



# ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y DE LA AGRICULTURA

CARRERA DE BIOTECNOLOGÍA

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR, PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERA BIOTECNOLOGA

## Evaluación del poder germinativo de semilla de Ryegrass (*Lolium perenne*) por medio de rangos de conductividad eléctrica utilizando el equipo SAD 9000-S

**Autor:** Carolina Sofía Soria Saltos

**Director:** Segovia Salcedo, María Claudia PhD.

**Codirector:** Ing. Diego Arias

Sangolquí, 15 de marzo 2024

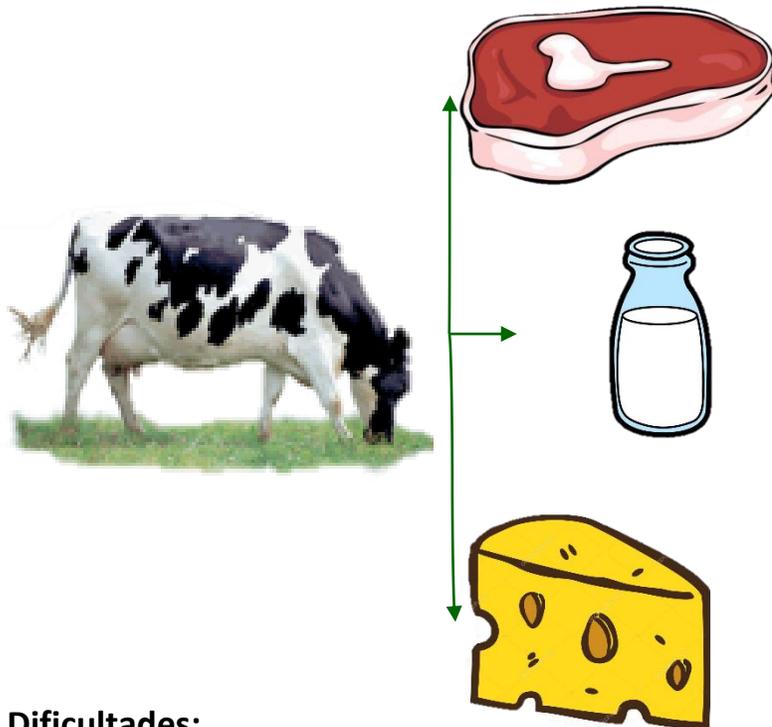


- 1 **Introducción**
- 2 **Objetivos**
- 3 **Materiales y métodos**
- 4 **Resultados y discusión**
- 5 **Conclusiones**
- 6 **Recomendaciones**
- 7 **Agradecimientos**

# 1 INTRODUCCIÓN

## Ganadería

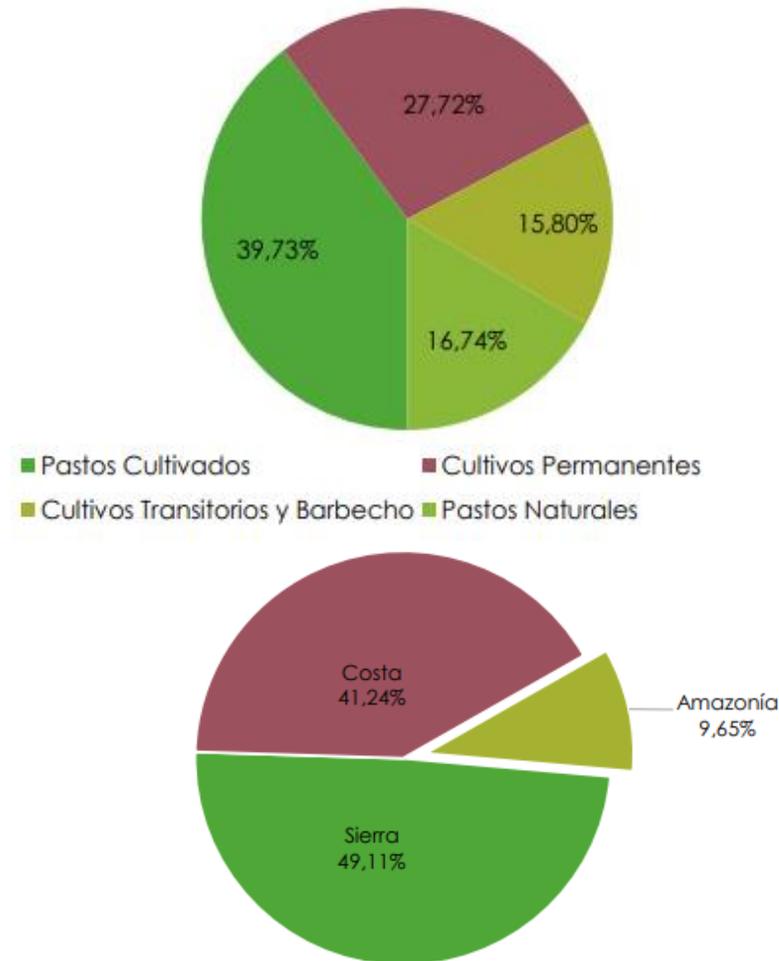
Producto Interno Bruto (PIB)



