



Universidad Nacional
SAN LUIS GONZAGA



Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional

Esta licencia permite a otras combinar, retocar, y crear a partir de su obra de forma no comercial, siempre y cuando den crédito y licencia a nuevas creaciones bajo los mismos términos.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0>



Universidad Nacional "San Luis Gonzaga"
Facultad de Agronomía
Dirección Unidad de Investigación
"Fundo Arrabales" Altura Km 299 Panam. Sur
Teléf.:056-257444 Anexo 25
Ica – Perú



"Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana"

CONSTANCIA DE EVALUACIÓN DE ORIGINALIDAD 2025

El que suscribe, deja constancia que se ha realizado el análisis con el software de verificación de similitud al documento cuyo título es:

Efecto del ácido glutámico sobre el estrés hídrico y las altas temperaturas en el cultivo de espárrago (*Asparagus officinalis* L.) híbrido UC 115 F1, en Santiago – Ica 2024.

Presentado por:

JIMENEZ CORTEZ LUIS YOSHKAR

Graduado del nivel Pregrado de la Facultad de Agronomía. El resultado obtenido es 01% de similitud (Uno por ciento de similitud) por el cual se otorga el calificativo de:

APROBADO

Según Reglamento para la evaluación de la originalidad de los documentos de investigación, aprobado con Resolución Rectoral N° 1668-R-UNICA-2020 – (18.1 La Universidad considera como original al documento de investigación que presenta un porcentaje de similitud menor o igual al veinte por ciento (20%) con textos de otros autores, según el informe automatizado de originalidad del programa informático adoptado por la Universidad.)

Se adjunta al presente el reporte de evaluación con el software de verificación de originalidad.

Observaciones:

- Se analizó la **TESIS** mediante el programa informático iThenticate.
- Se consideró la exclusión de cadenas sintácticas de **40 palabras**, se adjunta pantallazo de la exclusión.

(15.5 La exclusión de cadenas sintácticas cortas procede para evitar que, frases habituales o de conexión, sean reportadas como similitudes. La longitud de las cadenas excluidas no debe superar las cuarenta (40) palabras y debe adecuarse a las características de la disciplina a la que corresponde el documento evaluado, además debe constar en el informe los criterios de exclusión utilizados).

Ica, 23 de octubre del 2025.

Dr. FELIX GUILLERMO FUENTES QUIJANDRIA
Director de la Unidad de Investigación
Facultad de Agronomía

CARMINA PAOLA DONAYRE ESPINOZA
Operador del Programa Informático iThenticate

UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA"

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

Facultad de Agronomía



Efecto del ácido glutámico sobre el estrés hídrico y las altas temperaturas en el cultivo de espárrago (*Asparagus officinalis* L.) híbrido UC 115 F1, en Santiago – Ica 2024

Línea de Investigación: Ciencias Naturales, Ingeniería y Tecnologías Sostenibles

INFORME FINAL DE TESIS PRESENTADO POR:

JIMÉNEZ CORTEZ LUIS YOSHKAR

Ica – Perú

2025

Dedicatoria

A mi señora madre, por su amor, apoyo, paciencia y comprensión a lo largo de mi vida hasta este momento.

Tu presencia es un regalo invaluable, y este logro no es solo mío, si no de ambos madre amada.

Gracias por ser mi ejemplo a seguir.

Agradecimiento

En primer lugar, agradezco profundamente a Dios, por brindarme la fortaleza, la salud y la perseverancia necesarias para culminar esta etapa tan importante en mi vida.

A mis padres, quienes con su amor, apoyo incondicional y sacrificios han sido el pilar fundamental en todo mi camino académico y personal. Gracias por enseñarme el valor del esfuerzo, la disciplina y la humildad.

A mi familia y amigos, por acompañarme en los momentos difíciles, motivarme a seguir adelante y celebrar conmigo cada logro alcanzado.

A mi asesor(a) de tesis, por su paciencia, orientación y valiosos consejos, que me guiaron para concretar este trabajo. También a los docentes de mi carrera, por compartir sus conocimientos y sembrar en mí el deseo de aprender siempre más.

Finalmente, a todas las personas e instituciones que de una u otra manera hicieron posible la realización de esta investigación, mi más sincero agradecimiento.

INDICE DE CONTENIDOS

Caratula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras.....	vi
RESUMEN	vii
ABSTRACT	viii
I. INTRODUCCION.....	9
1.1 Antecedentes de la investigación.....	10
1.2. Formulación del Problema	15
1.3 Delimitación del problema.	16
1.4 Justificación e importancia de la investigación.	17
1.5 Hipótesis de investigación.....	20
1.6 Objetivos de la investigación	20
1.7 Variables de la investigación.....	20
II. ESTRATEGIA METODOLÓGICA.....	23
2.1 Instrumentos de recolección de datos	23
2.2 Técnicas de recolección de datos	23
2.3. Técnica de procesamiento de datos, análisis e interpretación de resultados	24
2.4 Tipo, nivel y diseño de la investigación	27
2.5 Población y muestra	27
III. RESULTADOS.....	46
3.1 Presentación e interpretación de los resultados	46
V. DISCUSION	57
4.1 Presentación, interpretación y discusión de resultados	57
V. CONCLUSIONES	63
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	65
VIII. ANEXOS	68

	INDICE DE TABLAS	Págs.
Tabla 1	Tratamientos en estudio	16
Tabla 2	Análisis de la variancia (ANVA)	16
Tabla 3	Análisis físico – mecánico del suelo 2024	18
Tabla 4	Análisis químico del suelo de 0.00 a 0.30 cm 2024	18
Tabla 5	Información meteorológica – mensual enero a julio del 2024	23
Tabla 6	Aplicación de fitosanitarios 2024	26
Tabla 7	Aplicación de fertilizantes 2024	31
Tabla 8	Análisis químico del agua de riego	34
Tabla 9	Volumen de agua aplicado al cultivo campaña 2024	34
Tabla 10	Análisis de la variancia de la altura de planta (m)	38
Tabla 11	Prueba de Amplitudes Significativas de “Duncan” de la altura de planta (m)	38
Tabla 12	Análisis de la Variancia del número de tallos por metro lineal (Unid.)	39
Tabla 13	Prueba de Amplitudes Significativas de “Duncan” del número de tallos por metro lineal (Unid)	39
Tabla 14	Análisis de la Variancia de Numero de brotes por metro lineal (unidad)	40
Tabla 15	Prueba de Amplitudes Significativas de “Duncan” de Numero de brotes por metro lineal (unidad)	41
Tabla 16	Análisis de la Variancia de Rendimiento de turiones (kg/ha)	41
Tabla 17	Prueba de Amplitudes Significativas de “Duncan” de Rendimiento de turiones (kg/ha)	42
Tabla 18	Análisis de la Variancia de Rendimiento Calidad A B de turiones (kg)	43
Tabla 19	Prueba de Amplitudes Significativas de “Duncan” de Rendimiento Calidad A B de turiones (kg)	43
Tabla 20	Análisis de la Variancia de Rendimiento Calidad C de turiones (kg)	44
Tabla 21	Prueba de Amplitudes Significativas de “Duncan” de Rendimiento Calidad C de turiones (kg)	45
Tabla 22	Análisis económico del efecto del ácido glutámico sobre el estrés hídrico y las altas temperaturas en el cultivo de esparrago (<i>asparagus officinalis</i> l.) hibrido UC 115 f1, en Santiago – Ica 2024	46

	INDICE DE FIGURAS	Págs.
Figura 1	Ubicación de la Parcela donde se realizó el ensayo.	14
Figura 2	Aplicación del ácido glutámico, Aminomax, Acido Glutámico AAA y Amino Power	
Figura 3	Conteo de numero de brotes por metro lineal	

RESUMEN

En el presente estudio se evaluó el efecto del ácido glutámico en la mitigación del estrés hídrico y térmico en el cultivo de espárrago (*Asparagus officinalis* L.) híbrido UC 115 F1, en la zona baja del valle de Ica, con miras a optimizar el rendimiento fomentando prácticas agrícolas sostenibles. La investigación se desarrolló en el Fundo “Cucho”, distrito de Santiago – Ica, empleando un diseño completamente aleatorizado con seis tratamientos (incluido un testigo) y tres repeticiones, totalizando 18 unidades experimentales. Se aplicaron distintas formulaciones de ácido glutámico y se evaluaron variables agronómicas mediante análisis de varianza (ANOVA). Los coeficientes de variación oscilaron entre 0.89% y 18.55%. Los resultados mostraron diferencias altamente significativas en altura de planta y rendimiento comercial A-B y C. El tratamiento T1 (AMINO POWER 2 kg/ha) destacó con una altura promedio de 1.713 m y un rendimiento comercial A-B de 7626.67 kg/ha, superando al testigo (6680.00 kg/ha), observándose una reducción significativa en la producción de turiones de calidad C. No se encontraron diferencias estadísticamente relevantes en el número de tallos y brotes por metro lineal ni en el rendimiento total de turiones. El análisis económico reveló que el tratamiento T1 obtuvo la mayor rentabilidad con un retorno del 84.9%, confirmando parcialmente la hipótesis específica. Estos hallazgos demuestran la viabilidad de utilizar el ácido glutámico para mejorar el desarrollo vegetativo, la rentabilidad, la calidad y sostenibilidad del espárrago bajo condiciones de estrés, constituyendo una alternativa viable para incrementar la productividad.

Palabras clave:

Espárrago, híbrido, ácido glutámico, calidad y rendimiento.

ABSTRACT

This study evaluated the effect of glutamic acid on mitigating water and heat stress in the cultivation of hybrid asparagus (*Asparagus officinalis* L.) UC 115 F1 in the lower Ica Valley, with a view to optimizing yields by promoting sustainable agricultural practices. The research was conducted at the “Cucho” farm in the district of Santiago-Ica, using a completely randomized design with six treatments (including a control) and three replicates, totaling 18 experimental units. Different formulations of glutamic acid were applied and agronomic variables were evaluated using analysis of variance (ANOVA). The coefficients of variation ranged from 0.89% to 18.55%. The results showed highly significant differences in plant height and commercial yield A-B and C. Treatment T1 (AMINO POWER 2 kg/ha) stood out with an average height of 1,713 m and a commercial yield A-B of 7,626.67 kg/ha, surpassing the control (6,680.00 kg/ha), with a significant reduction in the production of C-quality shoots. No statistically significant differences were found in the number of stems and shoots per linear meter or in the total shoot yield. The economic analysis revealed that treatment T1 obtained the highest profitability with a return of 84.9%, partially confirming the specific hypothesis. These findings demonstrate the viability of using glutamic acid to improve vegetative development, profitability, quality, and sustainability of asparagus under stress conditions, constituting a viable alternative for increasing productivity.

Keywords:

Asparagus, hybrid, glutamic acid, quality, and yield.

I. INTRODUCCION

El espárrago (*Asparagus officinalis* L.) es una actividad agrícola de notable relevancia para el desarrollo económico en el Perú, en especial la región Ica, siendo el país uno de los mayores exportadores a nivel mundial. La variedad híbrida UC 115 F1 sobresale por su eficiencia productiva y la uniformidad comercial de sus turiones, adaptándose favorablemente a las variables meteorológicas que condicionan el desarrollo agrícola en la región. Sin embargo, los desafíos climáticos, como el estrés hídrico y las altas temperaturas, representan un factor limitante para la productividad y sostenibilidad de este cultivo. El estrés hídrico, causado por la limitada disponibilidad de agua en áreas agrícolas como la zona baja del distrito de Santiago, tiene un efecto negativo en la fisiología y desarrollo de las plantas. Adicionalmente, las altas temperaturas asociadas al cambio climático aumentan el estrés térmico en los cultivos, lo que afecta directamente su rendimiento y calidad. En este contexto, es crucial investigar estrategias que mitiguen estos efectos adversos. La sostenibilidad en la producción agrícola ha adquirido un papel central en la agenda global, dada la creciente necesidad de equilibrar la productividad con la conservación de los recursos naturales, la resiliencia frente al cambio climático, en la búsqueda de alternativas que promuevan la salud del suelo, se reduzca el uso de agroquímicos y mejoren la productividad, volviéndose imperativa, por ello en los últimos años, la agricultura ha experimentado cambios significativos tendientes a implementar enfoques agroecológicos que armonicen con el medio ambiente.

El ácido glutámico, un aminoácido involucrado en rutas metabólicas que regulan la obtención y uso de energía y señales fisiológicas, ha emergido como una estrategia viable para mejorar la resistencia de las plantas ante condiciones adversas. El ácido glutámico actúa como punto inicial para la formación de piruvato, desencadenando un proceso conocido como transaminación. Este mecanismo permite a la planta sintetizar diversos aminoácidos necesarios para enfrentar situaciones de estrés. Al aplicar ácido glutámico directamente, se brinda a la planta la disposición de ajustarse eficazmente a entornos desfavorables o situaciones ambientales limitantes, como la ausencia de luz o una intensidad lumínica elevada. En estos escenarios, la planta puede producir prolina y superar el estado de estrés.

Un ejemplo de ello es cuando las altas temperaturas favorecen el cambio en la síntesis de aminoácidos. En estas circunstancias, la planta deja de generar prolina y empieza a formar L-arginina, adecuada para las nuevas condiciones ambientales. Este enfoque permite proporcionar los recursos necesarios a la planta sin agotar sus reservas internas, ayudándola a superar el estrés mediante un manejo eficiente de la nutrición y el riego. [1].

Un aminoácido esencial para las plantas que participa en una amplia gama de procesos metabólicos, incluyendo la síntesis de proteínas, el balance de carbono y nitrógeno, y la tolerancia al estrés salino, es el ácido glutámico.

El ácido glutámico desempeña un papel crucial en el equilibrio entre el carbono y el nitrógeno en las plantas, participando en el metabolismo primario y secundario. Funciona como receptor/donador de NH_4^+ junto con la glutamina, contribuyendo a la formación de tejido vegetal, síntesis de clorofila y almacenamiento de nitrógeno orgánico. La incorporación de ácido glutámico exógeno puede proporcionar nitrógeno y reducir el gasto de carbono en las plantas, y se ha sugerido que podría aumentar la tolerancia al estrés salino. [2].

