

Efecto de tres dosis de microorganismo eficaces aplicados en dos etapas fenológicas del cultivo de trigo (*Triticum sp.*), variedad Santa Rosa. Centro Poblado de Macashca, Huaraz, Áncash 2023

RESUMEN

Dustin Aguilar Bustamante

daguilarb@unasam.edu.pe

 <https://orcid.org/0009-0004-9615-1336>

Guillermo Castillo Romero

Ingeniero M.Sc. Agrónomo, Docente Ordinario Principal de la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNASAM, Director del Departamento de Agronomía, Jefe del Laboratorio de Suelos y Aguas de la FCA- UNASAM, ex- Decano de la Facultad de Ciencias Agrarias - UNASAM.

gcastillor@unasam.edu.pe

 <https://orcid.org/0000-0002-6139-7465>

José Ramírez Maldonado

Egresado de la Universidad Nacional "San Luis Gonzaga" de Ica con el grado de Bachiller en Ciencias Agrícolas (Octubre de 1985), Ingeniero Agrónomo de la Universidad Nacional "San Luis Gonzaga" de Ica (Diciembre de 1985), con Maestría en Ciencias e Ingeniería con mención en Gestión Ambiental dada por la Universidad Nacional "Santiago Antúnez de Mayolo" - Huaraz (Marzo del 2004), Doctor en Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible dada por la Universidad Nacional Federico Villarreal - Lima (Marzo del 2006). Experiencia Laboral: Ex - Co-Director del Programa Cordillera Negra, Asesor, Consultor y Supervisor de Proyectos.

jramirezsm@unasam.edu.pe

 <https://orcid.org/0000-0001-8095-4661>

La investigación se realizó en el Centro Poblado de Macashca ubicado en el distrito de Huaraz, provincia de Huaraz, Región Áncash. El objetivo fue evaluar el efecto de tres dosis de microorganismos eficaces en dos etapas fenológicas del cultivo de trigo (*Triticum sp.*) variedad Santa Rosa. En la investigación se utilizó un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) con Arreglo Factorial de 4 x 2 y con 4 bloques, con la población de cultivo de trigo que fue aplicada con EM y como muestra un metro lineal de trigo. Las variables estudiadas fueron: tamaño de planta, tamaño de espiga, número de granos por espiga, peso de granos por espiga, rendimiento y rentabilidad. Los mejores resultados de la dosis de microorganismos sobre las variables de estudio fueron D3 (dosis 5 % de EM) en cuanto a rendimiento. En cuanto a la etapa fenológica, los factores EFV y EFR obtuvieron los mejores efectos sobre las variables de estudio. Los resultados más relevantes las obtuvieron el tratamiento T4 con una altura de 139.05, peso de granos por espiga 3.36 g., rendimiento de 2146.43 Kg/Ha, rentabilidad de 76.29 y utilidad neta S/ 3,715.46. y el T8 en tamaño de espiga 10.38 cm y número de granos por espiga con 50.38 unds.

Palabras clave: microorganismos eficaces, etapa fenológica y trigo

Cómo citar este artículo: Aguilar Bustamante, D., Castillo Romero, G., & Ramírez Maldonado, J. (2025). Efecto de tres dosis de microorganismo eficaces aplicados en dos etapas fenológicas del cultivo de trigo (*Triticum sp.*), variedad Santa Rosa. Centro Poblado de Macashca, Huaraz, Ancash 2023. *Aporte Santiaguino*, 18(1), 95–104. <https://doi.org/10.32911/as.2025.v18.n1.1257>

Recibido: 2025-03-17 | Aceptado: 2025-05-15

Effect of three doses of effective microorganisms applied at two phenological stages of wheat (*Triticum sp.*), Santa Rosa variety. Macashca rural center, Huaraz, Áncash, 2023

The research was conducted in the rural center of Macashca, located in the district of Huaraz, Huaraz province, Áncash region, with the objective of evaluating the effect of three doses of effective microorganisms (EM) at two phenological stages of the wheat crop (*Triticum sp.*), Santa Rosa variety. A Completely Randomized Block Design (CRBD) with a 4 x 2 factorial arrangement and 4 blocks was used, applying EM to the wheat crop population and sampling one linear meter of wheat. The variables studied were plant height, spike length, number of grains per spike, grain weight per spike, yield, and profitability. The best results for microorganism doses were observed with D3 (5% EM dose) in terms of yield, while the phenological stages EFV and EFR showed the most significant effects on the variables. Treatment T4 achieved the most notable results, with a plant height of 139.05 cm, grain weight per spike of 3.36 g, yield of 2146.43 kg/ha, profitability of 76.29%, and net profit of S/ 3,715.46. Treatment T8 stood out for spike length (10.38 cm) and the number of grains per spike (50.38 units).

