

EVALUACIÓN DEL EFECTO DE DIFERENTES SOLUCIONES NUTRITIVAS MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE LA LEY DEL MÍNIMO SOBRE EL CRECIMIENTO EN CEBADA (*HORDEUM VULGARE L.*)

Llomitoa- Gavilanez, A.¹, Chanaguano-Punina, B.², Llomitoa- Gavilanez, N.³, Luna-Murillo, R.¹

¹Carrera de Ingeniería Agronómica, Universidad Técnica de Cotopaxi, Extensión La Maná, Ecuador.

²Carrera de Ingeniería Agropecuaria, Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Extensión La María, Ecuador.

³Carrera de Ingeniería Agronómica, Universidad Técnica de Cotopaxi, La Matriz Salache, Ecuador.

angel.llomitoa3@utc.edu.ec

RESUMEN

El objetivo del estudio fue evaluar el efecto de diferentes soluciones nutritivas mediante la utilización de la ley del mínimo sobre el crecimiento en cebada (*Hordeum vulgare L.*). El ensayo se realizó dentro del laboratorio de la Universidad Técnica de Cotopaxi, se trabajó con un solo factor en estudio, con diferentes soluciones nutritivas, el experimento fue colocado de la siguiente forma: Cebada+ agua, cebada+sulfato de amonio, cebada+ fosfato monopotásico, cebada+ nitrato de calcio, cebada+ fosfato monoamónico. Los datos fueron tomados a los 7 días el porcentaje de germinación, a los 12 días lo que es peso de materia fresca y peso de materia seca con seis tratamientos y diez unidades experimentales se utilizó el diseño completamente al azar (DCA). Los resultados demuestran que el medio empleado con nitrato de calcio con 75ml de solución permitió un resultado favorable, mientras que en los demás tratamientos de las diferentes soluciones suministradas obtuvieron resultados inferiores en las variables: peso de materia fresca y peso de materia seca.

Palabras clave: Cebada, ley del mínimo soluciones nutritivas, tratamiento

INTRODUCCIÓN

En la zona Andina ecuatoriana, la información disponible sobre fertilización de yagual es escasa o limitada, clasificada como información reservada de ciertos laboratorios privados tecnificados que son asesorados por especialistas, que participan en el desarrollo y monitoreo de programas de manejo que incluyen la preparación de sustratos, fertirriegos (Ordoñez, Idrogo, & Corrales, 2018). Trabajos previos demuestran la eficiencia del uso de soluciones en la producción de *H. vulgare* utilizando dosis recomendadas para producción de forraje (Ordoñez, et al., 2018), pero es poco lo que se conoce sobre dosis de soluciones nutritivas para optimizar la producción y valor nutricional del germinado. La ley del mínimo o ley de Liebig dice que el rendimiento de la cosecha está determinado por el elemento nutritivo que se encuentra en menor cantidad (Espinosa, 1993). Además, un exceso en cualquier otro nutriente no puede compensar la deficiencia del elemento nutritivo limitante (Coaquira, 2018).

La interacción entre elementos nutritivos es positiva cuando el efecto producido por un conjunto de dos factores, en este caso nutrientes, es superior a la suma del efecto de los dos factores considerados aisladamente (Melgar, 2005). De esta manera, si se satisfacen las

necesidades de un cultivo en potasio se asegura la eficacia de la fertilización con nitrógeno (López, 2018). En el suelo, la sinergia entre los elementos nutritivos se manifiesta de manera evidente. La movilización de determinadas formas químicas de un elemento facilita la movilización de otros (Morales, 2005). De este modo, la presencia de sulfato y nitrato amónico favorecen la solubilidad del fósforo (Ortiz, 2015).

La cebada (*Hordeum vulgare L.*) es uno de los cultivos más importantes a nivel mundial, porque puede cultivarse bajo sistemas agrícolas de alta productividad, así como en ambientes marginales y de subsistencia (Lema & Basantes, 2017). Este cultivo ocupa el cuarto lugar en superficie cultivada, después del maíz, trigo y arroz, con 53 millones de hectáreas cultivadas (Barragan, 1978).