### Dificultades:

- Semillas de baja calidad
- Producción ineficiente de pastos
- Afectan la salud de los animales

## Superficie con labor agropecuaria en Ecuador



Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (2020)

## Problemas

### Falta de semillas forrajeras

- importaciones masivas: pérdida de divisas, no tienen un período adecuado de adaptación a las condiciones agroecológicas del país

### Semillas de baja calidad

- Producción ineficiente de semillas
- Sistemas de distribución y garantía de calidad deficientes
- Falta de políticas y regulaciones adecuadas

## Generalidades del Ryegrass

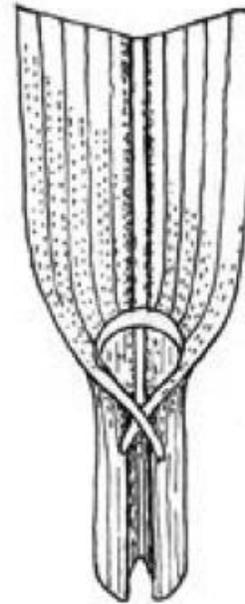
<b>Familia</b>	Poaceae
<b>Género</b>	<i>Lolium</i>
<b>Especie</b>	<i>Lolium perenne</i>

## Valor nutricional

<b>Proteína cruda</b>	15-18%
<b>Digestibilidad</b>	70-80%
<b>Energía metabolizante</b>	2.96 Mcal

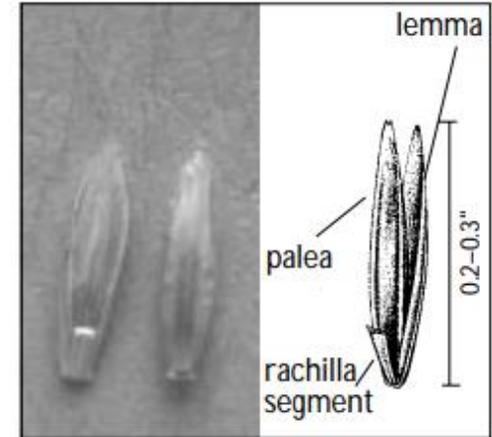
## Características

- Crecimiento erecto e inflorescencia en espiga solitaria.
- Rápida germinación



Team, F. E. N. (2011)

## Semilla



Hannaway et al. (1999)

Se encuentran entre dos brácteas, lema o glumilla inferior y palea o glumilla superior

La evaluación de las semillas es clave para promover prácticas agrícolas sostenibles

## Evaluación de semillas de calidad

### Objetivo

- Seleccionar variedades de pasto adaptadas a las condiciones climáticas
- Información: Selección de semillas, el manejo y la planificación de la producción



Las semillas de calidad se definen por su cumplimiento con estándares específicos

- Pureza
- Germinación
- Vigor
- Sanidad



### Asociación Internacional de Análisis de semillas (ISTA)

Publica un conjunto de reglas para el muestreo y las pruebas de semillas y promover la aplicación uniforme de estos procedimientos

### Ausencia de evaluación de calidad

Disminución en el rendimiento de este cultivo forrajero. Ello repercute negativamente en los niveles de producción de leche y carne

## Prueba de conductividad eléctrica

### Equipo Seed MiniLab SAD 9000-S



2

# OBJETIVOS

## Objetivo General



Evaluar el poder germinativo de semilla de Ryegrass (*Lolium perenne*) por medio de rangos de conductividad eléctrica utilizando el equipo SAD 9000-S.