Keywords: effective microorganisms, phenological stage, wheat

INTRODUCCIÓN

El trigo (*Triticum sp.*) es uno de los cultivos más relevantes en la región andina, especialmente porque constituye la principal fuente alimenticia para los habitantes de estas áreas. Además, su comercialización genera ingresos económicos que contribuyen a la estabilidad financiera de las familias andinas. No obstante, la producción de trigo enfrenta diversas limitaciones, tales

como la escasez de semillas de calidad, el manejo inadecuado del cultivo y la falta de control efectivo sobre plagas y enfermedades (Estrada & Altamirano, 2008).

Con el fin de mejorar la producción de trigo, se ha recurrido al uso de tecnologías y biotecnología aplicadas al cultivo. Se ha demostrado que el aumento de la productividad no depende únicamente de la manipulación genética del cultivo, sino también de la conservación del entorno ecológico. El medio ambiente en el que se desarrolla la planta influye significativamente tanto en su productividad como en su contenido nutricional. Por ello, se busca implementar alternativas que no dañen el entorno, como el control natural de plagas y enfermedades, evitando el uso de agroquímicos, y promoviendo la remediación de suelos agrícolas deteriorados, muchos de los cuales contienen productos tóxicos (Camarena et al., 2012).

La adopción de métodos que contribuyan simultáneamente a la producción y a la regeneración ambiental se considera una alternativa eficiente. Un ejemplo destacado es el uso de la tecnología EM (Microorganismos Eficaces), desarrollada por el Dr. Teruo Higa. Esta tecnología beneficia tanto al suelo como a la planta, ya que, mediante su aplicación, se puede regenerar la ecología del suelo, mejorando la microflora y fauna. Además, el uso de este caldo de microorganismos facilita la descomposición adecuada de la materia orgánica, lo que favorece la liberación de micronutrientes y macronutrientes, permitiendo una rápida absorción por parte de las plantas, lo que a su vez beneficia la producción (Luna & Mesa, 2016).

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se realizó en el Centro Poblado de Macashca, ubicado en el distrito de Huaraz, provincia de Huaraz, Región Áncash, a una altitud de 3500 m.s.n.m. Se empleó un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) con un arreglo factorial 2x4, donde el primer factor consistió en dos etapas fenológicas y el segundo factor en cuatro dosis distintas de microorganismos eficaces. Los tratamientos evaluados fueron: T1 (0% de dosis, etapa fenológica vegetativa), T2 (3% de dosis, etapa fenológica vegetativa), T3 (4% de dosis, etapa fenológica vegetativa), T4 (5% de dosis, etapa fenológica vegetativa), T5 (0% de dosis, etapa fenológica reproductiva), T6 (3% de dosis, etapa fenológica reproductiva), T7 (4% de dosis, etapa fenológica reproductiva) y T8 (5% de dosis, etapa fenológica reproductiva).

La semilla utilizada fue de trigo (*Triticum sp.*), variedad Santa Rosa, obtenida del mismo centro poblado donde se llevó a cabo la investigación. El área de cultivo fue de 641 m², en la cual se delimitó 32 unidades experimentales de 5 metros de largo y 3 metros de ancho, dejando un camino de 0.5 metros entre cada unidad. La siembra se realizó por surcos, con una distancia de 35 cm entre ellos, y la cantidad de semilla utilizada por unidad experimental fue de 153 g.

La siembra se llevó a cabo entre los meses de noviembre y diciembre, periodo considerado adecuado para la siembra en la zona debido a las fluctuaciones fluviales constantes, que proporcionan suficiente humedad para la germinación y el crecimiento del trigo. Para asegurar el establecimiento adecuado de los microorganismos, se incorporó materia orgánica en los surcos, utilizando compost a razón de 1.5 kg por unidad experimental.

