



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

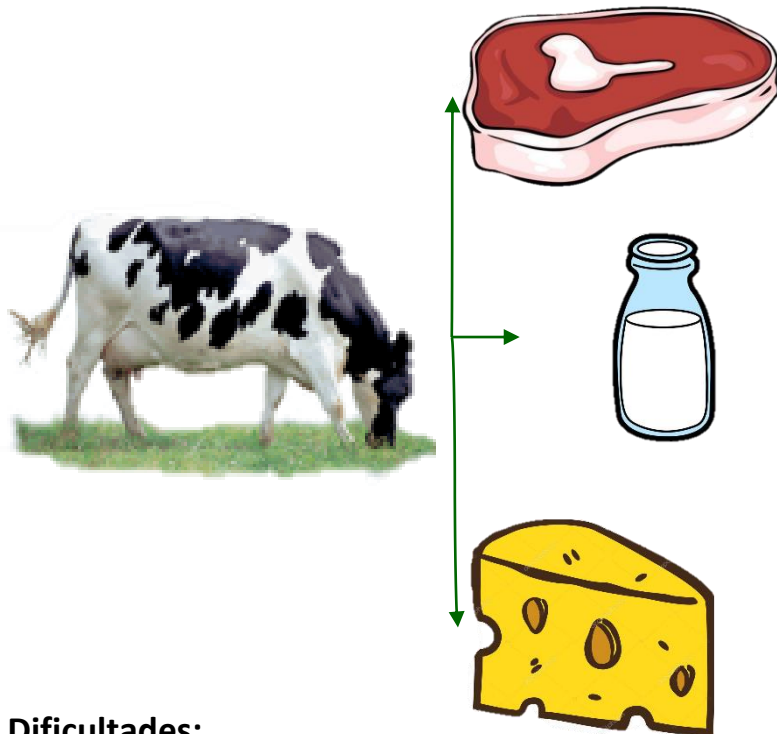


- 1 **Introducción**
- 2 **Objetivos**
- 3 **Materiales y métodos**
- 4 **Resultados y discusión**
- 5 **Conclusiones**
- 6 **Recomendaciones**
- 7 **Agradecimientos**

1 INTRODUCCIÓN

Ganadería

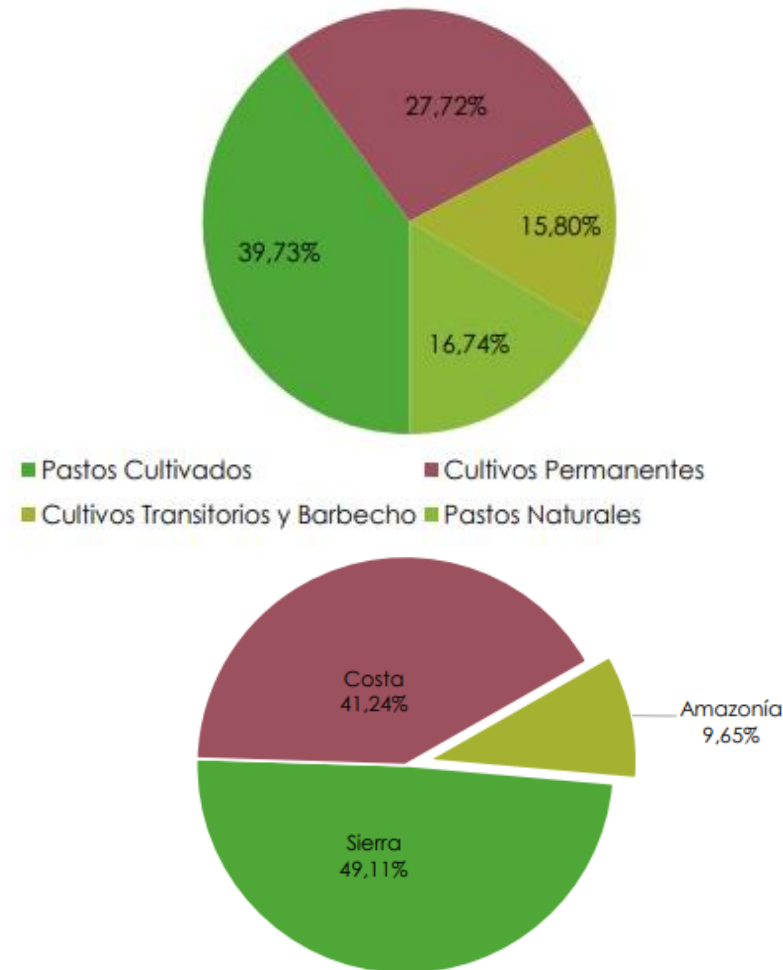
Producto Interno Bruto (PIB)