## Objetivos Específicos



Determinar el porcentaje de poder germinativo en semillas de Ryegrass (*Lolium perenne*) mediante la metodología de referencia ISTA (2013).



Determinar el valor de la cota óptima para el equipo SAD 9000-S en semillas de Ryegrass (*Lolium perenne*).



Comparar el método tradicional (ISTA 2013) con el método del equipo SAD 9000-S para validar los rangos de conductividad eléctrica.

# 3 MATERIALES Y MÉTODOS

## Material vegetal



Semillas de Ryegrass

## Reactivos



Nitrato de potasio

Agua desionizada

## Materiales



Caja Petri



Papel filtro



Pinzas

## Equipos



Balanza



Homogeneizador de semillas



Equipo analizador automático SAD-9000

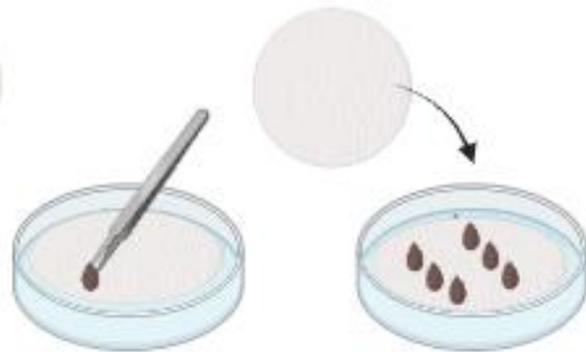
## Prueba de germinación estándar en Ryegrass



6g de muestra



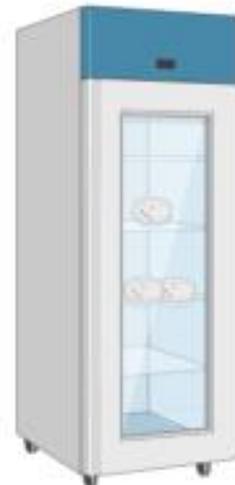
KNO3 1%



50 semillas / caja



6 días / 5°C



10 días / 25°C

### Variables de respuesta

Plántulas normales

Plántulas anormales

Semillas muertas

## Rangos de conductividad eléctrica (equipo SAD 9000-S)



6 días / 5°C



5 ml agua desionizada



1 semilla / pocillo



24 h de imbibición



## Variables de respuesta

Cota óptima o superior

Cota inferior

Conductividad  
eléctrica

## Análisis estadístico

### Tamaño muestral

20 lotes

200 semillas / lote

4000 semillas

### Software estadístico



### Estadística inferencial

Diseño experimental  
factorial (DEF)



IV repeticiones de 50  
semillas

Análisis funcional



Prueba de comparación  
múltiple de medias Duncan

Correlación



Correlación de Pearson ( $\rho$ )

Medidas de tendencia  
central (Moda)



Valor de cota óptima o  
superior

# 4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

## Metodología tradicional (ISTA 2013)

### Porcentaje de poder germinativo



Plántulas normales



Plántulas anormales

**Tabla 1.** Cuadrados medios para la variable poder germinativo: plántulas normales, plántulas anormales y semillas sin germinar de Ryegrass a 16 días después de la siembra.

FV	gl	Plántulas normales (%)	Plántulas anormales (%)	Semillas sin germinar (%)
Lote	19	280.10**	4.14	132.70**
Error Exp.	60	48.00	45.00	48.00
Promedio		96.37	1.46	2.16
CV %		2.75	69.55	84.23

Nota. <sup>ns</sup> no significativo, \*\* muy significativo.