El ensayo, tuvo como objetivo conocer la respuesta del efecto de las materias activas de ácido glutámico, aminoácido que desempeña un rol importante en la actividad celular de las plantas, al haberse estudiado su capacidad fisiológica de la planta para afrontar condiciones de déficit hídrico y las altas temperaturas, en el cultivo de espárrago, que logre optimizar el rendimiento y el atributo de los turiones. La región Ica, tiene el clima adecuado para la siembra de la mayoría de cultivos agroexportables, tanto a nivel de las grandes empresas agrícolas de la zona, como de los pequeños productores que han reconvertido sus cultivos tradicionales a cultivos de exportación como el espárrago, opción económica para los agricultores.

1.1 Antecedentes de la investigación

Morales. [3]. Señala que, los aminoácidos son moléculas de origen orgánico que se obtienen de extractos biológicos de vegetales. Funcionan como fuentes de energía que la planta incorpora de manera eficiente, generando efectos estimulantes en sus procesos fisiológicos y obteniendo distintos beneficios.

En condiciones de estrés hídrico, los aminoácidos ayudan a las plantas a retener agua, proteger sus células contra el daño y mantener la estabilidad estructural de la membrana celular. En condiciones de estrés hídrico, los aminoácidos ayudan a las plantas a retener agua, proteger sus células contra el daño y mantener la integridad de la membrana celular.

Ramírez. [4]. Indica que, el ensayo con plantas de tomate cultivadas bajo condiciones protegidas, se analizó el impacto del ácido glutámico aplicado por vía foliar sobre variables relacionadas con el desarrollo vegetal, la fisiología, la calidad de los frutos y la productividad. Se utilizaron tres niveles del compuesto (1.5, 6.0 y 12.0 g L⁻¹), además de un tratamiento control sin aplicación. Los hallazgos indicaron que las dosis de 6.0 y 12.0 g L⁻¹ aumentaron el contenido relativo de clorofila foliar en un 8.9 % y 6.0 %, respectivamente. La concentración de 6.0 g L⁻¹ también provocó incrementos del 27.4 % en el rendimiento, del 4.1 % en el diámetro ecuatorial, del 10.3 % en el peso fresco y del 16.9 % en la materia seca. A su vez, la dosis de 1.5 g L⁻¹ elevó el valor de pH en un 5.3 %. En conjunto, los resultados respaldan un efecto positivo del ácido glutámico aplicado foliarmente sobre el desarrollo de las plantas., fisiología, calidad del fruto y rendimiento del tomate cultivado en condiciones protegidas.

Hortocampo. [5]. Los aminoácidos son bioestimulantes que se utilizan cada vez más en la agricultura. Se utilizan principalmente para mitigar el estrés abiótico y biótico de los cultivos.

Los aminoácidos son versátiles y tienen propiedades únicas, como su alta movilidad, fácil disolución, compatibilidad con insumos agrícolas y la posibilidad de ser aplicados tanto por vía foliar como al sistema radicular. Estas propiedades cumplen múltiples funciones importantes en el desarrollo de los cultivos hortofrutícolas.

Una función más importante de los aminoácidos es la mitigación del estrés biótico y abiótico. Los aminoácidos exógenos son seguros y no tóxicos para las plantas. El L-glutámico, favorece la optimización de la absorción de nutrientes y agua, lo que las hace más resistentes al estrés.

Intagri. [6]. Los aminoácidos son moléculas orgánicas formadas por un grupo amino y un grupo carboxilo, que constituyen la unidad fundamental de las proteínas, que son esenciales para la vida vegetal. El uso de aminoácidos en la agricultura es relativamente nuevo, sin embargo, su uso se ha ido generalizando progresivamente en los últimos años debido a sus beneficios como bioestimulantes.

El ácido glutámico es un aminoácido que tiene una función especialmente importante en las plantas. Es un precursor de otros aminoácidos, lo que significa que las plantas pueden utilizarlo para sintetizar estos aminoácidos esenciales. El ácido glutámico también ejerce una función en diversos procesos fisiológicos esenciales y metabólicos, en la fotosíntesis, la respiración celular y el desarrollo estructural de las plantas.

Serna-Rodríguez, et. al [7]. Según los investigadores, los hallazgos del estudio indican que la aplicación foliar de ácido glutámico representa una alternativa agronómica con potencial para incrementar tanto la productividad como la calidad del cultivo de jitomate. Los efectos positivos del ácido glutámico, en el crecimiento vegetativo de la planta y en la productividad de frutos se atribuyen a su participación en diversos procesos fundamentales del metabolismo vegetal, entre los que se encuentra la fotosíntesis, la biosíntesis de proteínas y la asimilación del nitrógeno.

Para obtener resultados óptimos, la administración de ácido glutámico a través de la pulverización foliar, debe realizarse durante las fases iniciales del crecimiento vegetal, cuando se está formando el aparato fotosintetizante y se está acumulando nitrógeno. La dosis y frecuencia de aplicación deben ajustarse según las condiciones específicas del cultivo.

FarmaQuímica Sur. [8]. En los últimos años, se ha propuesto el uso del ácido glutámico en la agricultura, ya que en pequeñas cantidades puede tener un impacto positivo a lo largo de las fases del desarrollo vegetal, que comprenden desde la germinación hasta la formación y maduración de los frutos.

El ácido glutámico es un aminoácido polar ácido que puede servir como precursor de otros aminoácidos. Su función dentro de las plantas es variada, participando en diversos mecanismos fisiológicos y metabólicos, como el cuajado de los frutos o la asimilación del nitrógeno.

Vivas. [9]. El ácido glutámico, un aminoácido clasificado como no esencial, se encuentra de manera natural en los tejidos vegetales. Forma parte estructural de las proteínas y cumple funciones relevantes dentro del metabolismo vegetal. El ácido glutámico es un aminoácido que se produce en las plantas a partir del ácido alfa-cetoglutarato, un producto del ciclo de Krebs. También puede sintetizarse a partir de otros aminoácidos. El ácido glutámico una función significativa en las actividades fisiológicas asociadas con la productividad vegetal, como la asimilación de nutrimentos, la resistencia al estrés y los atributos de los cultivos. Por ello, se ha convertido en un aliado valioso para la agricultura moderna.

Gallegos. [10]. Un estudio realizado en Perú evaluó el efecto del bioestimulante Terra-Sorb foliar en el ají dulce. Los hallazgos evidenciaron que el uso del bioestimulante mejoró la productividad del cultivo y las características físicas y organolépticas del fruto, independientemente del número de aplicaciones.

El tratamiento más efectivo fue el de cuatro aplicaciones, que produjo una producción de 25.08 t/ha., un número de frutos por planta de 68 y frutos de mayor tamaño (12.71 cm de largo y 3.5 cm de ancho).

El tratamiento de tres aplicaciones produjo frutos más pesados (52.15 gramos), mientras que el tratamiento de dos aplicaciones produjo la mayor proporción de ajíes extra (47.54%).

Los tratamientos de dos y tres aplicaciones también resultaron en los valores más elevados correspondientes al contenido de materia seca. en hojas y tallos, respectivamente. El tratamiento de tres aplicaciones también fue el más destacado en cuanto a la relación de materia seca en el fruto (9.82%).

Alfonsea. [11]. En sus ensayos metabólicos, ionómicos y hormonales mostraron que la respuesta de los compuestos analizados variaba más en función del periodo fenológico de los cultivos que de las diferentes cargas genéticas probados. Se plantea que los bioestimulantes deben diseñarse con un enfoque generalizado para todas las variedades, considerando los requerimientos nutricionales, metabólicos y hormonales asociados a cada fase fenológica. El análisis ionómico identificó al nitrógeno (N), potasio (K) y fósforo (P) como los nutrientes más abundantes, mientras que el estudio hormonal y metabólico destacó la presencia predominante de compuestos como glutamato, glutamina, aspartato, tiroxina, fenilalanina, sacarosa, malato e isopentiladenina. Esta información resulta valiosa

para el desarrollo de nuevas formulaciones, aunque sería conveniente ajustar las concentraciones empleadas en función de los perfiles detectados en los estudios ómicos.

Caballero. [12]. En un ensayo en el valle de Huaral sobre la aplicación foliar de aminoácidos en sandías del tipo River Side, se determinó que, para la mayoría de los parámetros analizados, no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos evaluados, excepto en los sólidos solubles. Aunque no hubo diferencias notables en el rendimiento total, el procedimiento con Purenerg superó a los demás en un 10%. Se determinó que la aplicación de aminoácidos mediante aspersión foliar generó efectos positivos en las variables evaluadas en estas sandías ayuda a protegerlas del estrés abiótico y biótico, y puede resultar en un 91.0% de frutos de categoría primera.

El producto utilizado, Aminax, contiene varios aminoácidos (Lisina, ácido aspártico, treonina, serina, ácido glutámico, glicina y valina) cumplen funciones como precursores y promotores en la síntesis proteica, favoreciendo el desarrollo acelerado de las plantas y el aumento de su productividad de hormonas naturales. Este producto, cuando se combina con otros, refuerza su eficacia al proporcionar soporte fisiológico en momentos clave del desarrollo vegetal, cuando la demanda metabólica es más elevada, contrarrestando factores adversos abióticos y bióticos.

Comercial Andina. [13]. Señalan que, el producto Aminax Aktivator es un bioestimulante desarrollado a partir de L-ácido glutámico, un aminoácido esencial que interviene en diversos procesos fisiológicos de las plantas. Este compuesto favorece la producción de clorofila y potencia la eficiencia fotosintética al optimizar la captación de luz solar. Asimismo, actúa como precursor de enzimas antioxidantes, como la glutatión peroxidasa, que protegen a la planta frente al daño causado por especies reactivas de oxígeno. También promueve la activación de mecanismos de defensa inducida frente a agentes bióticos, mejora la fertilidad al estimular la germinación del polen y el crecimiento del tubo polínico, y contribuye a la regulación estomática. Su uso permite a los cultivos adaptarse mejor a condiciones ambientales adversas como estrés térmico, déficit hídrico y salinidad.

Cuin & Shabala. [14]. Los aminoácidos, compuestos orgánicos fundamentales, cumpliendo una función esencial en la síntesis de proteínas. Entre los más relevantes se incluyen la alanina, arginina, ácido aspártico, ácido glutámico, lisina, prolina y triptófano, todos clasificados como alfa-aminoácidos. Estos se distinguen por tener un grupo amino y un grupo carboxilo enlazados al mismo átomo de carbono, así como un grupo variable (R) que determina las diferencias entre las 20 moléculas del grupo de alfa-aminoácidos.

Sonnino y Ruane. [15]. Manifiestan que, los aminoácidos cumplen un papel clave en la producción de proteínas y su incorporación en los cultivos puede contribuir a un uso más eficiente de la energía. De los veinte aminoácidos que conforman las proteínas, cada uno tiene funciones específicas relacionadas con el desarrollo de las plantas:

Alanina, Arginina y Glicina intervienen en la formación de clorofila. Arginina y Metionina promueven el crecimiento de raíces y retrasan el envejecimiento de las plantas. Glicina favorece tanto la mejora del suelo como el desarrollo de hojas y brotes. Lisina, ácido glutámico y glicina refuerzan los mecanismos defensivos de las plantas. Leucina y prolina participan en la generación de giberelinas.

El aprovechamiento de aminoácidos libres en los cultivos permite simplificar procesos y conservar energía, apoyando así funciones cruciales para el crecimiento vegetal.

Cabra y Hernández. [16]. Los investigadores señalan que, entre los aminoácidos relacionados con diferentes proteínas de choque térmico (HSPs) se encuentran el glutamato, la arginina, la glicina, la glutamina, la treonina y la asparagina, entre otros. Las proteínas pequeñas de choque térmico (smHSP) destacan por ser las más numerosas y variadas en el ámbito vegetal. Frente a situaciones de estrés provocadas por altas temperaturas, la cantidad de smHSP puede aumentar hasta 200 veces, mientras que el resto de estas proteínas apenas experimenta un incremento de diez veces.

INTAGRI. [17]. En la efectividad en la bioestimulación de los cultivos, los aminoácidos actúan o están directamente relacionada con su composición, fuente y proceso de obtención. En el ámbito agrícola, estos compuestos poseen una amplia gama de aplicaciones: Estrés en las plantas: Son útiles para contrarrestar los efectos de temperaturas extremas. Fotosíntesis: Aminoácidos como L-glicina, L-alanina, L-ácido glutámico y L-arginina incrementan la producción de clorofila, optimizando la eficiencia del proceso fotosintético. Salinidad: L-prolina ayuda a retener agua en la célula y facilita su absorción, incluso en suelos con altas concentraciones de sal. Absorción de nutrientes: Gracias a su capacidad de complejar nutrientes, favorecen la captación de agua y elementos esenciales.

Desarrollo de raíces: L-metionina y L-arginina estimulan tanto la formación de raíces como la actividad de microorganismos beneficiosos en el suelo. Polinización: En el proceso de polinización, compuestos como la L-lisina, L-metionina y L-ácido glutámico favorecen la germinación del grano de polen y el crecimiento del tubo polínico, lo que incide positivamente en la fecundación y, por tanto, en un mayor porcentaje de cuajado de frutos.

Logran proceder como fuentes de nutrimentos; por ejemplo, la L-arginina almacena nitrógeno en árboles frutales. Precursores hormonales: Algunos aminoácidos contribuyen a en la biosíntesis de fitohormonas.

Por lo expuesto, los aminoácidos son herramientas valiosas para mejorar los procesos fisiológicos y promover el desarrollo saludable de las plantas.

Chávez et al. [18]. En condiciones adversas, como el estrés causado por altas temperaturas, las plantas enfrentan problemas significativos para generar aminoácidos en las cantidades y calidad necesarias. Para favorecer su crecimiento y compensar posibles deficiencias en la

síntesis natural de estos compuestos, los agricultores están optando cada vez más por el uso de bioestimulantes formulados con aminoácidos.

Cuadra. [19]. Para favorecer el desarrollo de raíces, se sugiere aplicar los aminoácidos mediante el riego, priorizando aquellos que contengan metionina y arginina. Por otro lado, si el objetivo es estimular primero la floración y luego el cuajado de frutos, se recomienda su aplicación foliar, utilizando aminoácidos ricos en ácido glutámico, hidroxiprolina y glicina.