La solución de EM activo fue preparada 10 días antes de cada aplicación. La aplicación de EM activo se realizó periódicamente según la

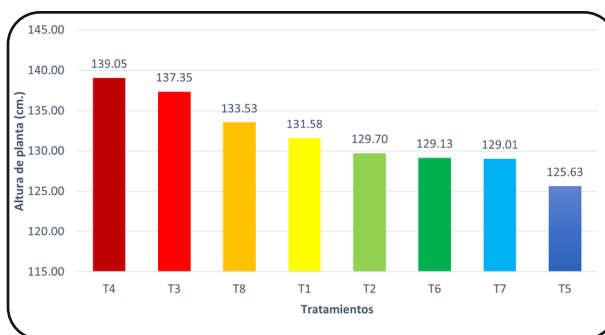
etapa fenológica del cultivo. En la etapa vegetativa, la primera aplicación se realizó al momento de la siembra, la segunda 10 días después, y la tercera a los 30 días posteriores. En la etapa reproductiva, la primera aplicación se efectuó cuando más del 50% de las plantas presentaban espigas formadas, la segunda 10 días después, y la tercera a los 30 días posteriores a la primera aplicación.

La evaluación y recopilación de datos se llevaron a cabo cuando las espigas y los granos alcanzaron la etapa de grano seco. Este estado se comprobó mediante la presión de los granos con las uñas, observando que tenían una estructura dura y se desprendían fácilmente de la espiga. Para la evaluación, se seleccionó aleatoriamente un surco intermedio de cada unidad experimental, del cual se midieron las espigas. Luego, se procedió al segado del trigo, al corte de las espigas y a la evaluación del tamaño y el número de granos por espiga, así como al pesaje de los granos. Finalmente, se evaluó el rendimiento total de grano de trigo obtenido en cada unidad experimental, y se calculó la rentabilidad del cultivo según los tratamientos aplicados.

RESULTADOS

Altura promedio de la planta de trigo (cm.)

Figura 1
Promedio de altura de planta

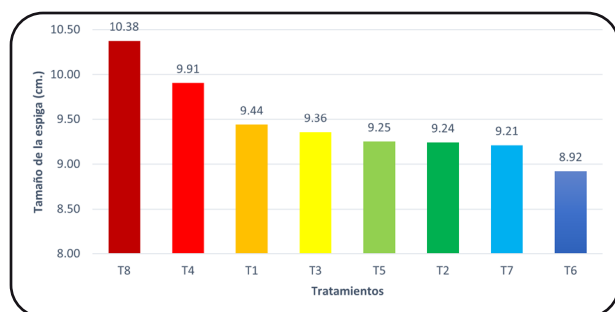


En la Figura 1 se observa que el tratamiento T4 (5 % de EM + Etapa Fenológica Vegetativa) obtuvo la mayor altura de planta con 139.05 cm., seguida del tratamiento T3 (4 % de EM + Etapa Fenológica Vegetativa) con 137.05 cm. y seguida del tratamiento T8 Y T1 respectivamente.

Tamaño de espiga de trigo (cm.)

Figura 2

Tamaño promedio de la espiga de trigo

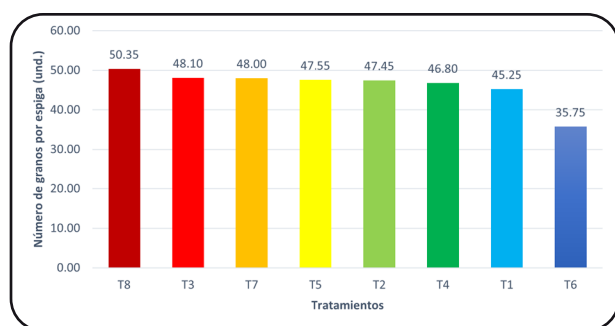


En la Figura 2, se observa que el tratamiento T8 (5 % de EM + Etapa Fenológica Reproductiva) obtuvo el mayor tamaño promedio de espiga con 10.38 cm., seguida del tratamiento T4 (5 % de EM + Etapa Fenológica Vegetativa) con 9.91 cm. y seguida del tratamiento T1 Y T3 respectivamente.