(Ellis & Roberts, 1980), encontraron variabilidad en el poder germinativo entre diferentes lotes de semillas de Ryegrass

## Metodología tradicional (ISTA 2013)

**Tabla 2.** Análisis de varianza y comparación múltiples de Duncan para porcentaje de plántulas normales de Ryegrass.

Lote	Poder germinativo Método Tradicional (%)	
Lote 05	89.50	A
Lote 04	92.00	B
Lote 20	93.00	C
Lote 09	93.25	C
Lote 12	95.25	D
Lote 02	95.50	D
Lote 03	95.75	D E
Lote 16	96.00	D E
Lote 01	96.75	E F
Lote 07	97.25	F G H
Lote 14	97.50	F G H
Lote 15	97.50	F G H I
Lote 06	97.75	G H I
Lote 17	98.00	G H I
Lote 08	98.00	H I J
Lote 10	98.50	H I J
Lote 11	98.75	I J
Lote 13	98.75	I J
Lote 19	99.25	J
Lote 18	99.25	J

(Craviotto et al., 2015), las diferencias en P.G entre lotes pueden deberse a factores pre-cosecha como condiciones ambientales y de cultivo, así como a manejo pos-cosecha durante el procesamiento y conservación.

Selección de la fecha de siembra, la temperatura, la humedad y la condición física de la cámara de germinación

**Nota.** Medias con la misma letra no presenta diferencia significativa, medias con diferente letra existe diferencia significativa.



## Metodología Equipo SAD 9000-S (Analizador automático de semillas)

### Porcentaje de poder germinativo

La calibración con datos de pruebas de germinación estándar posibilita fijar umbrales óptimos según niveles de viabilidad en cada especie (Das & Saha, 2006).

**Tabla 3.** Análisis de varianza para poder germinativo de semillas de Ryegrass utilizando el equipo SAD 9000-S.

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Plántulas normales	80	0.95	0.94	0.79

	FV	gl	SC	CM	F	p-valor
Lote	19		670.20	35.27	62.25	<0.0001
Error Exp.	60		34.00	0.57		
Total	79		704.20			

Primer estudio que utiliza el equipo SAD 9000-S para evaluar la conductividad eléctrica en semillas de *Lolium perenne*, no es posible realizar una comparación directa con investigaciones previas en la misma especie

### Prueba de comparación de medias Duncan

Se detectaron diez rangos de significancia. El lote trece (L<sub>13</sub>) presenta el mayor poder germinativo promedio (98.75%), junto con otros 4 lotes. Los menores poderes germinativos se presentan en los lotes cinco (L<sub>5</sub>) y cuatro (L<sub>4</sub>), con 88.5% y 90% respectivamente

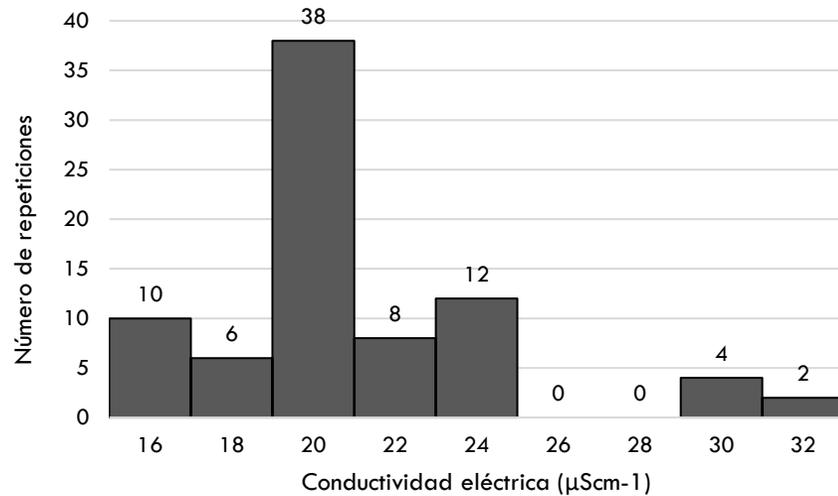
La calibración realizada entre los datos del método ISTA y los rangos obtenidos con el SAD 9000-S explica la alta similitud entre los resultados de P.G