Pérez et al [20]. EN el ensayo realizado señalan que, los aminoácidos brindan beneficios fundamentales para las plantas, como:

Ayudan a las plantas a captar microelementos de baja movilidad mediante su capacidad quelante, destacándose el L-ácido glutámico y la L-glicina en este proceso. Juegan desempeñan un papel crucial en la formación de hormonas vegetales como el etileno, las auxinas y otras implicadas en la floración. Al ser aplicados, promueven el incremento de la flora microbiana, lo cual contribuye a mejorar la calidad del suelo. En lo tanto, los aminoácidos favorecen tanto las etapas o fases fisiológicas de las plantas como la calidad del suelo, impulsando así un desarrollo vegetal más eficiente.

1.2. Formulación del Problema

El espárrago peruano ha alcanzado renombre a nivel global, siendo exportado a 80 países en todo el mundo, desempeñado un papel fundamental en abrir los mercados internacionales para la agroindustria peruana. Este sector ha emergido como una parte significativa de la economía del país, contribuyendo al impulso de una agricultura moderna y sostenible, orientada a optimizar la eficiencia productiva, reducir el impacto ambiental y mejorar la resiliencia de los cultivos frente a condiciones adversas.

Ica, cuenta con condiciones naturales favorables que, combinadas con tecnología y habilidades empresariales, han posicionado a Perú como líderes en el comercio agrícola internacional, con una posición destacada en la exportación de espárragos, pero los precios han sido cada vez menos favorable para los productores, perdiéndose también la calidad del producto que está en manos de una gran mayoría de pequeños agricultores.

Además, según Osorio. [21]. Todas las plantas, incluso aquellas que toleran altas temperaturas como las termófilas, han experimentado, experimentan y experimentarán impactos derivados de El Niño, con posibles consecuencias en la proliferación de insectos que perforan, gusanos que afectan brotes y hojas, y la presencia de la mosca minadora. Asimismo, pueden surgir enfermedades como Botrytis, Oídium, Roya, Fusarium y otros hongos y organismos similares debido a condiciones de calor, baja humedad relativa y vientos impredecibles, lo que favorece la aparición de enfermedades virósicas.

Ante esta situación, es necesario considerar alternativas para reducir los daños, como la aplicación de ácido glutámico y Silicio.

a) Problema General

¿De qué manera el uso del ácido glutámico puede mejorar las características biométricas en el cultivo de espárrago y cuánto podría incrementarse la rentabilidad del cultivo como resultado de su aplicación?

b) Problema Especifico

¿De qué manera el efecto del uso del ácido glutámico puede generar una respuesta tolerante del cultivo de espárrago al estrés abiótico teniendo un ahorro de energía y reduciendo las pérdidas en rendimiento y calidad en la zona baja del valle de Ica?

¿Puede el efecto del uso del ácido glutámico mejorar las características biométricas en el cultivo de espárrago y en cuanto se incrementará la rentabilidad del cultivo?

1.3 Delimitación del problema.

a) Delimitación geográfica.

La investigación se realizó en el Fundo “Cucho” ubicado en el Distrito de Santiago, Provincia y Departamento de Ica.

b) Delimitación temporal.

El ensayo inicio en enero del 2024 y culminó, en julio del 2024, comprendiendo el periodo vegetativo del cultivo, durante el cual se llevó a cabo la evaluación de las variables planteadas.

c) Delimitación social.

Ica, se caracteriza por su clima árido y una actividad agrícola intensiva, en especial con cultivos agroexportables, como son los espárragos, la cual continúa representando una de las fuentes económicas más relevantes para los agricultores locales, quienes enfrentan desafíos significativos debido al estrés hídrico y las altas temperaturas, representan desafíos importantes para la agricultura en la región.

El ácido glutámico podría ser una solución innovadora para mejorar la capacidad de recuperación del cultivo de espárrago frente a estas condiciones adversas. Esto no solo tendría un efecto positivo en la productividad agrícola, sino que también mejoraría el bienestar socioeconómico de los agricultores al garantizar rendimientos más estables.

Dado que el espárrago es un producto agrícola clave para la exportación en Perú, el ensayo podría generar resultados aplicables que no solo benefician a los agricultores locales, sino también a la capacidad del país para posicionarse eficazmente en el comercio global.

La investigación busca proporcionar soluciones prácticas y sostenibles para mejorar la adaptabilidad del espárrago frente a estos desafíos. propios del cambio climático.

d) Delimitación conceptual.

Esta tesis define el uso del ácido glutámico como una de las alternativas en el incremento del rendimiento y la calidad del espárrago, afectado por las altas temperaturas. El estrés hídrico, es la condición que las plantas están enfrentando ante el déficit de agua, lo que afecta su metabolismo y desarrollo. La exposición del cultivo a temperaturas superiores a los rangos óptimos de crecimiento, puede acelerar la deshidratación y reducir la calidad del producto. Al ser un aminoácido no esencial, el ácido glutámico, actúa como un potenciador en la síntesis de proteínas y osmoprotectores en plantas, ayudando a atenuar las consecuencias del estrés, por ello el híbrido UC 115 F1, fue seleccionado por su alta productividad y adaptabilidad a climas extremos.

El contexto global actual implica el consumo de productos inocuos, respetuosos del medio ambiente y su aplicación y tendencia al crecimiento de los cultivos agroecológicos u orgánicos reemplazando los fertilizantes sintéticos por productos biológicos, aminoácidos, etc., una alternativa es el ácido glutámico, que no solo mejora la capacidad de las plantas para enfrentar condiciones adversas, sino que también contribuye a una agricultura más eficiente y sostenible. Es probable que este aminoácido ayude al cultivo de espárrago a sobrellevar el estrés hídrico y las altas temperaturas, incrementando el éxito del mismo.

1.4 Justificación e importancia de la investigación.

a) Justificación

La industria del espárrago ha tenido una presencia constante en los mercados como Estados Unidos y Europa durante muchos años, y se ha consolidado como una hortaliza de consumo diario en muchos hogares. Esto garantiza un nivel mínimo de demanda, que se ve reforzado por un crecimiento constante debido a la incorporación de nuevos consumidores.

Agraria.pe. [22]. El sector del espárrago en Perú ofrece una propuesta de valor que incluye un “triple impacto” (económico, social y ambiental), alineado con los Objetivos de Desarrollo Sostenible establecidos por la Agenda 2030 que aseguran la sostenibilidad a largo plazo.

En el aspecto social, el espárrago ha liderado la agricultura moderna durante más de un cuarto de siglo, impulsando el desarrollo en las regiones donde tiene presencia y generando una gran cantidad de empleos de manera descentralizada. En términos ambientales, el sector fomenta la optimización y aprovechamiento responsable de los recursos naturales, implementando planes de acción para equilibrar la conservación y el desarrollo.

Intagri. [23]. En los últimos tiempos, se ha propuesto la aplicación de ácido glutámico en la agricultura debido a que, en cantidades reducidas, produce efectos favorables sobre los procesos fisiológicos de la planta, incluyendo la germinación, el crecimiento inicial, la diferenciación floral, la fecundación y el desarrollo de los frutos. 15

La pulverización de ácido glutámico sobre las hojas promueve la síntesis de clorofila b. La consecuencia acumulativa de esta aplicación conlleva a un aumento en la actividad de la enzima glutamina sintetasa, lo que conlleva a una mejora en la productividad de los frutos.

Tradecorp. [24]. El ácido glutámico actúa como un quelante, mejorando la asimilación de nutrientes esenciales por la planta. Además, este aminoácido funciona como una fuente interna de almacenamiento de nitrógeno en la planta y tiene la capacidad de transformarse en otros aminoácidos mediante el proceso de transaminación.

Se ha identificado que la exposición a temperaturas elevadas genera condiciones de estrés que inducen desencadenar rutas de señalización celular, las cuales promueven la activación génica y la producción de proteínas, entre ellas las denominadas proteínas de choque térmico (HSPs, por sus siglas en inglés), especializadas en la respuesta al calor. Estas proteínas desempeñan un papel crucial al estabilizar la estructura de otras proteínas y enzimas que protegen el sistema fotosintético y la estabilidad de las membranas celulares. Además, contribuyen a la protección y reparación de la estructura tridimensional de las proteínas, permitiendo así la actividad celular durante episodios de estrés causados por temperaturas elevadas.

Lo indicado, nos hace reflexionar sobre la necesidad de seguir mejorando la calidad, la productividad y rentabilidad del espárrago, por ello el uso de aminoácidos genera respuestas rápidas y visibles, promoviendo cultivos más robustos con una mayor resistencia a condiciones climáticas desfavorables. Además, al acelerar el desarrollo de los cultivos, se puede reducir el ciclo de producción, lo que conlleva beneficios como la disponibilidad de productos durante condiciones climáticas adversas, la posibilidad de obtener precios favorables en la competitividad del mercado y en la optimización de los costos de producción.

b) Importancia

Desde los años 80, la región de Ica ha visto un auge en la producción de espárragos, que se inició como una alternativa a los cultivos tradicionales y con el paso del tiempo, la producción de espárragos verdes frescos se ha fortalecido, posicionando a la región como líder indiscutible en este campo. La industria del espárrago en la región es sostenible en todos los aspectos y ha allanado el camino para que otros productos peruanos se abran paso en los mercados internacionales, liderando las exportaciones y obteniendo reconocimiento mundial. (22).

El cultivo de espárrago, híbrido UC 115 F1, está ganando espacio por los buenos rendimientos ante las variedades e híbridos sembrados anteriormente en Ica, si bien ha disminuido las áreas de este cultivo, sigue siendo uno de los cultivos no tradicionales de mayor conducción en la parte baja del valle de Ica.

Las condiciones de cambio climático es una preocupación, que con la alteración de los patrones de lluvia y el incremento en la temperatura promedio anual, son dos elementos que pueden ejercer una influencia significativa en la producción del cultivo de espárrago. Estos factores pueden afectar tanto el rendimiento del cultivo como la calidad de los turiones.

Señalan que los bioestimulantes y los aminoácidos desempeñan un papel crucial en contrarrestar los efectos adversos, como las condiciones de alta temperatura, la L-prolina actúa como un osmoprotector al promover una mayor retención de agua en el citoplasma, el ácido glutámico modula la permeabilidad de la membrana celular para favorecer el equilibrio hídrico bajo condiciones de estrés, y la L-serina participa en la regulación funcional de las acuaporinas, proteínas transmembrana responsables del transporte eficiente de agua en las células vegetales. Asimismo, la L-valina contribuye a mantener la integridad de la membrana celular. La incorporación de un bioestimulante formulado con aminoácidos incrementa el rendimiento productivo, elevando notablemente la calidad de los frutos y reforzando los mecanismos de defensa intrínsecos de la planta. Esta mejora fisiológica le permite enfrentar con mayor eficacia el ataque de plagas, enfermedades y factores climáticos extremos como granizadas, olas de calor o heladas, minimizando el riesgo de daños estructurales o fisiológicos significativos.

Aminoácidos como la L-arginina, L-alanina, L-glicina y el ácido L-glutámico estimulan la biosíntesis de clorofila, lo que favorece la eficiencia del proceso fotosintético y, por ende, incrementa la generación de fotoasimilados. Además, estos compuestos elevan la concentración de clorofila en el follaje, optimizando la captación de energía lumínica por parte de la planta. La acción de aminoácidos como el L-glutámico, la L-glicina y el ácido L-aspartico, para formar complejos con los nutrientes, permite a la planta absorber de manera eficiente tanto el agua como los nutrimentos necesarios para su desarrollo. Esta capacidad de los bioestimulantes y aminoácidos nos permite utilizarlos y adoptar prácticas agrícolas más eficientes y sostenibles, lo que a su vez beneficia la productividad agropecuaria y la sostenibilidad ambiental. [5].

Al igual que otros cultivos de agroexportación en Perú, la industria del espárrago se esfuerza por cumplir con los estándares internacionales más exigentes en la gestión del agua, los pesticidas y el medio ambiente en general, además de cumplir con los estándares sociales a nivel nacional e internacional.

Agraria.pe. [22]. Señalan que, el espárrago no solo es importante desde una perspectiva económica debido al valor de exportación que genera, sino que también representa una cadena de valor desarrollada a lo largo de la costa, con La Libertad e Ica como centros de producción destacados.

1.5 Hipótesis de investigación

a) Hipótesis General

¿La aplicación de ácido glutámico mitiga los efectos negativos del estrés hídrico y las altas temperaturas en el cultivo de espárrago híbrido UC 115 F1, mejorando su rendimiento y calidad en las condiciones climáticas de Santiago - Ica?

b) Hipótesis específica

- Las características agronómicas del espárrago híbrido UC 115 F1, mejoran con la aplicación de los tratamientos de ácido glutámico influyendo en el cultivo al incrementar el rendimiento.
- El uso del ácido glutámico, mejoran las características biométricas del cultivo de espárrago híbrido UC 115 F1, incrementando la rentabilidad del cultivo, al mitigar los impactos negativos del cambio climático sobre el cultivo.

1.6 Objetivos de la investigación

a) Objetivo general

Evaluar el efecto del ácido glutámico en la mitigación del estrés hídrico y las altas temperaturas en el cultivo de espárrago híbrido UC 115 F1, en Santiago - Ica, con el fin de proponer estrategias para incrementar su rendimiento y sostenibilidad agrícola.

b) Objetivo específico

- Evaluar la respuesta del espárrago a la aplicación del ácido glutámico en términos de crecimiento, desarrollo y productividad en condiciones de altas temperaturas, identificando la dosis óptima de ácido glutámico que maximice los beneficios en la tolerancia al estrés y el rendimiento del cultivo en la zona baja del valle de Ica.
- Establecer el mayor efecto en el rendimiento del cultivo de espárrago híbrido UC 115 F1 al aplicar los tratamientos de materias activas de ácido glutámico en la zona baja del valle de Ica.

1.7 Variables de la investigación

Identificación de las Variables

Identificación de las variables

a) Variable independiente.

Aplicación del ácido glutámico (X1).

Indicadores

- Dosis.

- Frecuencia

b) Variable dependiente.