En el Ecuador la cebada se adaptó a zonas altas de la sierra, áreas marginales por presentar temperaturas bajas y suelos bajos en nutrientes (Coronel & Jiménez, 2011). En estas zonas, la cebada es la principal fuente de carbohidratos especialmente para poblaciones indígenas, así mismo el 70% de los agricultores siembran cebada en superficies inferiores a una hectárea. (Esparza, 2017). El motivo que se realizó este trabajo investigativo es por qué el objetivo enmarca en la evaluación del efecto de diferentes soluciones nutritivas mediante la utilización de

la ley del mínimo sobre el crecimiento en cebada (*Hordeum vulgare L.*).

METODOLOGÍA

El estudio realizado sobre la evaluación del efecto de diferentes soluciones nutritivas mediante la utilización de la ley del mínimo sobre el crecimiento en cebada (*Hordeum vulgare L.*)

Se realizó dentro del laboratorio de la Universidad Técnica de Cotopaxi. Tuvo una duración de 12 días. Se utilizó 10 envases por cada tratamiento, desde luego se manipuló 30 semillas de cebada como unidades experimentales.

La composición de las soluciones concentradas fue de 75ml de Sulfato de amonio ($(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$), para el T1, el T2 Fosfato monopotásico (MKP) 75ml, de Nitrato de amonio (NH_4NO_3) para el T3, 75ml de Nitrato de calcio $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ para el T4 de igual forma 75ml, de Fosfato monoamónico $(\text{NH}_4)_2\text{H}_2\text{PO}_4$ para el T5, para el testigo sin solución con (H_2O), fue de 75ml. Dando un volumen total de 375ml de agua empleado en las soluciones.

Se trabajó con cinco tratamientos, la aplicación de la solución lo realizo cada 12 horas durante 12 días.

La cantidad de suelo empleado por recipiente fue diferente por cada tratamiento: To 111,5g, para el T1 fue 111,9g, el T2 con 110,9g, seguido el T3 con 110,6g, de igual forma el T4 con 112g, por último, el T5 con 110.2g dando un total de 667,1gramos de suelo para los cinco tratamientos. La semilla colocada por cada tratamiento fue de 30 unidades. Las variables evaluadas fueron: Porcentaje de germinación (%), Peso de materia fresca (g), peso de materia seca (g).

Semilla de *H. vulgare*

Se utilizó semilla de *H. vulgare* adquirida en el mercado Mayorista de la Ciudad de Latacunga. se hizo una evaluación previa en dos locales comerciales para determinar el valor cultural INIAP Pacha 2003, INIAP Pacha 2016 adquiriéndose 1kg de semilla del local con mayor valor cultural.

Análisis estadístico

Se utilizó un diseño completamente al azar (DCA) con seis tratamientos y cinco repeticiones y diez envases como unidad experimental. Para el análisis de las variables se empleó la prueba de rangos múltiples de Tukey al 95% de probabilidad con el paquete estadístico SPSS.

Se realizó el análisis de varianza para determinar diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos ($p > 0,05$), y la prueba de comparación

múltiple de Tukey para identificar los tratamientos con significancia.

RESULTADOS

En la **tabla 1** y **figura 1** se establece para la variable porcentaje de germinación a los 12 días desde la colocación de las semillas en el recipiente, un mayor porcentaje de germinación presenta en el tratamiento cuatro con fosfato monoamónico con 55%, seguido el tratamiento dos con fosfato monopotásico con 50%. Los demás tratamientos fueron inferiores.