## Metodología Equipo SAD 9000-S (Analizador automático de semillas)

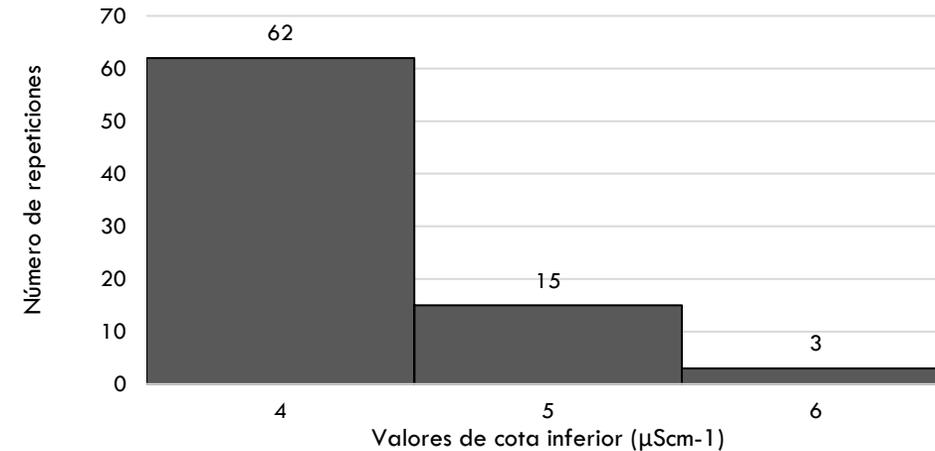
### Valor de cota superior e inferior

**Figura 1.** Valores de corte superior para la especie *Lolium perenne*



(ISTA, 2020) en pastos del género *Lolium*, valor óptimo 20  $\mu\text{Scm}^{-1}$  para separar lotes de alta y baja calidad.

**Figura 2.** Valores de corte inferior para la especie *Lolium perenne*

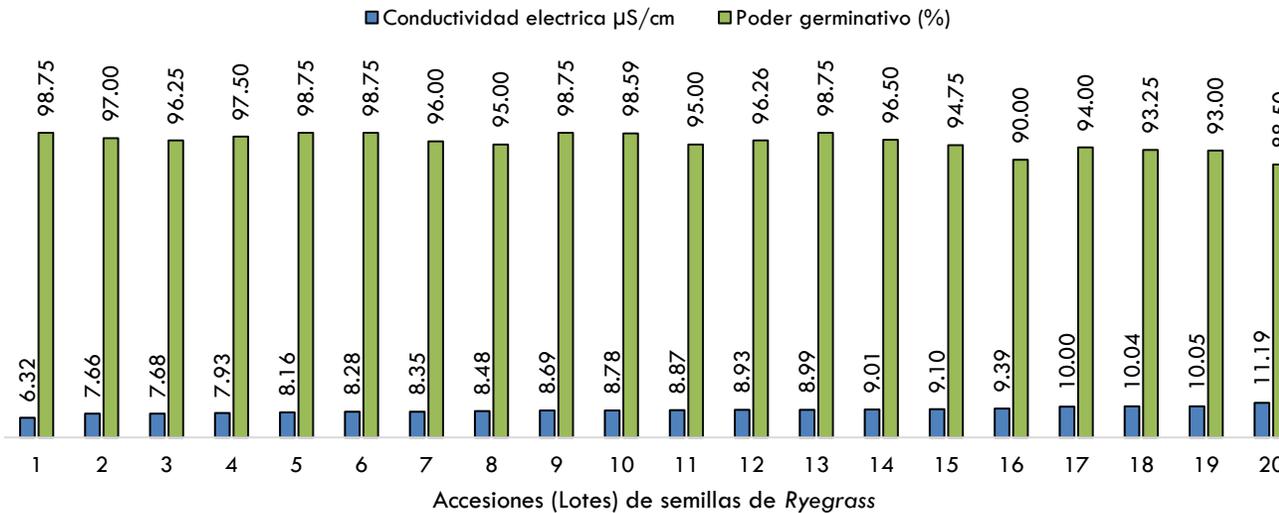


(Piccinin, 2011) el arroz (*Oryza sativa*), utilizando el mismo equipo se encontró una cota superior de 20  $\mu\text{Scm}^{-1}$  y una cota inferior de 5  $\mu\text{Scm}^{-1}$