Incremento de la producción (Y1)

Indicadores:

- Aumento de la producción del híbrido UC 115 F1.
- Mejor calidad de los turiones.

c) Variables Intervinientes

En el marco de esta variable, los factores que pueden influir o actuar como intermediarios entre la variable independiente y la dependiente son:

Variedad

Considera dos dimensiones fundamentales: la fisiológica, que abarca aspectos como el tamaño, la calidad, la cantidad de estructuras, así como la viabilidad y el vigor; y la genética, que determina las características de adaptación de las plantas, así como su susceptibilidad o resistencia frente al ataque de patógenos.

Problemas fitosanitarios

Se trata de problemas sanitarios en el ámbito agrícola que pueden inducir estrés biótico en las plantas, generando alteraciones en sus funciones fisiológicas.

Temperatura

Temperaturas adecuadas pueden estimular una adecuada brotación y emergencia de los turiones, cuando se elevan en exceso, compromete la calidad de los turiones.

Control de plagas y enfermedades

Aplicación de pesticidas o tratamientos fitosanitarios que afecten la respuesta del cultivo.

1.7.1 Operacionalización de las Variables

VARIABLES	CORRELACIONAR	INDICADORES
Variable Independiente	- AMINO POWER, - Acido Glutámico AAA - AMINOMAX - Testigo Absoluto.	Calidad Frecuencia de aplicación.
Variable Dependiente	- Incremento de la producción.	Producción y calidad de turiones. Kilogramo /Ha.

Elaboración propia.



Fig. 1. Ubicación de la Parcela donde se realizó el ensayo. Fotos Google Earth Pro

14°15'35.33" S

14°15.591' S

75°39'28.64" O

75°39.495' O

374 m.s.n.m.

II. ESTRATEGIA METODOLÓGICA

2.1 Instrumentos de recolección de datos

Aplicaciones foliares de tres ácidos glutámicos y sus dosis, observándose minuciosamente las características fenológicas y morfológicas en cada uno de los tratamientos, llevando un registro detallado de las evaluaciones.

Para efecto de la investigación, se evaluaron seis (06) tratamientos, con sus dosis correspondientes. En su conjunto los espárrago están sembrados a un distanciamiento entre líneas de 1.60 m. y a 0.20 m entre plantas; son 20 plantas por surco un solo surco a cosecharse. Las aplicaciones se efectuaron en pleno brotamiento, Pre floración, y antes de la maduración. El espárrago en estudio fue el híbrido UC 115 F1.

Se utilizó un cuaderno o libreta de campo como instrumento como complemento para una oportuna obtención de información correspondiente a las variables consideradas en el ensayo.

En el desarrollo del ensayo de la tesis, se emplearon los materiales que se detallan a continuación:

- ✓ Lampa
- ✓ Calculadora
- ✓ Bolsas plásticas
- ✓ Balanza
- ✓ Material de Escritorio
- ✓ Etiquetas.
- ✓ Wincha y cordel
- ✓ Cámara fotográfica
- ✓ Libreta de apuntes

2.2 Técnicas de recolección de datos

2.2.1 Metodología de la aplicación de los tratamientos

Para efecto de la investigación, se evaluaron seis (06) tratamientos aplicados conforme a las dosis y productos especificados. Las aplicaciones se realizaron en pleno brotamiento, pre floración y antes de la maduración del cultivo, es decir fueron tres aplicaciones en total.

El análisis de varianza (ANOVA) constituye una herramienta estadística empleada para evaluar si existen diferencias significativas entre las medias de dos o más tratamientos. Este método permite descomponer la variabilidad total observada en dos componentes: la variación atribuible a las diferencias entre los grupos y la variación interna dentro de cada grupo. Cuando la variabilidad entre los grupos supera significativamente la variabilidad interna, se infiere la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre las medias

comparadas. El ANOVA genera como resultado la “estadística F”, la cual cuantifica la relación entre ambas fuentes de variación.

Si la estadística F es significativa, entonces se rechaza la hipótesis nula, que es la hipótesis de que no hay diferencia significativa entre los promedios de los grupos.

TABLA 1
TRATAMIENTOS EN ESTUDIO

Clave N°	Tratamientos		Dosis/Parcela (27m2)		
	Ácido Glutámico aplicados foliarmente		Aplicaciones		
			1°	2°	3°
1	AMINO POWER 2 kg/ha	Foliar	22 g	22 g	22 g
2	Acido Glutámico AAA 2 L/ha	Foliar	22 L	33 L	33 L
3	Acido Glutámico AAA 3 L/ha	Foliar	33 L	33 L	33 L
4	AMINOMAX 1/L/ha	Foliar	11 cc	11 cc	11 cc
5	AMINOMAX 2/L/ha	Foliar	22 cc	22 cc	22 cc
6	Testigo		0	0	0

2.2.2 Diseño experimental

Se empleó un Diseño completamente Randomizado al azar, conformado por seis (06) tratamientos, incluyendo un testigo sin aplicación, y tres (03) repeticiones por tratamiento, lo que resultó en un total de 18 unidades experimentales. El análisis estadístico se realizó mediante un análisis de varianza (ANOVA), considerando las fuentes de variación correspondientes y sus respectivos grados de libertad, se presentan en la Tabla 2

TABLA 2
ANALISIS DE LA VARIANCIA (ANVA)

Fuente de Variación (F.V.)	Grados de Libertad (GL)
TOTAL	17
REPETICIONES	2
TRATAMIENTOS	5
ERROR EXPERIMENTAL	10

2.3. Técnica de procesamiento de datos, análisis e interpretación de resultados

El procedimiento se fundamentó en una recolección de datos sistemática y secuencial para cada una de las variables evaluadas. Posteriormente, la información obtenida fue organizada de forma estructurada, con el fin de facilitar su procesamiento y análisis estadístico.

Se aplicaron los tratamientos de acuerdo con el diseño experimental establecido, siguiendo las dosis recomendadas por el fabricante de los ácidos glutámicos, asegurando que la aplicación se realice de manera uniforme y consistente. Se llevo un registro detallado de la aplicación de los tratamientos, incluyendo la fecha, la dosis aplicada, el método de aplicación y cualquier observación relevante. Además, se monitoreo regularmente el crecimiento y desarrollo de las plantas de espárragos, así como cualquier cambio en la salud de las plantas.

Se recopilaron los datos de las variables de interés, como altura de las plantas, número y tamaño de los tallos, rendimiento del cultivo, presencia de enfermedades o plagas, entre otros. Los datos fueron recolectados de manera sistemática y en intervalos regulares a lo largo del período de estudio.

Análisis estadístico: Una vez recopilados todos los datos, se realizó el análisis estadístico apropiado para valorar el efecto de los tratamientos en el cultivo de espárrago. Esto puede incluir pruebas de comparación de medias, análisis de varianza (ANOVA) u otros métodos estadísticos relevantes.

Los resultados obtenidos a partir del análisis estadístico fueron interpretados y discutidos en función de los objetivos planteados en la investigación, considerando sus implicancias y reconociendo posibles limitaciones del estudio. Asimismo, se propusieron líneas de investigación futuras que podrían complementar o profundizar los hallazgos obtenidos. La presentación de los resultados se realizó de forma clara y precisa en el informe final, apoyándose en tablas, gráficos y otros recursos visuales que facilitaron la comprensión del ensayo, el cual evaluó el efecto del ácido glutámico frente al estrés hídrico y las altas temperaturas en el cultivo de espárrago UC 115 F1, en el distrito de Santiago.

2.3.2 Análisis de Suelo.

Se procedió a la obtención de muestras de suelo, siguiendo el protocolo establecido que garantice la representatividad y confiabilidad de los datos obtenidos, comenzando con la limpieza de la superficie, obteniendo muestras desde 0.00 cm hasta una profundidad de 0.30 cm, asegurando que reflejen las características propias del suelo en la zona agrícola estudiada. Para ello, se realizó un recorrido en zigzag a lo largo del campo, recolectando muestras de suelo tras retirar los primeros 5 cm de la capa superior. Luego, las muestras recolectadas se mezclaron minuciosamente para crear una submuestra homogénea y representativa, de la cual se obtuvo la muestra final constituido de 1.0 kg., la cual fue enviada al Laboratorio del Instituto Rural Valle Grande para su respectivo análisis.

TABLA 3
ANÁLISIS FÍSICO – MECÁNICO DEL SUELO 2024

PARAMETRO	RESULTADO	NIVEL (m)	METODO	TECNICA
Arena %	46.24	0.00 – 0.30		Bouyoucos
Limo %	33.64			Bouyoucos
Arcilla %	20.12		MES – 001	Bouyoucos
Clase Textural	Franco		Propio del Laboratorio.	Triángulo textural

*** MES y MEA: Método Propio del Laboratorio.**

El resultado muestra un suelo de textura Franca.

TABLA 4
ANÁLISIS QUÍMICO DEL SUELO DE 0.00 A 0.30 cm 2024

PARAMETROS	RESULTADO	METODO USADO	INTERPRETACION
Carbonato de Calcio Total %	0.39	Gravimétrico	Muy Bajo
Conductividad Eléctrica (E.S) a 25°C	21.83	Electrométrico	Muy Fuertemente Salino
pH (1/1) a Temp = 19.8 °C	7.45	Electrométrico	Medianamente Alcalino
Fosforo Disponible ppm	11.54	Olsen	Adecuado
Materia Orgánica %	0.90	Walkley y Black	Bajo
Nitrógeno Total %	0.05	Kjeldahl	Muy Bajo
Potasio Disponible ppm	342.40	Acetato de Amonio	Alto
Cationes Cambiables			
Calcio mEq / 100 g	8.32	Extractante: Ac. Amonio	Bajo
Magnesio mEq / 100 g	1.86	FAAS	Adecuado
Sodio mEq / 100 g	1.42	FAAS	Alto
Potasio mEq / 100 g	0.71	FAAS	Adecuado
C.I.C.E mEq / 100 g	12.30	FAAS	Medio
P.S.I %	11.51	Cálculo Matemático	Ligeramente Salino

Fuente: Rioja Molina, A. (2002). Apuntes de Fitotecnia General, E.U.I.T.A., Ciudad Real. [25].

*** FAAS: Espectrometría de Absorción Atómica por Llama**

*** MES: Cálculo Matemático. Método propio del Laboratorio.**

2.4 Tipo, nivel y diseño de la investigación

2.4.1 Tipo de investigación

Tipo Aplicada

2.4.2 Nivel de investigación

Es un estudio experimental y exploratorio, se ha basado en el método científico con el empleo del diseño estadístico, en estudio en el campo experimental, con el número de plantas suficiente para garantizar las evaluaciones oportunas. Se ha manipulado más de 2 ó 3 variables, maniobrando efectos y conductas del cultivo de esparrago.

2.4.3 Diseño de investigación

Se empleo un Diseño Completamente Randomizado al azar, conformado por seis (06) tratamientos, incluyendo un testigo sin aplicación, y tres (03) repeticiones por tratamiento, lo que da como resultado un total de 18 unidades experimentales.

El análisis estadístico se realizó mediante un análisis de varianza (ANOVA), considerando las fuentes de variación correspondientes (tratamientos y error experimental) y sus respectivos grados de libertad, con el propósito de determinar la existencia de diferencias significativas entre los tratamientos evaluados.

2.4.4 Tratamiento de estudio

En el ensayo se probó tres (03) productos con ácido glutámico, siendo los productos AMINOMAX a la dosis de 1 L/ha, Acido Glutámico AAA a la dosis de 2 L/ha, y AMINO POWER, a la dosis de 2 kg/ha.

2.5 Población y muestra

2.5.1 Población de estudio

Para los fines del presente ensayo, la población experimental se definió en función del área cultivada. con el híbrido UC 115 F1, siendo esta de 3.0 hectáreas, de 02 años, sembrada en el sector La Venta Baja en el distrito de Santiago, en la Ex Cooperativa Santa Dominguita.

2.5.2 Población de la muestra del estudio

Las evaluaciones programadas durante la fase de crecimiento vegetativo del cultivo se llevaron a cabo conforme a lo planificado en el ensayo. Las muestras fueron recolectadas de las líneas centrales de cada unidad experimental, correspondientes a los tratamientos aplicados con el ácido Glutámico vía foliar realizados de acuerdo al diseño de la investigación.

Diseño experimental

Se uso el diseño completamente Randomizado al azar, con diez (06) tratamientos incluido el testigo sin aplicación y por tres (03) repeticiones, haciendo un total de 18 unidades experimentales.

Características del campo experimental.

a) Parcelas.