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

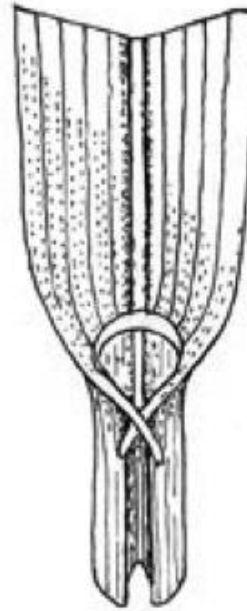
Familia	Poaceae
Género	<i>Lolium</i>
Especie	<i>Lolium perenne</i>

Valor nutricional

Proteína cruda	15-18%
Digestibilidad	70-80%
Energía metabolizante	2.96 Mcal

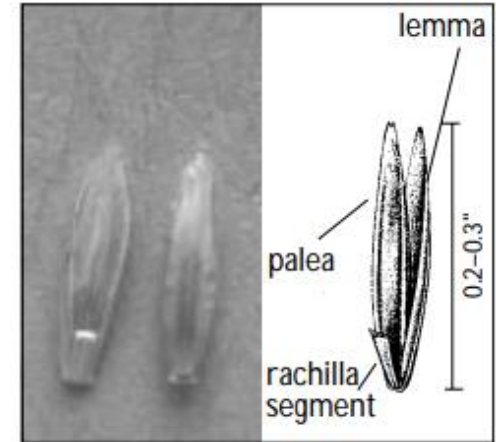
Características

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



Team, F. E. N. (2011)

Semilla



Hannaway et al. (1999)

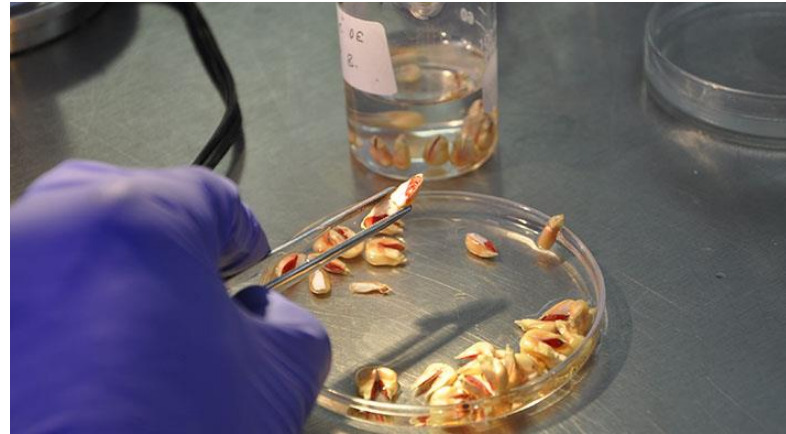
Se encuentran entre dos brácteas, lema o glumilla inferior y palea o glumilla superior

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

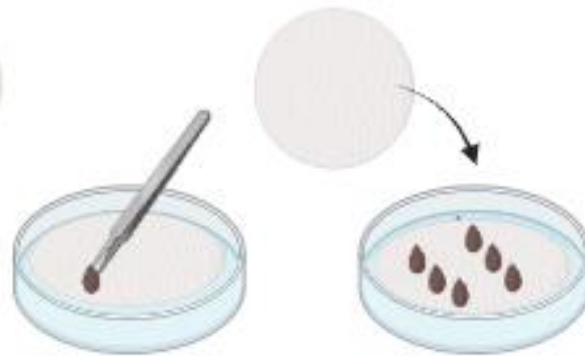
Prueba de germinación estándar en Ryegrass



6g de muestra



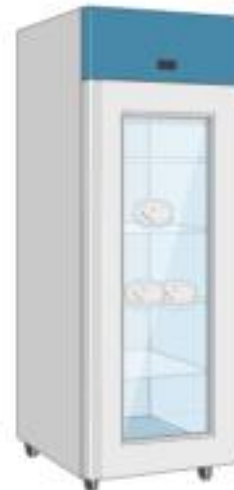
KNO3 1%



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 (ρ)