## Metodología Equipo SAD 9000-S (Analizador automático de semillas)

### Conductividad eléctrica

**Figura 3.** Comparación de conductividad eléctrica vs poder germinativo de los lotes de semillas de Ryegrass



Fessel et al. (2010) relación directamente proporcional entre la disminución del poder germinativo y el aumento de la fuga de iones en el cultivo de maíz

Lotes con membranas más deterioradas liberan mayor contenido citoplasmático, lo que a su vez aumenta la conductividad eléctrica (Tajbakhsh, 2000).

Valdez (2018), correlación negativa entre la conductividad eléctrica y el porcentaje de germinación en semillas de tomate de árbol. Valores altos de conductividad se asociaron a menor vigor y viabilidad de las semillas.

## Correlación entre Poder germinativo del método Tradicional (ISTA, 2013) y Equipo SAD 9000-S

**Tabla 4.** Análisis de varianza del poder germinativo de semillas según método y lote

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Poder germinativo	160	0.9510	0.9351	0.75

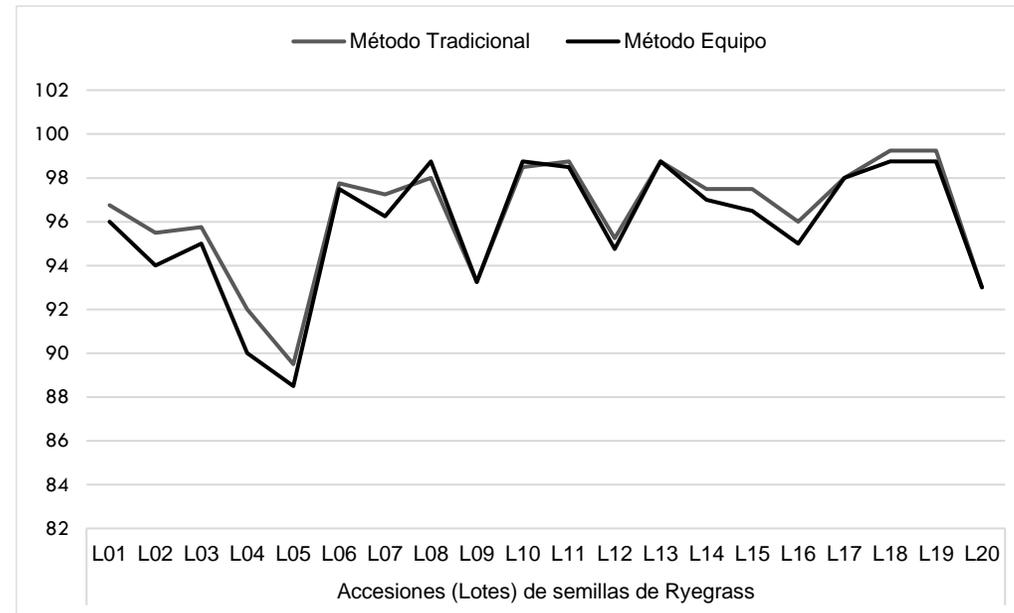
  

Fuente de variación	Grados de libertad	SC	CM	F	p-valor
Modelo	39	1213.48	31.11	59.74	<0.0001
Método	1	11.03	11.03	21.17	<0.0001
Lote	19	1187.23	62.48	119.97	<0.0001
Método*Lote	19	15.23	0.80	1.54	0.0843
Error	120	62.50	0.52		
Total	159	1275.98			

(Smith & Williams, 2022) no encontraron interacción significativa método\*lote al validar el equipo en trigo, atribuyendo las mínimas variaciones a la mayor precisión del análisis visual para detectar plántulas anormales.