Número de granos por espiga (unds.)

Figura 3

Promedio de número de granos por espiga de trigo

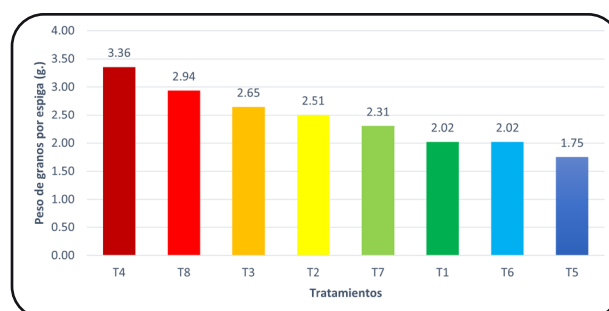


En la Figura 3, se observa que el tratamiento T8 (5 % de EM + Etapa Fenológica Reproductiva) obtuvo el mayor número de granos por espiga, con 50.35 und., seguida del tratamiento T3 (4 % de EM + Etapa Fenológica Vegetativa), con 48.10 und. y seguida del tratamiento T7 Y T5, respectivamente.

Peso de granos por espiga (g.)

Figura 4

Promedio de peso de granos por espiga de trigo

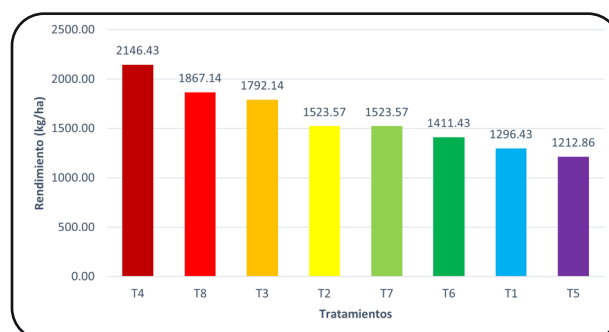


En la Figura 4, se observa que el tratamiento T4 (5 % de EM + Etapa Fenológica Vegetativa) obtuvo el mayor peso de granos por espiga, con 3.36 g., seguido del tratamiento T8 (5 % de EM + Etapa Fenológica Reproductiva), con 2.94 g. y seguido del tratamiento T3 Y T2, respectivamente.

Rendimiento del cultivo de trigo (kg/ha)

Figura 5

Rendimiento del cultivo de trigo



En la Figura 5, se observa que el tratamiento T4 (5 % de EM + Etapa Fenológica Vegetativa) obtuvo el mayor rendimiento, con 2146.43 kg/Ha., seguido del tratamiento T8 (5 % de EM + Etapa Fenológica Reproductiva), con 1867.14 kg/Ha. y seguido del tratamiento T3 Y T2, respectivamente.

Rentabilidad del cultivo de trigo

Tabla 1

Rentabilidad del cultivo de trigo aplicadas con EM en dos etapas fenológicas

Trat.	Rendimiento Kg/Ha	Costo de producción	Valor bruto de producción	Beneficio o utilidad	Rentabilidad (%)
T4	2146.43	S/4,870.25	S/8,585.71	S/3,715.46	76.29 %
T8	1867.14	S/4,870.25	S/7,468.57	S/2,598.32	53.35 %
T3	1792.14	S/4,773.65	S/7,168.57	S/2,394.92	50.17 %
T2	1523.57	S/4,677.05	S/6,094.29	S/1,417.24	30.30 %
T7	1523.57	S/4,773.65	S/7,468.57	S/1,320.64	27.67 %
T6	1411.43	S/4,677.05	S/5,645.71	S/968.66	20.71 %
T1	1296.43	S/4,387.25	S/5,185.71	S/798.46	18.20 %
T5	1212.86	S/4,387.25	S/4,851.43	S/464.18	10.58 %

