus corniculatus</i> |
|-----------------------|------------------------|-------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Inflor/m <sup>2</sup> | 3750                   | 600                     | 750                       | 400                       |
| Flor/infl.            | 16                     | 100                     | 110                       | 6                         |
| Ovulos/flor           | 10                     | 6                       | 2                         | 40                        |
| Peso 1000             | 2.0                    | 0.5                     | 1.6                       | 1.2                       |
| Rend. Pot.            | 12000                  | 1800                    | 2600                      | 1200                      |
| % cuajado             | 8                      | 50                      | 25                        | 40                        |
| Rend cosech           | 500                    | 400                     | 600                       | 200                       |
| % del poten.          | 4                      | 22                      | 23                        | 17                        |

Lorenzetti, 1993

# Efecto del genotipo en el rendimiento de semilla

|                                | T. Blanco A | T. Blanco B |
|--------------------------------|-------------|-------------|
| Inflorescencias/m <sup>2</sup> | 454         | 856         |
| Flores/Inflor.                 | 59          | 80          |
| Semillas/flores                | 2.3         | 2.0         |
| Peso de 1000 sem.              | 0.54        | 0.62        |
| Rend. Semillas                 | 464         | 850         |

Maldonado, 1985

# Inflorescencias / m<sup>2</sup>

- Densidades bajas y en hilera: Alfalfa, T rojo
  - Plantas más erectas, favorecen polinización.
  - Reduce vuelco
  - Mejora la penetración de los agroquímicos
  - Mejoran las reservas de carbohidratos en las raíces.
- Densidades normales y voleo: T blanco
- Número y momentos de cortes o pastoreos
- Momento de riego
- Control de plagas (sanidad e insectos)

# Flores / Inflorescencias

No se correlaciona consistentemente con  
rendimiento de semillas

## FACTORES:

- Temperaturas medias (+)
- Stress de sequía (-)
- Exceso de agua (-)

# Componentes de rendimiento Leguminosas

- Inflorescencias / m<sup>2</sup>
  - N° Flores / Inflorescencias
- } Establecimiento del Potencial
- N° vainas / Flores (% de envainamiento)
  - N° Semillas / Vainas (% de cuajado)
  - Peso de 1000 semillas
- } Uso del Potencial

# Vainas / flores (% envainamiento)

- Polinización:
  - Insectos (número y actividad)
  - Ambientales (temp. cálidas, vientos suaves, ausencia de lluvias)
- Deficiencia de asimilatos (plantas vigorosas)
- Insectos, sanidad
- Ambientales (sequías, temp.)