## Correlación entre Poder germinativo del método Tradicional (ISTA, 2013) y Equipo SAD 9000-S

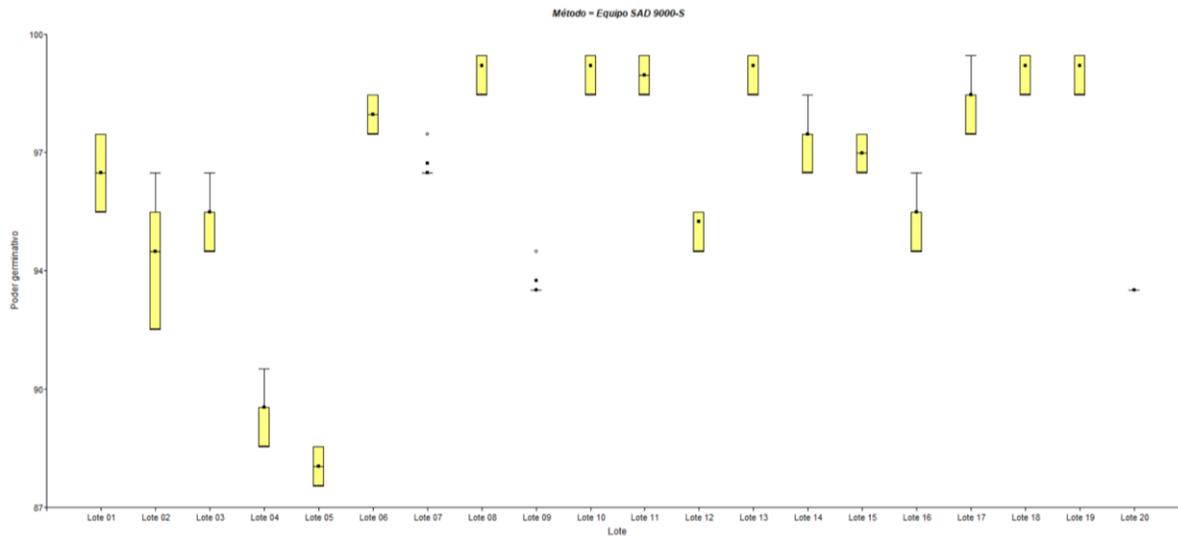
**Tabla 5.** Comportamiento del poder germinativo por lote según el método tradicional vs Equipos SAD 9000-S



La fuerte asociación positiva encontrada entre ambas técnicas indica que el equipo SAD 9000-S es capaz de predecir de manera precisa el poder germinativo de los lotes de semillas de Ryegrass, entregando resultados consistentes con la metodología estándar (tradicional).

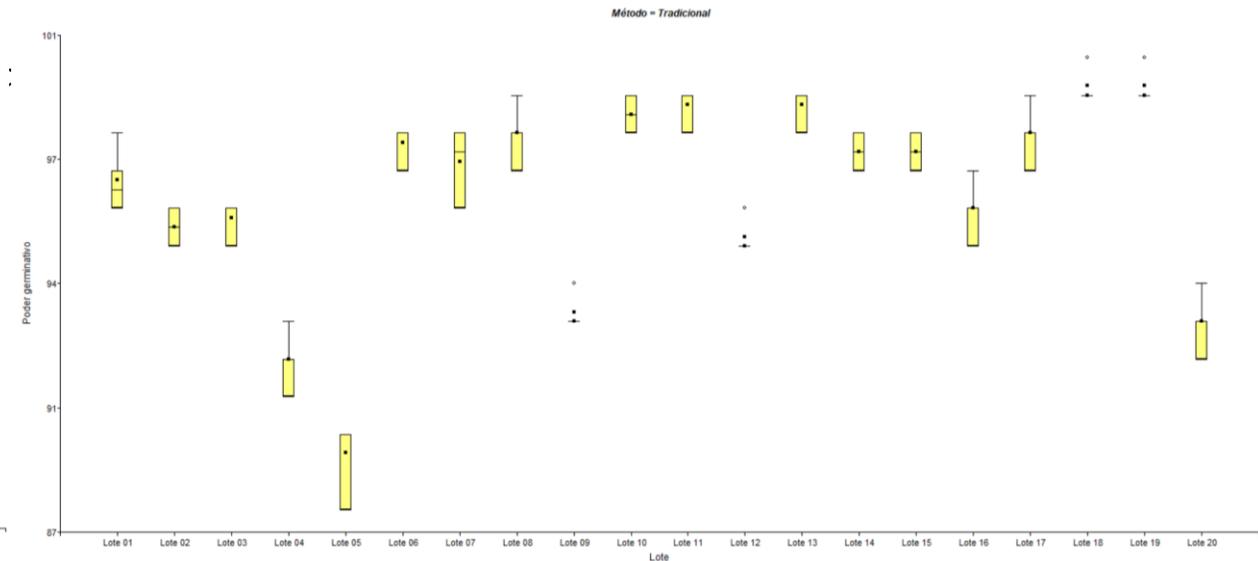
## Correlación entre Poder germinativo del método Tradicional (ISTA, 2013) y Equipo SAD 9000-S