- Largo de parcela: 7.0 m
- Ancho de parcela: 5.0 m
- Área total por parcela: 35.0 m²
- Área útil cosechable por parcela: 11.25 m² (considerando un surco central)

b) Distribución de plantas

- Número de plantas por surco: 20
- Número de surcos por parcela: 3
- Número total de plantas por parcela: 60
- Número de plantas evaluadas por parcela: 20 (surco central)
- Distancia entre plantas: 0.25 m
- Distancia entre surcos: 1.60 m

c) Repeticiones y/o Bloques

- Número de repeticiones: 3
- Área total por bloque: 210.0 m²
- Área total del experimento: 630.0 m²

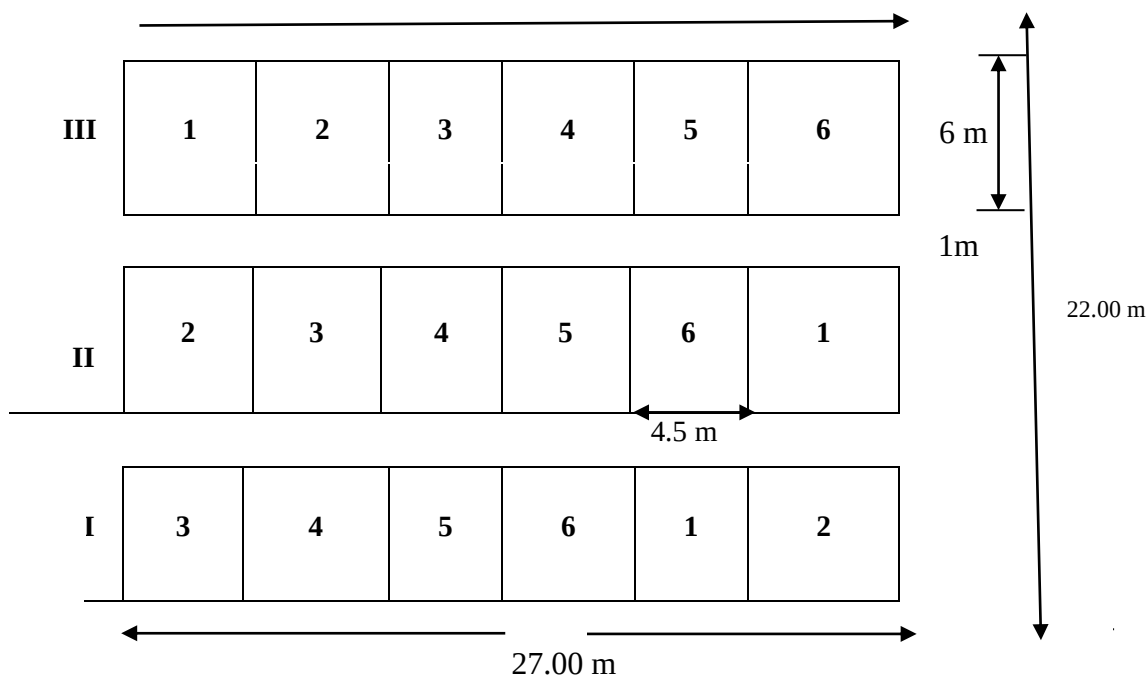
d) Calles

- Número de calles: 4
- Ancho de calles: 1.0 m
- Largo de calles: 42.0 m

e) Área del terreno experimental

- Área total del terreno experimental (incluyendo calles): 750.0 m²
- Área neta cosechable: 202.5 m² (18 parcelas × 11.25 m²)

Croquis experimental



Características a evaluar

La aplicación de los ácidos glutámicos fue en las dosis y frecuencia propuesta en el ensayo, según los factores y las combinaciones o tratamientos propuestos, tomándose en cuenta también la ficha técnica de los productos, teniendo en cuenta los siguientes parámetros:

- ✓ **Altura de planta (cm).** Esta variable se evaluó midiendo la distancia desde la base del tallo hasta el ápice de la planta. Para ello, se seleccionaron al azar 10 plantas por parcela, utilizando una cinta métrica como instrumento de medición. Se realizaron mediciones a los 90 y 120 días después dejado de cosechar (DDC). Se promediaron los valores para obtener la altura promedio de la planta por tratamiento.
- ✓ **Número de tallos por metro lineal (unidad).** Se conto el número de tallos presentes en un metro lineal de cada parcela. Se realizaron conteos a los 90 y 120 DDC para evaluar el desarrollo y la densidad de tallos. Se promediaron los valores en el conteo directo de los tallos presentes en un metro lineal por tratamiento. Los tallos son la parte aérea comestible que emerge del rizoma subterráneo, sirviendo para acumular energía y nutrientes necesarios para el desarrollo de la planta.
- ✓ **Numero de brotes (unidad).** Se tuvo presente la evaluación al día siguiente después de la cosecha, cuando se inició la aparición y número de brotes que emerjan por metro lineal. Se registro el número de días transcurridos desde la parada de la cosecha hasta la aparición de los nuevos brotes de espárrago. Este parámetro es importante para evaluar la velocidad de emergencia y desarrollo inicial de la planta y comprender la duración de la cosecha. Los brotes que emergen del suelo son rectos y erguidos; se les

conoce con el nombre de turiones, o más comúnmente, espárragos, y constituyen la parte comestible de la planta.

- ✓ Rendimiento, peso de turiones (kg). Se cosecho los turiones correspondientes a los surcos centrales de cada parcela del ensayo, tomando en cuenta el tamaño comercial de venta al mercado, para luego realizarse el pesado, al final se contabilizo el total de rendimiento por hectárea para medir el peso en kilogramos y se registró para cada tratamiento, lo que permitirá calcular el rendimiento en kg/ha por tratamiento.
- ✓ Análisis económico de los tratamientos. Se realizo el análisis económico que incluye los costos de los ácidos glutámicos, mano de obra, equipos y otros insumos utilizados en cada tratamiento. Se compararon los rendimientos obtenidos con los costos incurridos para determinar la rentabilidad y viabilidad económica de cada tratamiento. Se registro los costos asociados a la inversión inicial y a la operación de cada uno de los tratamientos evaluados, se calculó el beneficio neto de cada tratamiento restando los costos de producción al valor de la producción.

2.5.3 Datos meteorológicos.

Las variables meteorológicas desempeñan un papel fundamental en la agricultura, ya que influyen directamente en el crecimiento y rendimiento de los cultivos. Estas condiciones determinan gran parte de los procesos agronómicos, incluyendo el desarrollo fisiológico de las plantas, la aparición y propagación de enfermedades fúngicas, así como las fases de desarrollo de diversas plagas. En el presente ensayo, los datos climáticos utilizados fueron proporcionados por el SENAMHI Ica, y corresponden a:

Estación MAP – San Camilo

Longitud: 75° 42' 39,6" S

Latitud: 14° 4' 24" W

Dpto.: Ica

Provincia: Ica

Distrito: Parcona

Altitud: 407 msnm

TABLA 5
INFORMACIÓN METEOROLÓGICA – MENSUAL ENERO A JULIO DEL 2024

Meses	Temperatura °C			Humedad
	Máxima	Media	Mínima	relativa %
Enero	33.8	26.3	18.7	65.0
Febrero	34.7	27.3	19.8	64.0
Marzo	34.6	26.9	19.2	67.0
Abril	32.1	23.2	17.2	72.0
Mayo	29.7	21.2	12.6	77.0
Junio	26.6	18.2	9.7	77.0
Julio	25.9	17.8	9.7	79.0

FUENTE: SENAMHI. Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú

N: Norte

S: Sur

NE: Norte Este

SE: Sur Este

NW: Norte Oeste

SW: Sur Oeste

En cuanto a las condiciones climáticas adecuadas para el cultivo de espárrago, se considera que las temperaturas óptimas oscilan entre una máxima de 34.7 °C y una mínima de 9.7 °C. Las temperaturas registradas durante el ensayo se mantuvieron dentro de este rango favorable para el desarrollo del cultivo. Sin embargo, durante la etapa de cosecha, la disminución térmica observada en el mes de junio afectó negativamente el crecimiento de los turiones, lo que limitó su brotación. Como consecuencia, la recolección se llevó a cabo una sola vez al día, adaptándose a la menor actividad fisiológica de la planta bajo esas condiciones. [26].

La eficacia de las aplicaciones foliares de micronutrientes y su absorción por vía foliar está estrechamente vinculada a factores como la temperatura del aire, la humedad relativa, la radiación solar y la velocidad del viento. Temperaturas elevadas, como las observadas en febrero (34.7 °C), pueden acelerar la evaporación de la solución foliar, reduciendo el tiempo de contacto con la superficie de la hoja y limitando la absorción. Por otro lado, una humedad relativa superior al 70 %, como la registrada en mayo, junio y julio, favoreció la hidratación de la cutícula foliar, facilitando la penetración de los nutrientes. Sin embargo, durante el mes de junio, la disminución térmica (mínima de 9.7 °C) afecta la brotación de los turiones, limitando la cosecha a una sola vez por día. Estas condiciones climáticas deben considerarse al momento de programar las aplicaciones foliares, en consecuencia, el manejo agronómico del cultivo debe

adaptarse dinámicamente al entorno climático para asegurar una respuesta fisiológica óptima del espárrago.

2.5.4 Cultivos y deshierbos

El control eficiente de las malas hierbas resulta crucial, ya que interfieren en el desarrollo del cultivo al competir por luz, agua y los elementos nutritivos necesarios para el crecimiento óptimo de las plantas, además de servir como refugio para distintas plagas. Para realizar el deshierbe, se utilizó una herramienta manual diseñada especialmente, una lampa más delgada, que permitió retirar las malas hierbas del centro y los costados de las coronas sin dañar los brotes. Esta herramienta ha sido ideada y mandada elaborar por los mismos agricultores, específicamente para esta tarea. Dicho proceso se ejecutó cada 20 días, concentrándose en las hierbas que crecen en la corona, mientras que las que aparecen en los surcos fueron controladas mediante maquinaria agrícola.

Durante el periodo vegetativo, se llevaron a cabo dos trabajos mecanizados: uno tras la cosecha y otro a los 40 días. En total, el manejo de las malas hierbas incluyó cuatro deshierbes manuales, dos mecanizados y un tratamiento químico aplicado después de la cosecha, orientado al control de la grama dulce (*Cynodon dactylon*) y el coquito, (*Cyperus rotundus*) que son las principales malezas que afectan especialmente a la corona del cultivo.

2.5.6 Control fitosanitario

El manejo fitosanitario en el cultivo de espárrago es de vital importancia, dado que la presencia de plagas y enfermedades está influenciada por elementos estacionales, por las condiciones climáticas predominantes y las prácticas de cultivo. En este caso, el agricultor realizó el control de plagas basado en evaluaciones realizadas por el asesor técnico, siguiendo las recomendaciones indicadas.

Entre las plagas más comunes observadas se encuentran las larvas de *Anónala testaceipennis* (Gusano blanco) y *Lygirus maimon*, (gallinita ciega) que se alimentan de materia orgánica, pero también de las raíces y dañan la corona, los brotes nuevos y los turiones después de dejado de cosechar y durante la cosecha, afectando la calidad del turión. También se identificaron daños causados por *Elasmopalpus lignosellus*, (Gusano perforador) que perfora el tallo a nivel del cuello, provocan túneles o galerías y perforaciones en las plantas jóvenes, induciendo la pérdida de entre 3 y 5 plantas de espárragos. Este daño provocó que los tallos se sequen y se desprendan fácilmente al tirar de ellos, notándose el secado de los tallos desde el ápice. Otra plaga relevante es *Prodiplosis longifila*, (Mosquilla de los brotes) a la cual se le conoce como una de las principales plagas del espárrago, ya que afecta a la planta a lo largo de todo su desarrollo fenológico, especialmente en las etapas de brotación, ramificación y

apertura de los filocladios. Esto ocasiona, que las cosechas se lleven a cabo con un primer brote o con parte de brotación del segundo brote, afecta los brotes tiernos, impidiendo la formación de tallos y reduciendo la producción.

Además, se detectó la presencia de *Thrips tabaci*., (Trips del brote) que ocasionaron daños menores en los turiones y brotes tiernos durante la cosecha. Para mitigar su impacto, se emplearon trampas pegantes. Las larvas de lepidópteros como *Spodoptera frugiperda*, (Gusano cogollero) y *Chloridea virescens* (antes llamado *Heliothis virescens*)., (Gusano perforador del fruto) también causaron daños, alimentándose de bayas, raspando y perforando los tallos. Los gusanos de tierra, específicamente *Agrotis ipsilon*, (Gusano de tierra) afectaron el rendimiento del cultivo al dañar los turiones y cortar los tallos. El productor realiza el control de plagas de acuerdo a las recomendaciones del Asesor Ing. Antonio Muñante Peña, así mismo las parcelas son supervisadas por SENASA, que obliga a los pequeños agricultores a que se realice la implementación del MIP – Manejo Integrado de Plagas.

En cuanto a enfermedades, se encontró Roya (*Puccinia asparagi*) y Cercospora o Cercosporiosis (*Cercospora asparagi*), ambas afectando los tallos, pero el control que se realiza es preventivo y después de las evaluaciones y según la escala se determina el control químico. Para el control fitosanitario, se realizaron aplicaciones específicas y se instalaron trampas pegantes amarillas y negras. Además, se identificó a *Stemphylium vesicarium* (Mancha Púrpura), la cual es considerada como una enfermedad potencialmente relevante en la región, especialmente por las condiciones de alta humedad y temperaturas fluctuantes. Dentro del monitoreo fitosanitario aplicado en la Parcela, esta se realizó semanal para la detección temprana de las manchas púrpuras. Además, en caso de detectar una incidencia que afecte al cultivo, se estima la incidencia, y se programa una aplicación fitosanitaria curativa.

La información sobre fertilización y aplicaciones fitosanitarias fue proporcionada por el asesor técnico, el Ing. Antonio Muñante Peña, quien destacó la importancia de un manejo integrado para garantizar la sostenibilidad y productividad del cultivo.

TABLA 6
APLICACIÓN DE FITOSANITARIOS 2024

Plan de aplicaciones foliares x hectare de espárrago verde

Agricultor:	EDDY CUCHO PACHECO											Deposito:	MOCHILA A MOTOR O TECNOMA - TRACTOR										
Ubicación:	SANTA MATILDE - SANTIAGO											Edad Cultivo:	03 AÑOS										
Aplicación:	FOLIAR											Fecha:	5 MESES										
Un. de Aplic.:	SEGÚN NIVEL DE DAÑO PREVIA EVALUACIÓN											Aplicación:	FOLIAR Y SISTEMA DE RIEGO										
APLICACIONES PREVENTIVAS Y CURATIVAS PARA ESPARRAGO VERDE DE EXPORTACIÓN																							
AGROQUIMICO	TRIADA AGUA	TACHIGAREN	TRIGGR KELP	ALGAEX SILICIO	PROTEIMAX	ALGA CA 24%	CALCIO BR ZINC	BAYFOLAN ALGAE	JABÓN POTASICO	ACEITE AGRICOLA	FENKIL 500 EC LIQUIDO	Confidor 350 SC	PROCLAIM	CLORFOS	SCORE	ANTRACOL	FOLICUR	TRASLOCADOR	K MADURADOR	RUMBA	HUMIC ME 1	KELWAY NPK	KELWAY CA, BR,ZINC
MES	DOSIS X CILINDRO DE 200 LITROS CON UN GASTO DE AGUA DE 3 A 4 CILINDROS X HECTAREA DEPENDIENDO LA FENOLOGIA DEL CULTIVO O SEGÚN RECOMENDACIÓN TECNICA																						
Enero	200 g	500 cc/ S.R.	1.5 L	3 L	3	3	3			2.1	1 L	600 g	1.5 L	750 cc	3 K				1.8 L		1 L		
Febrero	200 g				3		3	3	4 L	1.5 L	2.1	1 L	600 g		750 cc	3 K	300 cc		1.8 L	20 L		1 L	
Marzo	200 g	1 L/Foliar	1.5 L	3 L		3		3	4 L	1.5 L			600 g	1.5 L		3 K	300 cc				20 L	1 L	
Abril	200 g		1.5 L	3 L	3		3		4 L	1.5 L	2.1	1 L	600 g	1.5 L	750 cc	3 K	300 cc	3 L	3 L	1.8 L	20 L	1 L	
Mayo	200 g					3	3											3 L	3 L				
Nota:	Las aplicaciones pueden variar en número y producto agroquímico según la plaga o deficiencia foliar localizada, así como el volumen de agua a aplicar y el tipo de aplicación.																						