De la Tabla 1, se concluye que el tratamiento T4 (5 % EM + Etapa fenológica vegetativa) obtuvo la mayor utilidad, de S/ 3,715.46. El tratamiento T8 (5 % EM + Etapa fenológica reproductiva) obtuvo la segunda utilidad más alta, de S/ 2,598.32. El tratamiento T3 (4 % EM + Etapa fenológica vegetativa) obtuvo el tercer nivel de utilidad, de S/ 2,394.92. El tratamiento T2 (3 % EM + Etapa fenológica vegetativa) obtuvo el cuarto nivel de utilidad, con S/ 1,417.24. El tratamiento T7 (4 % EM + Etapa fenológica

reproductiva) obtuvo el quinto nivel de utilidad, con S/ 1,320.64. El tratamiento T6 (3 % EM + Etapa fenológica reproductiva) obtuvo el sexto nivel de utilidad, con S/ 968.66. Las más bajas utilidades fueron obtenidas por los tratamientos T1 (0 % EM + Etapa fenológica vegetativa) y T5 (0 % EM + Etapa fenológica reproductiva), con S/ 798.46 y S/ 464.18, respectivamente.

RESULTADOS

Tamaño de planta de trigo

El resultado más resaltante en tamaño de planta de trigo en la presente investigación fue el tratamiento T4 (5% de EM + Etapa Fenológica Vegetativa) el cual obtuvo una altura promedio de 139.05 cm, lo cual concuerda con los datos obtenidos por Guerrero (2022), quien menciona que la aplicación de dosis altas de microorganismos eficaces durante la siembra y etapas iniciales de producción de soya logran alcanzar alturas mayores de planta, tal como lo demuestra en su investigación, donde el tratamiento T4 (60 lts EM) obtuvo el mayor tamaño promedio: 87 cm. Además, estos resultados también concuerdan con los de Monsalve (2015), quien sostiene que la aplicación de material orgánico, junto con la incorporación de microorganismos eficaces en la producción de maíz, pueden lograr un aumento en la altura de la planta como obtuvo con el tratamiento Rojo (EM + 13 Tn/Ha de guano + 7 Tn/Ha de compost), que alcanzó una altura de 200.50 cm. en maíz.

Tamaño de espiga

El resultado más resaltante en tamaño de espiga en la presente investigación la obtuvo el tratamiento T8 (5 % de EM + Etapa Fenológica Reproductiva), que alcanzó un tamaño promedio de 10.38 cm, lo cual no concuerda con los resultados obtenidos por Ñaupari (2015), quien afirma que tanto dosis altas como dosis bajas de microorganismos eficaces aplicadas al cultivo de maíz no logran un aumento significativo en el tamaño de mazorca.

Número de granos por espiga

El resultado más resaltante de número de granos por espiga en la presente investigación la obtuvo el tratamiento T8 (5 % de EM + Etapa Fenológica Reproductiva), que alcanzó un número

promedio de granos por espiga de 50.35 unds., lo cual no concuerda con los resultados obtenidos por Ñaupari (2015), quien manifiesta que tanto dosis altas como dosis bajas de microorganismos eficaces aplicadas al cultivo de maíz no logran un aumento significativo en el número de granos presentes en la mazorca de maíz.

Peso de granos por espiga

El resultado más resaltante de peso de granos por espiga en la presente investigación lo obtuvo el tratamiento T4 (5 % de EM + Etapa Fenológica Vegetativa), el cual alcanzó un peso promedio de granos por espiga de 3.36 g., lo cual concuerda con los resultados obtenidos por Ñaupari (2015) quien menciona que las dosis altas de microorganismos eficaces aplicadas al cultivo de maíz logran un aumento significativo en el peso de granos presentes en la mazorca de maíz. En el tratamiento que realizó alcanzó 5 l/ Ha de EM y un peso de 185.5 g. de granos por mazorca.

Rendimiento del cultivo de trigo

El tratamiento que obtuvo el mayor rendimiento de trigo por hectárea en la presente investigación fue el T4 (5 % de EM + Etapa Fenológica Vegetativa), con un rendimiento de 2146.43 kg/ha. Este resultado es consistente con los obtenidos por Ñaupari (2015), quien señaló que el uso de dosis altas de microorganismos eficaces en el cultivo de maíz genera un aumento significativo en el rendimiento, alcanzando un rendimiento de 11.59 Tn/ha cuando se aplicaron 5 l/ha de EM. Además, los resultados de este estudio coinciden con los de Guerrero (2022), quien, en su investigación sobre la soja, reportó que la aplicación de dosis elevadas de microorganismos eficaces en las etapas iniciales del cultivo incrementó el rendimiento. En su investigación, el tratamiento T4 (60 l/ha de EM) obtuvo el rendimiento más alto, con 3450 kg/ha de soja.