**Figura 4.** Diagrama de Caja y Bigotes del poder germinativo en función del método Equipo SAD 9000-S vs lote



Hrstková et al. (2006) reportan coeficientes de correlación  $>0.9$  entre métodos de conductividad eléctrica y germinación en diversas especies.

**Figura 5.** Diagrama de Caja y Bigotes del poder germinativo en función del método tradicional vs lote



**Coeficiente de correlación de Pearson**

**0.9812**

**p-valor**

**<0.0001**



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

# 5 CONCLUSIONES



Se logró obtener **el porcentaje germinativo de las semillas de Ryegrass (*Lolium perenne*)** por el método tradicional. La media del porcentaje germinativo por el **método tradicional fue del 96.38%**.



Se obtuvo los valores de conductividad eléctrica de las semillas de Ryegrass (*Lolium perenne*) evaluadas por el método del Equipo SAD 9000 S donde se reflejó que **el valor de cota óptima** para el cultivo de Ryegrass es de **20  $\mu\text{Scm}^{-1}$** . La media del porcentaje germinativo por el método del Equipo SAD 9000 S fue del 95.85%.

El método de comparación de medias demostró que **no existe diferencia significativa** entre los resultados obtenidos por el **método tradicional** con los resultados reflejados por el **método del Equipo SAD 9000 S** para la medición del porcentaje germinativo del cultivo de Ryegrass (*Lolium perenne*).



La alta correlación obtenida  $\rho = 0.98$  valida el **uso de rangos de conductividad eléctrica** determinados con el equipo SAD 9000-S como un **método efectivo y confiable** para evaluar rápidamente la calidad y predecir **el poder germinativo de lotes de semillas de Ryegrass (*Lolium perenne*)**.

# 6 RECOMENDACIONES

La tecnología proporcionada por el Equipo SAD 9000-S tiene el potencial de mejorar los procesos de germinación de las semillas. Por lo tanto, se recomienda realizar estudios germinativos con el equipo SAD 9000-S en otras especies de interés económico y forestal, dado que existe poca información sobre la eficacia del método en estas.

Se sugiere explorar la capacidad del equipo SAD 9000-S para evaluar no solo la germinación, sino también otras características como el vigor, la dureza y la dormancia, a fin de obtener información más completa sobre diferentes tipos de semillas en futuros estudios.

El estudio sentó bases sobre los niveles de conductividad discriminantes de viabilidad en *Lolium perenne* según mediciones con el equipo SAD 9000-S. Los puntos de corte establecidos requieren ser confirmados con mayor número de observaciones para reforzar su utilidad práctica



# 7 AGRADECIMIENTOS



Segovia Salcedo, María Claudia PhD.  
**Tutora de Proyecto de Integración  
Curricular**



Ing. Diego Arias  
**Responsable técnico laboratorio de  
semillas - Agrocalidad**



Ing. Francisco Garrido  
**Analista del laboratorio de Control  
de Calidad - Agrocalidad**

## FAMILIA Y AMIGOS