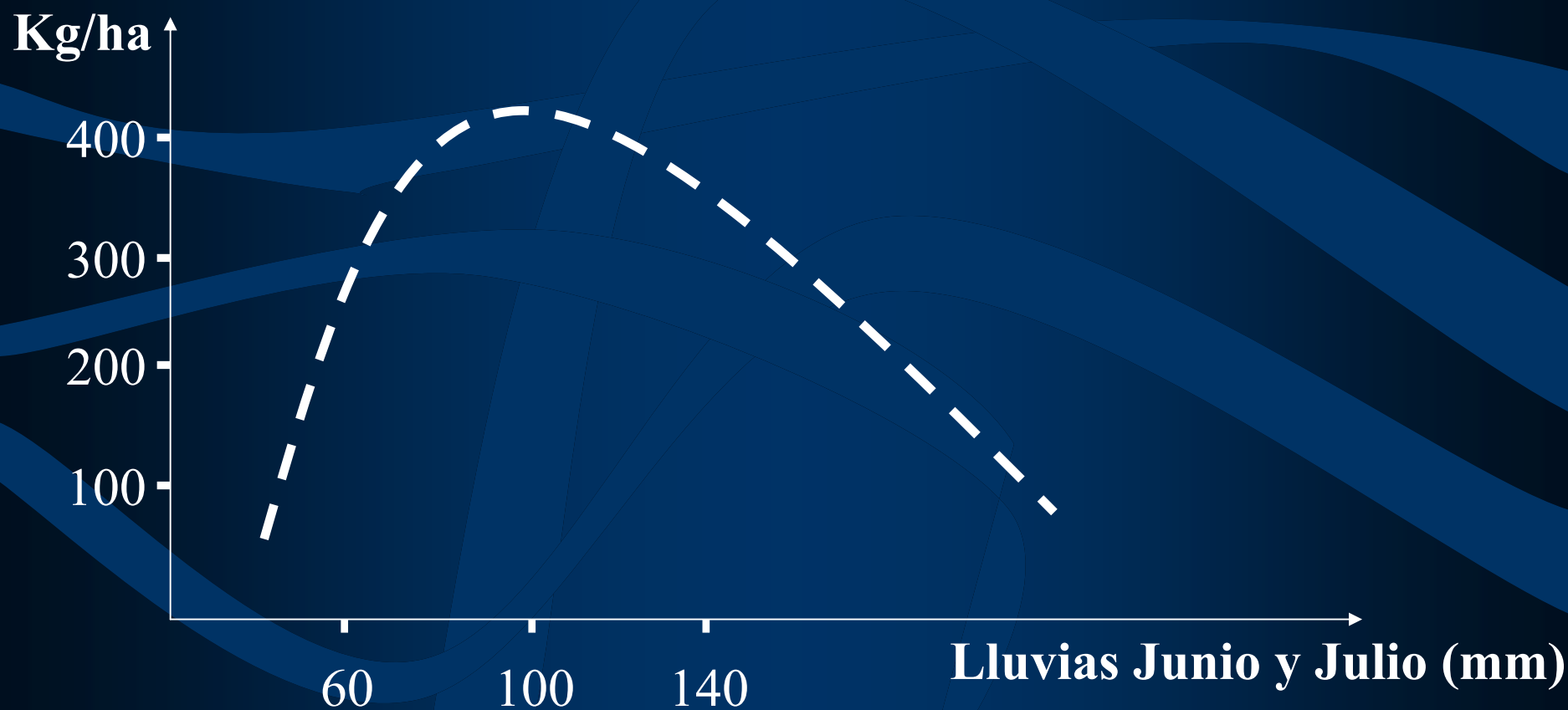
# Semillas / Vainas (% cuajado)

Muy importante en la definición del rendimiento

- Aborto de semillas (temp., nutrición)
- Esterilidad de óvulos (temp. muy altas, nutrición, consanguinidad, excesos de lluvias)
- Indicador de actividad polinizadora
- Insectos

# Efecto de las lluvias durante antesis y cosecha sobre el rendimiento de semilla de Alfalfa.

Hacquet, 1989



# Peso de 1000 Semillas

Nomalmente relacionado negativamente con rendimiento de semilla.

## FACTORES

- N° de semillas (-)
- Temperatura durante llenado (-)
- Stress por sequía (-)
- Reducción de fotosíntesis (plagas, luz) (-)

# Componentes de rendimiento

## Leguminosas

- Inflorescencias / m<sup>2</sup>
- N° Flores / Inflorescencias

} Establecimiento  
del Potencial

- N° vainas / Flores (% de envainamiento)
- N° Semillas / Vainas (% de cuajado)
- Peso de 1000 semillas

} Uso del  
Potencial

- Rendimiento de cosecha
- Rendimiento limpio

} Concreción del  
Potencial

# Rendimiento de cosecha

## FACTORES


- Pérdidas de semilla en el campo:
  - momento de corte o cosecha (estallido de vaina, caída de cabezuelas)
  - Pre-germinado
- Método de cosecha: hilerado, desecado, directo
- Cosecha: regulación de maquinarias.
- Acondicionamiento post-cosecha: Secado

# Rendimiento de semilla limpia

## FACTORES

- Calidad del producto cosechado: malezas, inertes, peso de 1000, etc.
- Sala de maquinación: Equipo adecuado para cada material y asesoramiento de laboratorio.

**La semilla de calidad se obtiene en el campo y no en la sala de máquinas.**



**Los países pueden vivir de lo suyo en todas las formas posibles, pero en ninguna de ellas es más aconsejable hacerlo, como lo es, con respecto a las semillas de sus propias variedades forrajeras.**

**Griffiths, 1965**