Rentabilidad del cultivo de trigo

El tratamiento que mostró el mayor resultado en términos de rentabilidad fue el T4 (5 % de EM + Etapa Fenológica Vegetativa), con una rentabilidad promedio de 76.29 % y una utilidad de S/ 3,715.46. Sin embargo, estos resultados no coinciden con los obtenidos por Ñaupari (2015), quien indicó que la incorporación de la tecnología EM en la producción de maíz amarillo duro no generó una diferencia significativa en la rentabilidad ni en el costo-beneficio, ya que no se observó una diferencia considerable entre los tratamientos evaluados.

En cuanto a la relación entre la etapa fenológica de aplicación y el rendimiento del cultivo, se recomienda la aplicación de microorganismos eficaces durante la etapa fenológica vegetativa, ya que este momento favorece el crecimiento de la planta, alcanzando una altura promedio de 134.42 cm, un peso de granos por espiga de 2.63 g, un rendimiento promedio de 1689.64 kg/ha, y una rentabilidad del 76.29 %.

La dosis recomendada para la aplicación es la dosis 3 (5 % de EM), ya que esta presentó los mejores resultados en cuanto a altura de planta (136.20 cm), tamaño de espiga (10.14 cm), número de granos por espiga (48.58), peso de granos por espiga (3.15 g), rendimiento (2006.79 kg/ha) y rentabilidad (76.29 %) cuando se aplicó en la etapa fenológica vegetativa.

En relación con la dosis de microorganismos que favorece el aumento del rendimiento, la dosis 3 (5 % de EM) es la más efectiva, ya que obtuvo los mejores resultados en altura de planta (136.20

cm), tamaño de espiga (10.14 cm), número de granos por espiga (48.58), peso de granos por espiga (3.15 g) y rendimiento (2006.79 kg/ha).

Respecto a la etapa fenológica, la etapa vegetativa es la más adecuada para la aplicación de microorganismos eficaces, ya que produjo los mejores resultados en cuanto a altura de planta (134.42 cm), peso de granos por espiga (2.63 g) y rendimiento promedio (1689.64 kg/ha).

El tratamiento que generó la mayor rentabilidad fue el T4 (5 % de EM + Etapa Fenológica Vegetativa), con una rentabilidad de 76.29 % y un beneficio de S/ 3,715.46. Por lo tanto, se recomienda la aplicación de esta dosis durante la etapa fenológica vegetativa para maximizar los beneficios económicos para los agricultores.

REFERENCIAS

- Estrada, R. y Altamirano, H. (2008). *Cultivo de Trigo en la Sierra Sur del Perú*. INIA. https://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/20.500.12955/107/1/Trigo_Sierra_Sur_2008.pdf
- Camarena, F., Chura, J., & Blas, R. (2012). *Mejoramiento Genético y Biotecnológico de las Plantas*. AGROBANCO. https://www.agrobanco.com.pe/wp-content/uploads/2017/07/MEJORAMIENTO_GENETICO_Y_BIOTECNOLOGICO_DE_PLANTAS.pdf
- Luna, M., & Mesa, J. (2016). Microorganismos Eficientes y sus beneficios para los agricultores. *Revista Científica Agroecosistema*, 4(2), 31-40. <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/84/115>
- Guerrero, R. (2022). Efectos de microorganismo eficaces (EM) aplicados en diferentes dosis sobre el cultivo de la soja. *Revista multidisciplinaria Ciencia Latina*, 6(1). <https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/download/1653/2321/>
- Monsalve, J. (2015). *Evaluación de los ME (Microorganismos eficaces) sobre los parámetros físicos, químicos y microbiológicos del suelo en la producción de maíz* [Tesis de grado, Universidad del Azuay]. <https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/4846/1/11291.pdf>
- Ñaupari, E. (2015). *Evaluación de diferentes dosis de microorganismos eficientes (ME) en cultivo de Zea mays L. (Maíz amarillo duro) en la zona de Satipo* [Tesis de grado, Universidad Nacional del Centro del Perú]. <https://acortar.link/SultEf>