Tabla 1. Porcentaje de germinación (%) en la evaluación del efecto de diferentes soluciones nutritivas mediante la utilización de la ley del mínimo sobre el crecimiento en cebada (*Hordeum vulgare L.*)

Tratamientos	Germinación (%)	
	Porcentaje de germinación	
0	48,33	a
1	45,56	a
2	50,00	a
3	42,45	a
4	55,00	a
5	45,00	a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

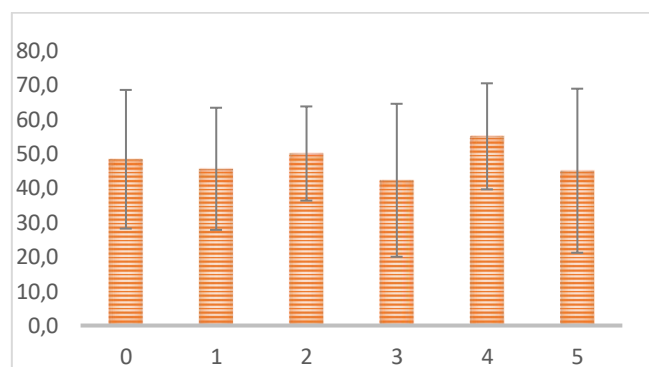


Figura 1. Porcentaje de germinación (%) en la evaluación del efecto de diferentes soluciones nutritivas mediante la utilización de la ley del mínimo sobre el crecimiento en cebada (*Hordeum vulgare L.*)

En la **tabla 2** se puede observar en la variable peso de materia fresca se presentó en el tratamiento dos con fosfato mono potásico con 2,31 gramos, y el tratamiento uno con 2,29 gramos de peso aplicado la solución de sulfato de amonio.

Tabla 2. Peso de materia fresca (g) en la evaluación del efecto de diferentes soluciones nutritivas mediante la utilización de la

ley del mínimo sobre el crecimiento en cebada (*Hordeum vulgare* L.)

Peso (g)		
Tratamientos	Peso de materia fresca	
0	1,55	a
1	2,29	a
2	2,31	a
3	1,65	a
4	2,23	a
5	2,15	a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p>0,05$).

En la **tabla 3** con respecto a la variable peso de materia seca presentó el mejor tratamiento aplicado la solución de fosfato monoamónico de 0,17 gamos, el t1, t2 y t4 arrojaron un peso similar de 0,16 gramos y los dos tratamientos restantes fueron inferiores.

Tabla 3. Peso de materia seca (g) en la evaluación del efecto de diferentes soluciones nutritivas mediante la utilización de la ley del mínimo sobre el crecimiento en cebada (*Hordeum vulgare* L.)

Peso (g)		
Tratamientos	Peso de materia seca	
0	0,13	a
1	0,16	a
2	0,16	a
3	0,12	a
4	0,16	a
5	0,17	a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p>0,05$)

DISCUSIÓN

El mejor resultado del porcentaje de germinación se obtuvo en el T4 superando en 55,00% a T3 tratamiento que presento el menor rendimiento. No hubo diferencia estadística en porcentaje de germinación entre el T1, T2, y T3.

La mejor producción en peso de materia fresca reporto el T2 con 2,31gramos superando al T1 que arrojó un peso de 2,9gramos, los demás tratamientos fueron inferiores a los reportados por (Aguilar, 2014) y (Quiñonez, 2014).

Por último, en gramos de peso seco fue el T5 con valor de 0,17. Con valor similar presento en los tratamientos: T1, T2 y T4 con 0,16 gramos y los tratamientos restantes presentaron valores inferiores reportados por (Porras, 2009). En su experimento reporta con 0,19 gramos. Con respecto a los de más tratamientos de igual forma arroja

resultados inferiores referente a los resultados obtenidos por (Aguilar, 2014).

CONCLUSIONES

Al utilizar diferentes soluciones nutritivas permite conocer los resultados así poder estar al tanto en qué nivel de fertilidad se encuentra los cultivos. En el experimento realizado arrojó que la solución nutritiva empleada con una cantidad de 75ml siendo la dosis más apropiada para el T4.