Información sobre los productos referenciados en la Tabla 4, sugeridos por el Asesor para el manejo de plagas y enfermedades tales como:

Triada Aguas

Es un producto que regula el pH y a la vez es un suavizador de las aguas duras utilizadas en la parte agrícola. El pH del agua utilizada fue de 7.5 y una conductividad eléctrica de 4.5 dS/m.

Tachigaren 30SL, producto que combina dos acciones: fungicida y regulador del crecimiento. Protege a las plantas de enfermedades fúngicas y a la vez promueve un crecimiento vigoroso. Utilizado como preventivo para enfermedades fúngicas del suelo.

Promotor de crecimiento al centrarse en el sistema radicular de las plantas, aumentando la masa de las raíces, mayor formación de raíces secundarias y pelos absorbentes, optimizando la absorción de nutrientes y la actividad fisiológica general de la planta, permitiendo un mejor desarrollo del cultivo incluso en suelos con alta presencia de hongos patógenos.

Triggr Kelp; Regulador de crecimiento de plantas con contenido de citoquininas más auxinas y elementos menores esenciales, el balance favorece a la formación activa de raíces y un mayor crecimiento de la planta.

Algaex Silicio

Es un bioestimulante y fitofortificante elaborado con algas marinas pardas originarias del Perú, específicamente de las especies *Macrocystis integrifolia*, *Lessonia nigrescens* y *Lessonia trabeculata*. Enriquecido con silicio obtenido de la montmorillonita y contiene macro y microelementos, aminoácidos y fitohormonas, todos derivados de los polímeros naturales presentes en las algas.

Proteimax

Fertilizante líquido, compuesto principalmente de proteínas y minerales, obtenido mediante el procesamiento enzimático de derivados orgánicos. Destaca por sus altos niveles de nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K), lo que favorece el desarrollo de microorganismos beneficiosos, conocidos como fibra bacteriana. Este producto es ideal para revitalizar y nutrir los suelos, incrementando su actividad microbiana y mejorando su fertilidad.

Alga Ca 24%

Producto que combina harina, extractos y concentrados obtenidos de algas pertenecientes al género *Laminaria digitata*, enriquecido con calcio. Alga CA 34% está formulado para reforzar las paredes celulares de las plantas, ayudando a minimizar los problemas fisiológicos asociados con la falta de calcio.

Kelway Calcio Boro Zinc

Fertilizante foliar, posee alta concentración de Calcio (10%), Boro (1%) y Zinc (5%), micronutrientes fundamentales para el desarrollo y la calidad de los frutos.

Bayfolan Algae

Formulado a base de un extracto concentrado obtenido del alga chilena *Durvillea antarctica*, al la cual se le han añadido nutrientes y aminoácidos. Además, ofrece una composición equilibrada de carbohidratos, minerales, fitohormonas y vitaminas que aseguran un aporte completo y efectivo.

Jabón Potásico

Detergente líquido biodegradable, utilizado para lavar las plantas de espárrago aplicado a las larvas de cutícula blanda, control de *Thrips spp.* (Trips del brote) y *Bemisia tabaci* (mosca blanca).

Aceite agrícola vegetal

Elaborado, de aceite de soya, no-iónico de acción adherente, dispersante y de encapsulamiento, utilizado para optimizar la acción de los plaguicidas.

Fenkil liquido 500 EC.

Formulado para actuar tanto por contacto como por ingestión, este insecticida presenta una elevada capacidad de penetración en los tejidos vegetales. Es empleado eficazmente en el control de insectos de hábitos picadores-chupadores y masticadores.

Confidor 350 SC.

Caracterizado por su alta sistemicidad, es una herramienta ideal para luchar contra los insectos picadores-chupadores, incluido a los insectos que se han adaptado y/o con resistencia a los insecticidas tradicionales.

Proclaim 05 SG

Insecticida y larvicida de fuente natural que actúa de manera translaminar. Está diseñado específicamente para combatir lepidópteros y, gracias a su impacto reducido sobre insectos aliados o depredadores naturales, es una opción adecuada para el Manejo Integrado de Plagas (MIP).

Clorfos 48 EC

Insecticida de uso agrícola que actúa mediante contacto, ingestión e inhalación. Su aplicación está destinada al control eficaz de larvas de lepidópteros.

Score 250 EC.

Fungicida sistémico está diseñado para controlar enfermedades como "*Roya sp.*" y *Cercospora sp.*, ofreciendo un amplio rango de acción, alta capacidad de impacto inicial y una residualidad superior en comparación con otros productos basados en triazoles.

Antracol 70% PM

Fungicida con propiedades preventivas y curativas, utilizado en el manejo de *Roya sp.* y *Cercospora sp.* Su uso considera la rotación de fungicidas para evitar la resistencia en los patógenos.

Folicur 250 EW.

Fungicida sistémico de amplio espectro es aplicado específicamente en cultivos como espárragos para tratar enfermedades como *Roya sp.*, *Cercospora sp.* y *Alternaria sp.*

Traslocador (Potasio K2O).

Bioestimulante, con un elevado contenido de potasio, mejora la maduración de los frutos, favoreciendo la concentración y acumulación de azúcares esenciales.

K Madurador

Es un fertilizante foliar complejo basado en potasio y fósforo, diseñado para apoyar el proceso de maduración en los cultivos.

Rumba

Regulador del crecimiento vegetal formulado a partir de extractos microbianos obtenidos de algas marinas. Su composición incluye precursores hormonales como citoquininas, auxinas y giberelinas, así como enzimas y aminoácidos, los cuales favorecen un desarrollo vigoroso y equilibrado de las plantas.

Humic Microorganismos Efectivos

Los Microorganismos Eficientes (EM) son combinaciones de Consorcio microbiano compuesto por bacterias ácido-lácticas, bacterias fotosintéticas, levaduras y hongos con capacidad fermentativa, obtenidas a partir de cultivos microbianos diversos y procesos biológicos de extracción. Contribuyen a mejorar la estructura física del suelo, incrementan su fertilidad química y disminuyen la presencia de agentes patógenos que generan enfermedades en los cultivos.

Kelway NPK.

Fertilizante líquido proporciona una nutrición completa y equilibrada a las plantas gracias a su fórmula con NPK (20-20-20) y microelementos quelatados.

Kelp Way Cs-B-Zn

Fertilizante foliar rico en calcio (10%), boro (1%) y zinc (5%), formulado para reforzar las paredes celulares, evitar la pérdida de órganos productivos, impulsar procesos enzimáticos, fomentar la producción de auxinas y apoyar el desarrollo del tubo polínico.

Las aplicaciones de los productos mencionados se realizaron del mes de enero a mayo, según lo detallado en la Tabla 6.

Adicionalmente se aplico

20 toneladas de guano de invernadero por hectárea, el cual fue aplicado de manera directa al campo en los surcos realizados previamente para su aplicación al finalizar la cosecha, y encima del guano de invernadero el agricultor aplicó 2.0 t de yeso agrícola. También el agricultor a los 20 días aplicó 50 L/ha de EM1 -Microorganismos eficientes activado vía sistema de riego, aplicación con la finalidad de potenciar la salud y fertilidad del suelo, como promotores de crecimiento, al aumentar la masa radicular, pelos absorbentes y la asimilación de nutrientes (a través de la descomposición de materia orgánica); y funcionan como agentes de biocontrol, ya que las bacterias benéficas compiten y suprimen patógenos del suelo como *Fusarium spp*, protegiendo el cultivo e impulsando su actividad fisiológica general, incluso en suelos salinos o estresados.

2.5.7 Fertilización

El productor lleva a cabo la fertilización exclusivamente mediante un sistema de riego por goteo combinado con la técnica de fertirrigación, mediante el uso de fertilizantes hidrosolubles. Esta estrategia tiene como finalidad suministrar de manera eficiente los nutrientes esenciales para el cultivo, favoreciendo su desarrollo óptimo, incrementando el rendimiento y mejorando la calidad de los turiones. La aplicación de los fertilizantes se realizó a través del sistema de riego, permitiendo una distribución uniforme y una mayor disponibilidad de nutrientes en la zona radicular, comenzó 15 días después de finalizar la cosecha de los turiones, en la etapa de pleno crecimiento de los tallos, empleando fertilizantes específicos.

El espárrago es una planta con altos requerimientos de nutrientes, lo que hace imprescindible una fertilización adecuada para lograr un rendimiento óptimo y productos de calidad superior. El híbrido UC 115 F1, conocido por su elevada producción y calidad como espárrago verde, también demanda una alta cantidad de nutrientes. Entre los beneficios clave de una fertilización adecuada para el espárrago UC 115 F1 destacan: La fertilización asegura un suministro equilibrado de nutrientes que fomenta un correcto crecimiento de las plantas, lo cual se traduce en más tallos y con mejor calibre. Un aporte balanceado de nutrientes produce tallos más robustos, firmes y de mejor sabor. Las plantas bien nutridas tienen una capacidad superior para resistir enfermedades.

Una fertilización adecuada permite a las plantas aprovechar el agua de manera más eficiente, algo crucial en regiones con escasez hídrica. Para llevar a cabo una fertilización eficaz en el cultivo del espárrago UC 115 F1, es importante tener en cuenta lo siguiente:

El espárrago requiere niveles elevados de nitrógeno, fósforo y potasio, además de micronutrientes como calcio, zinc, hierro y boro. Las necesidades de fertilización varían según las condiciones climáticas. Los requerimientos de fertilización cambian conforme avanza el ciclo de cultivo.

La fertilización es, en esencia, una práctica fundamental para el éxito del cultivo del espárrago, ya que favorece el aumento del rendimiento del cultivo, optimiza la calidad del producto final, fortalece la resistencia frente a enfermedades y permite un uso más racional y eficiente del recurso hídrico. A continuación, se presenta la Tabla de aplicación de fertilizantes. Cortesía del Ing. Antonio Muñante Peña, Asesor del Fundo Cucho.

TABLA 7
APLICACIÓN DE FERTILIZANTES 2024

AGRICULTOR: EDDY CUCHO PACHECO

UBICACIÓN: Santa Matilde - Santiago

APLICACIÓN: Sistema de riego 100%

UN. DE APLIC.: Kilo x Hectárea

VARIEDAD: UC 115 F1 (1 HÁ)

Deposito:

Tanque de Fertilización 200 L x ha.

Edad Cultivo:

3 años

Fecha Levante:

07 de enero de 2024

Tiempo de Inyección:

30 min. ultima hora de riego y 10 min. Lavado

MES	Ácido Cítrico	Fertiliza. Orgánico	Nitrato de Amonio	Sulfato de Amonio	Fosfato Mono Amónico	Nitrato de Potasio	Sulfato de Potasio	Nitrato de Calcio	Sulfato de Magnesio	Ácido Bórico	Sulfato Ferroso	Sulfato de Manganeso	Sulfato de Zinc	Silicio
Estabilizar PH del suelo - Curación Preventiva de enfermedades radiculares - Enraizador - Liberación de Microorganismos EM 1														
Enero	0.15											5	10	
	0.15	40		12.5	11	12.5		12.5		3		5	15	5
	0.15	20	10		12.5	15		10	15	3	2	6	10	
	0.15		10		12.5	15		5	15	3		6	15	5
Febrero	0.15	20	12.5		10	20		5	15	3	2	3	15	
	0.15		12.5		10	12.5		10	25	3		5	10	
	0.15	20	12.5		8	12.5		12.5	25	3	2	5		5
	0.15		12.5		8	12.5		12.5	15	3		5		
Marzo	0.15	30	15		10	12.5	12.5	12.5	25	2	2	5	10	
	0.15		15		8		12.5	30	25	2		5		5
	0.15	30	15	20			15	10		3				
	0.15		12.5	12.5	10		25			3			11	
Abril	0.15	40		12.5			15	10			2			
	0.15						15							
	0.15						12.5			3				
	0.15						25			3			4	
Mayo	0.15													
	0.15													
		200	127.5	57.5	100	112.5	132.5	130	160	37	10	50	100	20

La Fertilización será dividida en dos (2) aplicaciones Semanales por cada Producto (Fertilizante u otro) y deberá ser aplicada en los últimos 40 minutos de riego (30 de inyección y 10 minutos de lavado de mangueras o cintas de riego), se recomienda tener 1 a 2 tanques fertilización mínimo de 200 litros c/u.

A los 25 Días de levantada la planta		
Complementos Nutricionales	Unidad	Cantidad
AQUA HARVEST FILL	Kilo	50
TACHIGAREN	Litro	500 cc
MICRO ORGANISMOS EFICIENTES	Litro	5

OBSERVACIONES A TENER EN CUENTA PARA EL FERTIRRIEGO	
NO MEZCLAR EL FOSFORO CON:	Nitrato de Ca, Nitrato de Mg y Sulfato de Mg
NO MEZCLAR EL CALCIO CON:	Fosfatos, sulfatos y ácidos
NO MEZCLAR EL MAGNESIO CON:	Fosfatos
NO MEZCLAR SULFATOS CON:	Nitrato de Ca

AMINO POWER

Es un bioactivador foliar de origen vegetal, obtenido mediante hidrólisis enzimática. Contiene aminoácidos libres, incluyendo ácido glutámico, que son esenciales para la formación de proteínas en las plantas².

Actúa como potenciador y antiestresante, ayudando a las plantas a enfrentar condiciones adversas como el estrés hídrico y térmico.

Mejora la absorción de nutrientes y promueve un crecimiento saludable, lo que resulta en un mayor rendimiento y calidad del cultivo.

Ácido Glutámico AAA

Este producto es un bioestimulante agrícola que contiene un alto porcentaje de ácido glutámico, un aminoácido clave para la síntesis de proteínas y la asimilación de nitrógeno⁴.