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. ^{ns} 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 ²	R ² 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 (L₁₃) presenta el mayor poder germinativo promedio (98.75%), junto con otros 4 lotes. Los menores poderes germinativos se presentan en los lotes cinco (L₅) y cuatro (L₄), con 88.5% y 90% respectivamente

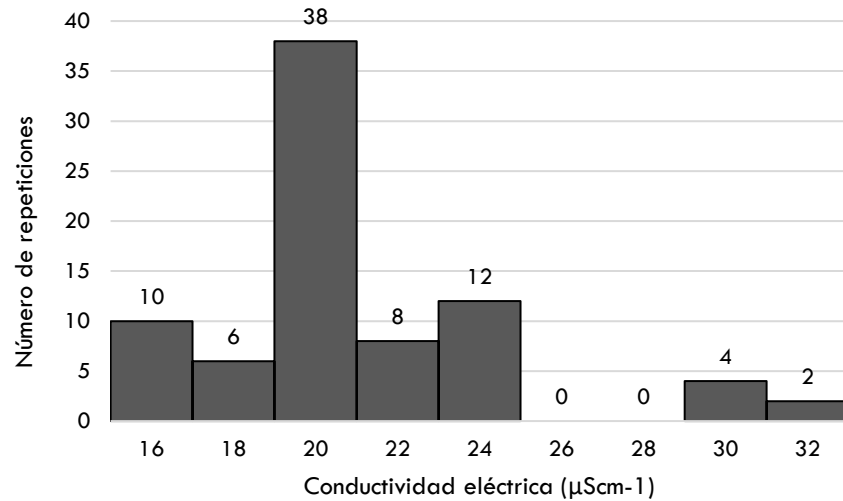
La calibración realizada entre los datos del método ISTA y los rangos obtenidos con el SAD 9000-S explica la alta similitud entre los resultados de P.G