AGRADECIMIENTOS

Al MsC. Ricardo Luna por su valioso aporte del material de laboratorio y conocimientos brindados.

A la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales por permitir utilizar el laboratorio para realizar el experimento.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar, M. (2014). Influencia del periodo de oscuridad en el rendimiento de germinado hidropónico de cebada (*Hordeum vulgare*). Tesis de Ingeniero Zootecnista. Lambayeque: Univ. Nacional Pedro Ruiz Gallo. 76 p. Rev Inv Vet Perú, 392. Obtenido de <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/veterinaria/article/view/14477>
- Coaquira, G. (18 de junio de 2018). Evaluación de Soluciones Nutritivas y Tiempos de Cosecha, en Cebada Forrajera CV. Nacional (*Hordeum vulgare* L.), Producida como Forraje Verde Hidropónico, en la Región Arequipa. Obtenido de <http://tesis.ucsm.edu.pe/repositorio/handle/UCSM/7695>
- Coronel, J., & Jiménez, C. (2011). Guía Práctica para los Productores de Cebada de la Sierra Sur. INIAP. Estación Experimental del Austro. Ecuador.
- España, D. (2017). Producción de Forraje Hidropónico en Cebada (*Hordeum vulgare*L) mediante la Utilización de la Ley del Mínimo. Universidad Nacional de Loja. Facultad Agropecuaria y Recursos Renovables. Ecuador.
- Espinosa, J. (1993). Informaciones Agronómicas. Instituto de la Potasa y el Fosforo- INPOFOS.
- Lema, A., & Basantes, E. (2017). Producción de cebada (*Hordeum vulgare* L.) con urea normal y polimerizada en Pintag, Quito, Ecuador. SciELO Analytics, 16.

- López, L. (2018). Abonado de los Cereales de Invierno Trigo y Cebada. Guía Práctica de Fertilización Racional de Los Cultivos en España. ETSIA. Universidad de Córdoba.
- Martínez, F. (2017). Sulfato de Amonio. Universidad Tecnológica Nacional. Facultad Regional Delta. 18.
- Melgar, R. (2005). Aplicación Foliar de Micro Nutrientes.
- Morales, M. (2005). Evaluación de la fertilidad de los suelos. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA).
- Ordoñez, E., Idrogo, E., & Corrales, N. (2018). Nutritive solutions for the hydroponic germination of *Hordeum vulgare*. Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú, 29(2), 389-395. <https://dx.doi.org/10.15381/rivep.v29i2.14477>, 7.
- Orellana, E. (2015). Rendimiento Y Calidad de la Semilla de Cebada (*Hordeum vulgare L*) Universidad Politécnica Salesiana. Ingeniería Agropecuaria. Ecuador.
- Ortiz, R. (2015). Evaluación de la ley del Mínimo en Cebada (*Hordeum Vulgare L*).
- Pérez, F. (2017). Nutrición Vegetal. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Recursos Naturales.
- Porras, W. (2009). Evaluación de producción cuantitativa de forraje verde hidropónico de avena (*Avena Sativa L.*) cebada (*Hordeum Vulgare L.*) y maíz (*Zea maíz L.*) con tres soluciones nutritivas en tres períodos de aplicación. Recuperado el viernes 19 de junio de 2020, de Tesis de Posgrado y Doctoral. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Ingeniería Agronómica.: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/17679>
- Quiñonez, P. (2014). Influencia del ciclo lunar en la producción de germinado hidropónico de cebada (*Hordeum vulgare*) en Lambayeque. Recuperado el Viernes 19 de junio del 2020, de Tesis de Ingeniero Zootecnista. Lambayeque: Univ. Nacional Pedro Ruiz Gallo. 56 p.: <http://190.108.84.117/bitstream/handle/UNPRG/89/BC-TES-3737.pdf?sequence=1&isAllowed=y>