Ofrece un efecto antioxidante que protege a las plantas contra el estrés oxidativo causado por altas temperaturas.

Estimula la polinización y el desarrollo de frutos, además de optimizar la nutrición vegetal, lo que es crucial para el cultivo de espárragos en condiciones climáticas desafiantes.

AMINOMAX 80%

Es un producto rico en aminoácidos (80% de contenido mínimo), derivado de fuentes vegetales mediante hidrólisis enzimática.

Mejora la resistencia de las plantas al estrés hídrico y térmico al actuar como osmoprotector y facilitador de la absorción de nutrientes.

Su aplicación foliar o en fertilizantes líquidos fomenta un crecimiento vigoroso y una mayor calidad en los turiones.

2.5.8 Calidad de agua de riego

El abastecimiento de agua para el cultivo proviene del pozo subterráneo identificado como IRHS - 235, conocido como Santa Dominguita, localizado en el sector del mismo nombre. Según el laboratorio AGRIQUEM, con reporte N° A-20/033226, este recurso es crucial para el crecimiento y desarrollo óptimo del cultivo de espárragos. Además, la calidad del agua utilizada para el riego constituye un factor determinante en la salud de las plantas y en la calidad del producto cosechado. La adecuada distribución del agua de riego ofrece varios beneficios clave:

El agua es vital para procesos como la fotosíntesis, la transpiración y la absorción de nutrientes. Un riego eficiente garantiza que las plantas obtengan la cantidad precisa para la realización de estas funciones, resultando en un mayor rendimiento del cultivo. El riego adecuado conserva la turgencia de los turiones, lo cual es esencial para mantener su frescura y calidad.

Las plantas hidratadas tienen una mayor capacidad para resistir enfermedades.

El agua facilita el transporte de nutrientes hacia las raíces, lo que permite una mejor absorción y un uso más eficaz de los fertilizantes. Respecto a la calidad del agua de riego, se destacan los siguientes puntos:

El uso de agua con bajo contenido de sales evita problemas como la salinización, que puede afectar negativamente el desarrollo de las plantas.

Utilizar agua de buena calidad contribuye a obtener productos finales con mejores características, como sabor y textura.

Por lo que, tanto un riego adecuado como el uso de agua de calidad son factores esenciales para garantizar el éxito del cultivo de espárragos. Estas prácticas no solo incrementan la producción y mejoran la calidad, sino que también fortalecen la tolerancia de las plantas ante enfermedades y optimizan el uso de fertilizantes.

TABLA 8
ANÁLISIS QUÍMICO DEL AGUA DE RIEGO

PARAMETROS	UNIDAD	VALORES	INTERPRETACION
CE	dS/m	2.54	Alta
pH		7.51	Ligeramente alcalina
Calcio	meq/l	26.90	Alto
Magnesio	meq/l	4.30	Medio
Sodio	meq/l	14.02	Alto
Potasio	meq/l	<0.02	Muy bajo
CATIONES			
Cloruro	meq/l	<10.0	Bajo
Sulfato	meq/l	17.04	Alto
Nitratos	meq/l	<10.0	Medio
ANIONES			
Boro	ppm	0.06	Bajo

Tomado del BLOG del Ing. Miguel Ángel Monge Redondo. Interpretación de un análisis de agua para riego. [27]

2.5.9 Riegos

La parcela cuenta con riego tecnificado, con 2 líneas de riego por hilera y goteros con un caudal de 1.3 L./hora, con distanciamiento entre goteros a 0.30 cm, por lo cual hace uso del fertirriego.

TABLA 9
VOLUMEN DE AGUA APLICADO AL CULTIVO CAMPAÑA 2024

Mes	Volumen de riego por día	Volumen de riego mensual m ³	Procedencia
Enero	39.80	1,234.51	Subterránea
Febrero	39.80	1,234.51	Subterránea
Marzo	39.80	1,234.51	Subterránea
Abril	35.60	1,091.96	Subterránea
Mayo	35.60	1,091.96	Subterránea
Junio	33.44	1,036.50	Subterránea
Julio	33.44	1,036.50	Subterránea
Volumen total		7,960.45 m³	

En la tabla se observa los volúmenes de agua de riego aplicados por día, en forma mensual por m³ y por campaña en la cual se desarrolló el ensayo. El volumen total fue de 7,960.45 m³/ha. El abastecimiento de agua de riego es fundamental para el

adecuado desarrollo del espárrago, ya que garantiza su crecimiento, la asimilación de nutrientes y la actividad fotosintética. Un riego eficiente evita el estrés hídrico y crea un entorno óptimo para el cultivo. El agricultor depende del pozo de riego de agua subterránea, el cual es planificado bajo un Rol de Riego, en la cual cada parcelero riega de 5 a 6 horas cada 5 a 6 días.

Mantener un flujo continuo de agua proporciona las condiciones necesarias para alcanzar un alto rendimiento y producir turiones de calidad. Asimismo, el agua de riego actúa como vehículo para aplicar los fertilizantes, lo que optimiza su efectividad y facilita su distribución en el suelo, beneficiando significativamente al cultivo, ya que se sabe que el cultivo de espárrago es cuestionado por ser altamente demandante de agua y los turiones tienen un alto contenido de agua, aproximadamente el 94% de su composición, esta gran cantidad de agua es una característica inherente al producto.

El cuadro proporciona información sobre la cantidad de agua utilizada mensualmente para el riego, su origen y el volumen total empleado durante un período de seis meses. Este análisis es valioso para supervisar y administrar eficazmente el uso del agua en actividades agrícolas, sabiendo que el cultivo de espárrago, esta cuestionado por los grandes volúmenes de agua que consume.

El uso racional y optimizado del recurso hídrico, utilizado en el riego resulta esencial para asegurar la sostenibilidad tanto económica como ambiental en el cultivo del espárrago. Es decisivo emplear estrategias que reduzcan el desperdicio de agua y promuevan su distribución uniforme y adecuada en los campos.

2.5.10 Cosecha.

La cosecha de espárragos comenzó el 6 de junio de 2024. Como parte de los preparativos, se retiraron primero las mangueras de riego y se desbrozó el área, eliminando la broza del campo. Posteriormente, se volvieron a instalar las mangueras y se realizó un riego inicial, conocido como "riego de machaco". Además, se capacitó al personal para las labores de cosecha, considerando que este es un proceso esencial.

El espárrago es un cultivo de gran valor económico, ya que los turiones tienen un precio relativamente alto en el mercado, lo que lo convierte en una alternativa rentable para los agricultores. Este tipo de cosecha también demanda un significativo número de personal operativo, lo cual fomenta la creación de empleo en las áreas rurales donde se produce.

En el caso de Perú, la exportación de espárragos constituye una fuente importante de ingresos de divisas, contribuyendo al fortalecimiento de la economía nacional. Además, los turiones destacan por ser un alimento con una composición rica en

micronutrientes y fibra, lo que lo posiciona como un alimento funcional, recomendado dentro de una dieta equilibrada por sus propiedades saludables. y versátil en la cocina. Pueden consumirse frescos, enlatados, congelados o encurtidos, adaptándose a diversas preparaciones.

Con el fin de asegurar las características organolépticas y la calidad del producto final, es fundamental cosechar los espárragos en el momento adecuado. Si se recogen demasiado pronto, los turiones serán delgados y fibrosos; mientras que, si se recolectan tarde, se tornarán duros y perderán su sabor. La cosecha manual es especialmente importante, ya que permite un control preciso para evitar daños a la planta y mantener la sostenibilidad del cultivo a largo plazo.

III. RESULTADOS

3.1 Presentación e interpretación de los resultados

Presentamos los resultados obtenidos en la investigación, el estudio donde se determinó el efecto del ácido glutámico sobre el estrés hídrico y las altas temperaturas en el cultivo de espárrago (*Asparagus officinalis* L.) híbrido UC 115 F1, en Santiago – Ica 2024, teniendo en cuenta el rendimiento y la calidad del espárrago verde.

Se evaluaron los siguientes productos, AMINO POWER, Acido Glutámico AAA, AMINOMAX 80%, el ácido glutámico y los aminoácidos presentes en estos bioestimulantes ayudan a las plantas a mantener su metabolismo activo, incluso bajo estrés hídrico y altas temperaturas. Esto se traduce en un mejor rendimiento, mayor calidad de los turiones y una mayor sostenibilidad del cultivo y el Testigo absoluto, el cual recibió la fertilización habitual y las aplicaciones foliares utilizados en el fundo, así como los hallazgos obtenidos a partir de los análisis de varianza planteados.

Los resultados del estudio sugieren que los productos serían una alternativa sostenible a los fertilizantes sintéticos tradicionales para el cultivo de espárrago. Los biofertilizantes no solo mejoraron el crecimiento y rendimiento del espárrago, sino que también son compatibles con el entorno natural y sin impacto adverso sobre la calidad del producto final.

3.1.1 Análisis estadístico del experimento:

Se usó el diseño completamente Randomizado al azar, con seis (06) tratamientos incluido el testigo sin aplicación y por tres (03) repeticiones, haciendo un total de 18 unidades experimentales. El análisis de la variancia con su Fuente de variación y sus grados de libertad. Se realizó un ANOVA para cada variable evaluada. Se compararon las medias entre tratamientos con la prueba de Duncan.

Importancia del análisis estadístico:

Permite evaluar la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos aplicados.

Ayuda a identificar los tratamientos que mejoran las variables evaluadas.

Cuantifica la variabilidad de los datos y la precisión de los resultados.

El análisis estadístico es una herramienta fundamental para interpretar los resultados del experimento y determinar la significancia de las diferencias entre los tratamientos.

TABLA 10
ANÁLISIS DE LA VARIANCIA DE LA ALTURA DE PLANTA (m)

F. V	G. L	S.C	C.M	Fc	Fta		Signif.	CV
					0.05	0.01		
Tratamientos	5	0.03	0.01	5.72263	3.33	5.64	**	1.81328431
Repeticiones	2	0.00	0.00	1.38686	4.10	7.56	NS	
Error	10	0.01	0.00					
Total	17	0.04						

S = 0.03

$S_{\sigma} = 0.02$

C.V. = 1.81%

$\bar{X}G = 1.67$ m

(**): Se encontró diferencias altamente significativas para tratamientos.

(NS): No se encontró diferencias altamente significativas.

El análisis de varianza (ANVA) revela diferencias altamente significativas (**) entre los tratamientos evaluados en cuanto a la altura de las plantas ($F_c = 5.72$; $F_{ta} 0.01 = 5.64$). Esto indica que al menos un tratamiento influyó notablemente en el crecimiento vegetal, probablemente debido al efecto fisiológico del ácido glutámico bajo condiciones de estrés abiótico. Por otro lado, el efecto de las repeticiones no fue significativo (NS), lo que sugiere homogeneidad en las condiciones experimentales. El coeficiente de variación ($CV = 1.81\%$) refleja una alta precisión en los datos, respaldada por un error experimental bajo ($S = 0.03$ m). La media general ($\bar{X}G$) de altura fue de 1.67 m, con diferencias entre tratamientos explicadas por una suma de cuadrados ($S.C. = 0.03$) y un cuadrado medio ($C.M. = 0.01$). Estos resultados permiten rechazar la hipótesis nula (H_0) y confirmar que los tratamientos aplicados tuvieron un impacto estadísticamente significativo en la altura del cultivo evaluado.

TABLA 11
PRUEBA DE AMPLITUDES SIGNIFICATIVAS DE “DUNCAN” DE ALTURA DE PLANTA (m)

Clave	Tratamientos Biofertilizantes	Promedio Altura Planta (m)	DUNCAN (α 0.05)	O.M.
T1	AMINO POWER 2 kg/ha	1.713	a	1°
T3	Acido Glutámico AAA 3 L/ha	1.707	a	1°
T4	AMINOMAX 1/L/ha	1.680	a b	2°
T5	AMINOMAX 2/L/ha	1.677	a b	2°
T2	Acido Glutámico AAA 2 L/ha	1.640	b c	3°
T6	Testigo	1.604	c	4°

Nota: No hay diferencias significativas entre letras iguales

Estos resultados confirman que tanto AMINO POWER como las dosis altas de ácido glutámico y AMINOMAX generaron respuestas agrónomicamente favorables en altura, superando estadísticamente al tratamiento testigo y a las dosis más bajas.

TABLA 12
ANÁLISIS DE LA VARIANCIA DEL NÚMERO DE TALLOS POR METRO LINEAL (Unid.)

F. V	G. L	S.C	C.M	Fc	Fta		Signif.	CV
					0.05	0.01		
Tratamientos	5	76.67	15.33	1.58076	3.33	5.64	NS	10.3816077
Repeticiones	2	8.33	4.17	0.42955	4.10	7.56	NS	
Error	10	97.00	9.70					
Total	17	182.00						

S = 3.11 S_x = 1.80 C.V. = 10.38% $\bar{X}G$ = 30.00 tallos

(NS): No se encontró diferencias altamente significativas.

El análisis de varianza (ANOVA) no mostró diferencias significativas (NS) entre los tratamientos evaluados para el número de tallos por metro lineal (Fc = 1.58; Fta 0.05 = 3.33), lo que sugiere que los tratamientos aplicados no tuvieron un efecto estadísticamente relevante en esta variable. No se detectó un efecto significativo de las repeticiones (NS) (Fc = 0.43; Fta 0.05 = 4.10), lo que indica homogeneidad entre bloques. El coeficiente de variación (CV = 10.38%) evidencia una precisión aceptable, mientras que el error experimental fue moderado (S = 3.11 tallos). La media general ($\bar{X}G$ = 30.00 tallos/m) sugiere un comportamiento uniforme entre los tratamientos, la suma de cuadrados del error (S.C. error = 97.00) superior a la atribuida a los tratamientos (S.C. trat. = 76.67), reforzando así la conclusión de ausencia de diferencias significativas.

TABLA 13
PRUEBA DE AMPLITUDES SIGNIFICATIVAS DE “DUNCAN” DEL NÚMERO DE TALLOS POR METRO LINEAL (Unid.)