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

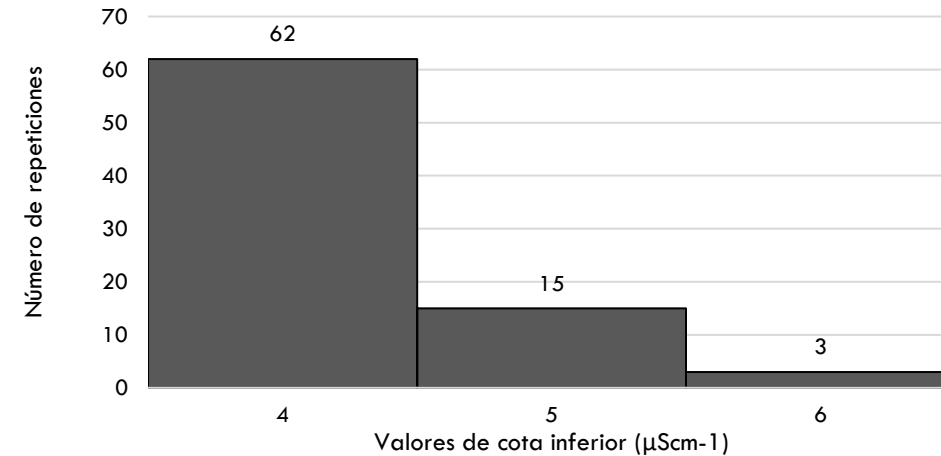
Valor de cota superior e inferior

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



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

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

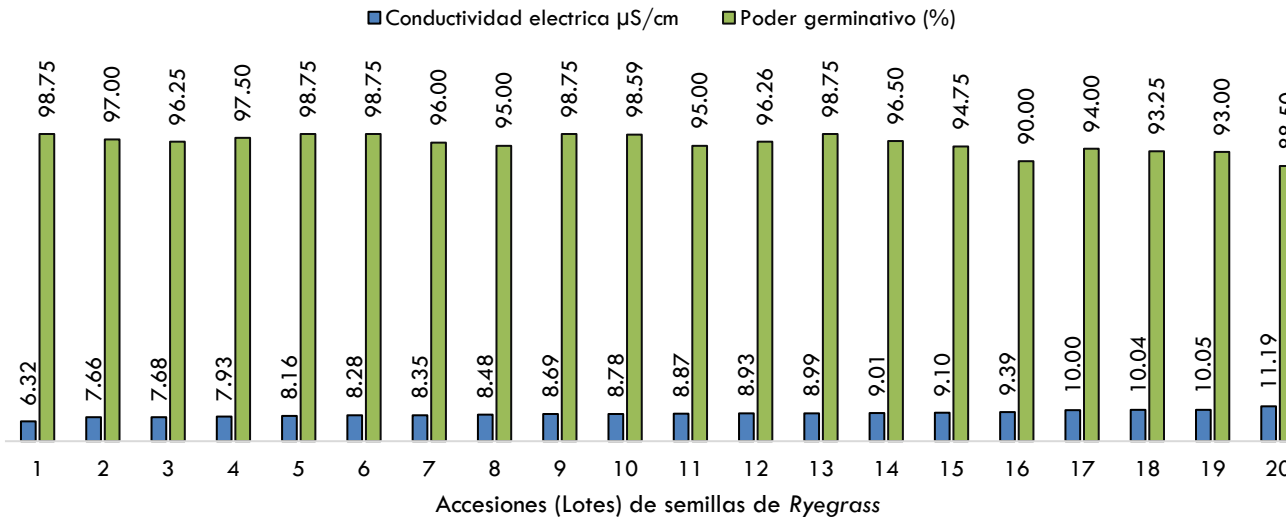


(Piccinin, 2011) el arroz (*Oryza sativa*), utilizando el mismo equipo se encontró una cota superior de 20 μScm^{-1} y una cota inferior de 5 μScm^{-1}

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

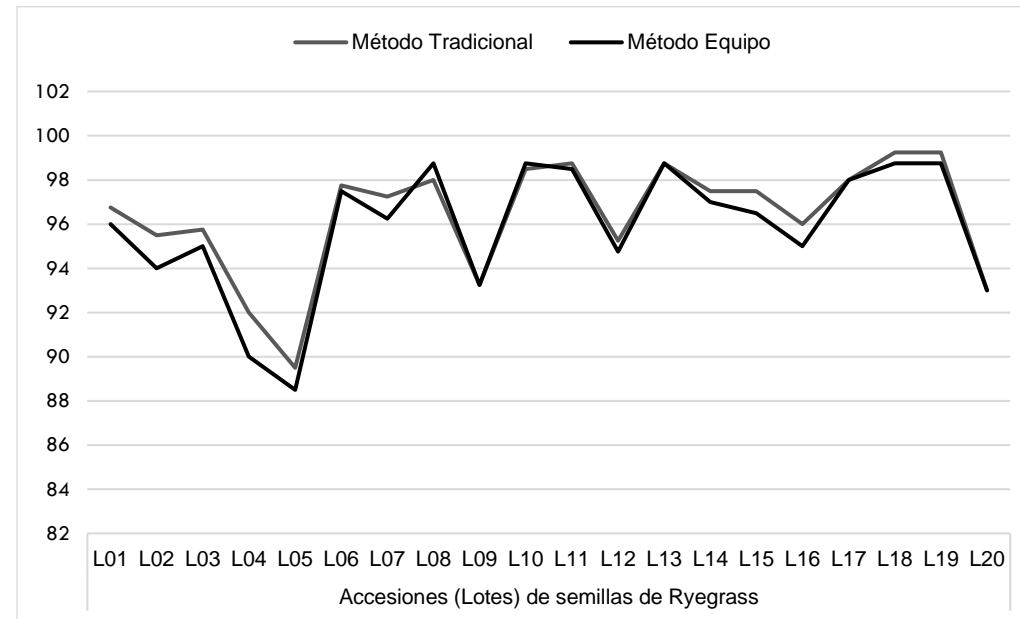
Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Poder germinativo	160	0.9510	0.9351	0.75

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

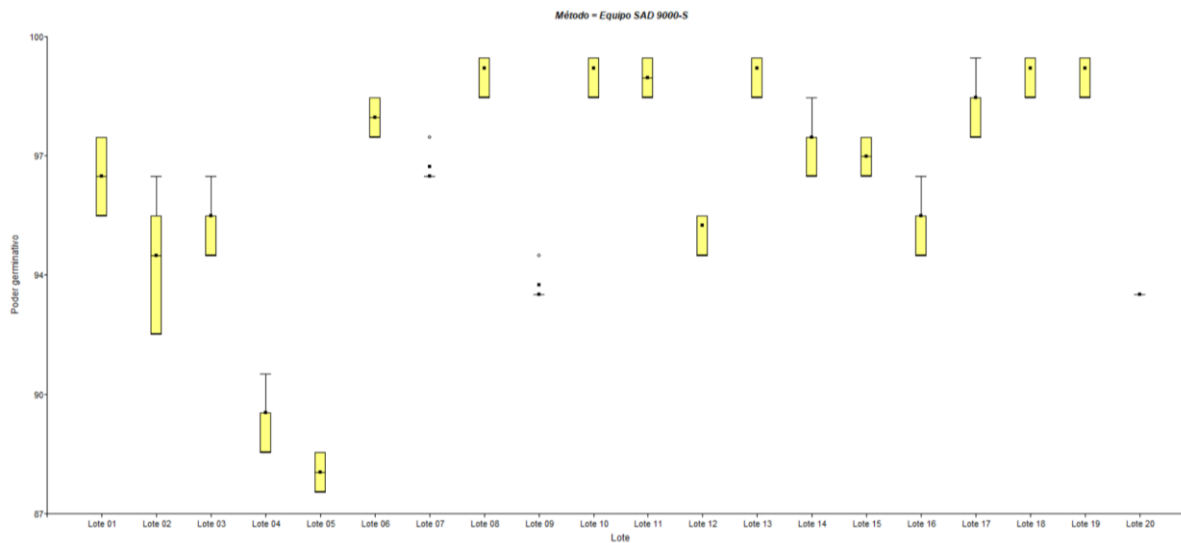
Tabla 5. Comportamiento del poder germinativo por lote según el método tradicional vs Equipos SAD 9000-S



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).

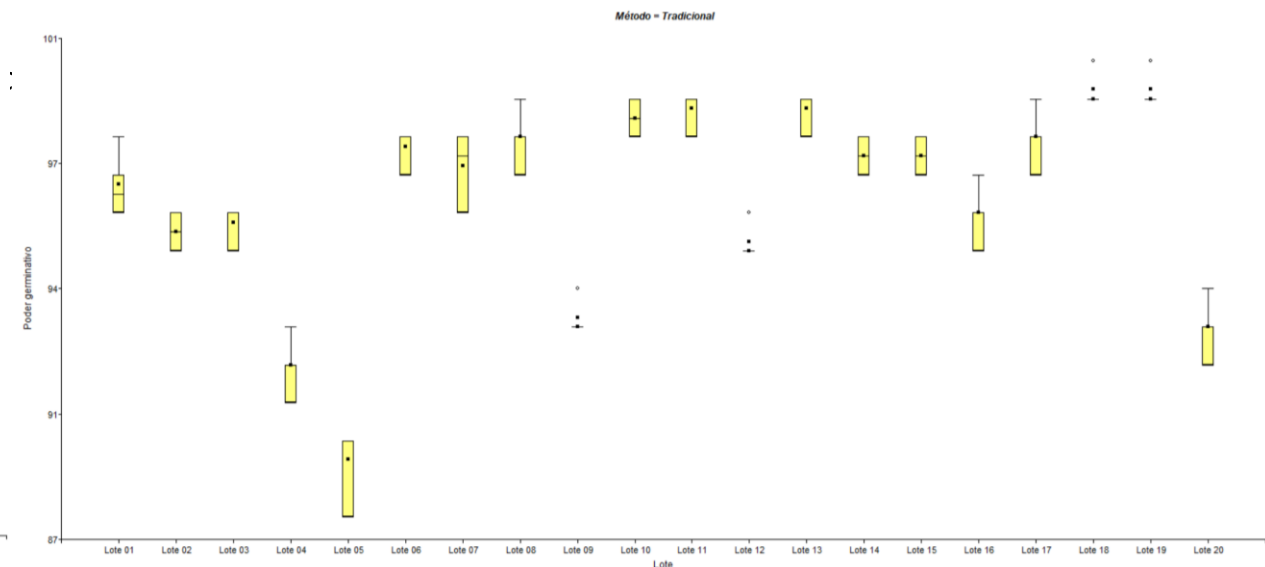
Correlación entre Poder germinativo del método Tradicional (ISTA, 2013) y Equipo SAD 9000-S

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 μScm^{-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