Clave	Tratamientos Biofertilizantes	Promedio Número Tallos (Unid.)	DUNCAN (α 0.05)	O.M.
T1	AMINO POWER 2 kg/ha	33.67	a	1°
T5	AMINOMAX 2/L/ha	30.34	a	1°
T4	AMINOMAX 1/L/ha	30.34	a	1°
T2	Acido Glutámico AAA 2 L/ha	30.34	a	1°
T3	Acido Glutámico AAA 3 L/ha	28.34	a	1°
T6	Testigo	27.00	a	1°

Nota: No hay diferencias significativas entre letras iguales

A pesar de estas diferencias numéricas, las similitudes estadísticas indican que ninguno de los tratamientos logró superar significativamente a los demás en esta variable específica. Estos resultados coinciden con el análisis de varianza previo, que tampoco mostró diferencias significativas entre tratamientos para esta variable, lo cual sugiere que el número de tallos por metro lineal no fue particularmente sensible a la aplicación de bioestimulantes bajo las condiciones evaluadas.

TABLA 14

ANÁLISIS DE LA VARIANCIA DE NUMERO DE BROTES POR METRO LINEAL (unidad)

F. V	G. L	S.C	C.M	Fc	Fta		Signif.	CV
					0.05	0.01		
Tratamientos	5	41.33	8.27	1.28497	3.33	5.64	NS	18.5590365
Repeticiones	2	2.33	1.17	0.18135	4.10	7.56	NS	
Error	10	64.33	6.43					
Total	17	108.00						

S = 2.54

$S_x = 1.46$

C.V. = 18.55%

$\bar{X}G = 13.67$ días

(NS): No se encontró diferencias significativas.

El análisis de varianza (ANOVA) no mostró diferencias significativas (NS) entre los tratamientos evaluados para el número de brotes por metro lineal ($F_c = 1.28$; $F_{ta} 0.05 = 3.33$), lo que sugiere que los tratamientos aplicados no generaron un efecto estadísticamente relevante en esta variable. Asimismo, no se detectó un efecto significativo de las repeticiones (NS) ($F_c = 0.18$; $F_{ta} 0.05 = 4.10$), indicando homogeneidad entre los bloques.

El coeficiente de variación (CV = 18.55%) indica una precisión moderada en la medición del número de brotes, y el error experimental fue relativamente alto (S = 2.54 brotes). La media general ($\bar{X}G = 13.67$ brotes/m) refleja un comportamiento uniforme entre los tratamientos, la suma de cuadrados del error (S.C. error = 64.33) superior a la atribuida a tratamientos (S.C. trat. = 41.33), lo cual refuerza la conclusión de que no hubo diferencias estadísticamente significativas en esta variable bajo las condiciones evaluadas.

TABLA 15
PRUEBA DE AMPLITUDES SIGNIFICATIVAS DE “DUNCAN” DE NUMERO DE BROTES
POR METRO LINEAL (unidad)

Clave	Tratamientos Biofertilizantes	Promedio Aparición de Brotes (Días)	DUNCAN (α 0.05)	O.M.
T1	AMINO POWER 2 kg/ha	16.00	a	1°
T5	AMINOMAX 2/L/ha	14.67	a	1°
T2	Acido Glutámico AAA 2 L/ha	13.67	a	1°
T4	AMINOMAX 1/L/ha	13.34	a	1°
T3	Acido Glutámico AAA 3 L/ha	13.34	a	1°
T6	Testigo	11.00	a	1°

Nota: No hay diferencias significativas entre letras iguales

A pesar de las variaciones numéricas observadas, la ausencia de diferencias significativas entre letras iguales confirma que ninguno de los tratamientos superó estadísticamente a los demás en esta variable. Esto coincide con los resultados del análisis de varianza, que tampoco detectó efectos significativos del ácido glutámico sobre el número de brotes por metro lineal, lo cual sugiere una respuesta uniforme de esta variable frente a los tratamientos aplicados bajo condiciones de estrés.

TABLA 16
ANÁLISIS DE LA VARIANCIA DE RENDIMIENTO DE TURIONES (kg/ha)

F. V	G. L	S.C	C.M	Fc	Fta		Signif.	CV
					0.05	0.01		
Tratamientos	5	257274.00	51454.80	1.30867	3.33	5.64	NS	2.2013286
Repeticiones	2	114521.33	57260.67	1.45634	4.10	7.56	NS	
Error	10	393182.67	39318.27					
Total	17	764978.00						

S = 198.29 S_x = 114.48 C.V. = 2.20% $\bar{X}G$ = 9007.67 kg

(NS): No se encontró diferencias significativas.

El análisis de varianza (ANOVA) no mostró diferencias significativas (NS) entre los tratamientos evaluados para el rendimiento de turiones ($F_c = 1.31$; $F_{ta} 0.05 = 3.33$), lo que indica que las diferentes dosis de ácido glutámico no generaron un efecto estadísticamente relevante sobre la producción de espárragos. No se detectó un efecto significativo de las

repeticiones (NS) ($F_c = 1.46$; $F_{ta\ 0.05} = 4.10$), reflejando uniformidad en las condiciones experimentales entre bloques. El coeficiente de variación ($CV = 2.20\%$) evidencia una alta precisión en los datos, un error experimental bajo ($S = 198.29\text{ kg/ha}$). La media general ($\bar{X}_G = 9007.67\text{ kg/ha}$) sugiere un comportamiento bastante homogéneo entre tratamientos, la suma de cuadrados del error ($S.C.\text{ error} = 393182.67$) fue mayor que la correspondiente a tratamientos ($S.C.\text{ trat.} = 257274.00$), se concluye la ausencia de diferencias estadísticas en el rendimiento bajo las condiciones evaluadas.

TABLA 17
PRUEBA DE AMPLITUDES SIGNIFICATIVAS DE “DUNCAN” DE RENDIMIENTO DE
TURIONES (kg/ha)

Clave	Tratamientos Biofertilizantes	Promedio Inicio Flor (Días)	DUNCAN ($\alpha\ 0.05$)	O.M.
T3	Acido Glutámico AAA 3 L/ha	9244.670	a	1°
T2	Acido Glutámico AAA 2 L/ha	9022.670	a	1°
T1	AMINO POWER 2 kg/ha	9020.003	a	1°
T5	AMINOMAX 2/L/ha	8966.670	a	1°
T4	AMINOMAX 1/L/ha	8932.003	a	1°
T6	Testigo	8860.004	a	1°

Nota: No hay diferencias significativas entre letras iguales

A pesar de estas variaciones numéricas, la coincidencia en el mismo grupo estadístico indica que no existen diferencias significativas entre tratamientos para esta variable, lo cual concuerda con los resultados del análisis de varianza que no reportó efectos significativos.

Esto sugiere que, bajo las condiciones de estrés evaluadas, el rendimiento total de turiones no respondió de manera diferenciada a los tratamientos aplicados. Desde un punto de vista agronómico, se podría considerar que todos los tratamientos son estadísticamente equivalentes en cuanto al rendimiento de turiones.

TABLA 18
ANÁLISIS DE LA VARIANCA DE RENDIMIENTO CALIDAD A B DE TURIONES (kg)

F. V	G. L	S.C	C.M	Fc	Fta		Signif.	CV
					0.05	0.01		
Tratamientos	5	1779650.00	355930.00	12.0504	3.33	5.64	**	2.36779354
Repeticiones	2	270433.33	135216.67	4.57793	4.10	7.56	*	
Error	10	295366.67	29536.67					
Total	17	2345450.00						

S = 171.86 S_q = 99.22 C.V. = 2.36% $\bar{X}G = 7258.33$ kg

(**): Se encontró diferencias altamente significativas para tratamientos.

(*): Se encontró diferencias significativas.

El análisis de varianza (ANVA) reveló diferencias altamente significativas (**) entre los tratamientos evaluados en cuanto al rendimiento total de turiones calidad A y B (Fc = 12.05; Fta 0.01 = 5.64). Esto indica que al menos un tratamiento influyó de forma determinante sobre la producción total, posiblemente debido a los efectos fisiológicos del ácido glutámico bajo condiciones de estrés abiótico. Además, se detectó un efecto significativo (*) de las repeticiones (Fc = 4.58; Fta 0.05 = 4.10), con ligeras variaciones entre bloques. El coeficiente de variación (CV = 2.36%) evidencia alta precisión en los datos, un error experimental relativamente bajo (S = 171.86 kg). La media general ($\bar{X}G = 7258.33$ kg) sugiere un buen desempeño productivo promedio en el cultivo evaluado. Por su parte, la suma de cuadrados del error (S.C. error = 295366.67) fue considerablemente inferior a la correspondiente a tratamientos (S.C. trat. = 1779650.00), lo que fortalece la validez de las diferencias encontradas entre ellos.

TABLA 19
PRUEBA DE AMPLITUDES SIGNIFICATIVAS DE “DUNCAN” DE RENDIMIENTO
CALIDAD A B DE TURIONES (kg)

Clave	Tratamientos Biofertilizantes	Promedio final floración (Días)	DUNCAN (α 0.05)	O.M.
T1	AMINO POWER 2 kg/ha	7626.67	a	1°
T2	Acido Glutámico AAA 2 L/ha	7556.67	a	1°
T3	Acido Glutámico AAA 3 L/ha	7360.00	a b	2°
T4	AMINOMAX 1/L/ha	7216.67	a b	2°
T5	AMINOMAX 2/L/ha	7110.00	b	3°
T6	Testigo	6680.00	c	4°

Nota: No hay diferencias significativas entre letras iguales

Estos resultados confirman que la aplicación de AMINO POWER y ácido glutámico en dosis moderadas ejerció un efecto altamente positivo sobre la producción de turiones de alta calidad, superando estadísticamente tanto al tratamiento testigo como a las formulaciones menos efectivas en este ensayo.

TABLA 20
ANÁLISIS DE LA VARIANCIA DE RENDIMIENTO CALIDAD C DE TURIONES (kg)

F. V	G. L	S.C	C.M	Fc	Fta		Signif.	CV
					0.05	0.01		
Tratamientos	5	163110.67	32622.13	263.082	3.33	5.64	**	0.89754396
Repeticiones	2	569.33	284.67	2.2957	4.10	7.56	NS	
Error	10	1240.00	124.00					
Total	17	164920.00						

S = 11.14 S_x = 6.43 C.V. = 0.89% $\bar{X}G$ = 1240.67 kg.

(**): Se encontró diferencias altamente significativas para tratamientos.

(NS): No se encontró diferencias significativas.

El análisis de varianza (ANVA) reveló diferencias altamente significativas (**) entre los tratamientos evaluados para el rendimiento de turiones de calidad C ($F_c = 263.08$; $F_{ta} 0.01 = 5.64$), lo que indica que al menos uno de los tratamientos tuvo un efecto marcado sobre esta categoría, posiblemente en relación a la modulación del estrés por ácido glutámico.

En cambio, no se detectó un efecto significativo de las repeticiones (NS) ($F_c = 2.30$; $F_{ta} 0.05 = 4.10$), lo que sugiere homogeneidad en las condiciones experimentales entre bloques. El coeficiente de variación (CV = 0.89%) evidencia una altísima precisión en los datos, respaldada por un error experimental muy bajo (S = 11.14 kg). La media general ($\bar{X}G = 1240.67$ kg) refleja una producción estable en esta categoría entre los tratamientos evaluados. La suma de cuadrados del error (S.C. error = 1240.00) es notablemente inferior frente a la correspondiente a tratamientos (S.C. trat. = 163110.67), reforzando la validez de las diferencias estadísticas encontradas.

TABLA 21
PRUEBA DE AMPLITUDES SIGNIFICATIVAS DE “DUNCAN” DE RENDIMIENTO
CALIDAD C DE TURIONES (kg)

Clave	Tratamientos Biofertilizantes	Promedio Rendimiento (kg/ha)	DUNCAN (α 0.05)	O.M.
T6	Testigo	1393.00	a	1°
T5	AMINOMAX 2/L/ha	1303.34	b	2°
T4	AMINOMAX 1/L/ha	1279.00	c	3°
T3	Acido Glutámico AAA 3 L/ha	1210.00	d	4°
T1	AMINO POWER 2 kg/ha	1133.67	e	5°
T2	Acido Glutámico AAA 2 L/ha	1125.00	e	5°

Nota: No hay diferencias significativas entre letras iguales.

Estos resultados indican que el uso de biofertilizantes redujo significativamente la proporción de turiones de calidad C en comparación con el testigo, lo cual es agronómicamente favorable, ya que refleja una mejora en la calidad del producto cosechado. En particular, los tratamientos T1 y T2, que destacaron en las categorías de calidad A y B, presentaron el menor volumen de producción en calidad C, lo que refuerza su efectividad en la mejora del perfil comercial del cultivo de espárrago.

TABLA 22
ANÁLISIS ECONÓMICO DEL EFECTO DEL ÁCIDO GLUTÁMICO SOBRE EL ESTRÉS HÍDRICO Y LAS ALTAS TEMPERATURAS EN EL
CULTIVO DE ESPARRAGO (*Asparagus officinalis* L.) HIBRIDO UC 115 F1, EN SANTIAGO – ICA 2024

Clave	Tratamiento (Productos)	Valor Total (S/.)	Costo variable (S/.)	Costo fijo (S/.)	Costo total	Ingreso Neto	Retorno
T1	AMINO POWER 2 kg/ha	77285.44	720	41055.2	41775.2	35510.24	85.0%
T2	Acido Glutámico AAA 2 L/ha	75429.52	1056	41055.2	42111.2	33318.32	79.1%
T3	Acido Glutámico AAA 3 L/ha	75407.23	1584	41055.2	42639.2	32768.03	76.8%
T4	AMINOMAX 1/L/ha	74961.36	240	41055.2	41295.2	33666.16	81.5%
T5	AMINOMAX 2/L/ha	74671.55	480	41055.2	41535.2	33136.35	79.8%
T6	Testigo	70880.028	0	41055.2	41055.2	29824.828	72.6%

Precios de Productos:

AMINO POWER / kilogramo = S/. 120.00

Acido Glutámico AAA/ litro = S/. 176.00

AMINOMAX / litro = S/. 80.00

El kilo Esparrago: S/. 8.00

El jornal S/. 40.00

Rendimiento: 9007 kg/ha.

El análisis económico mostró diferencias claras en la rentabilidad entre los tratamientos evaluados con ácido glutámico y bioestimulantes comerciales bajo condiciones de estrés térmico e hídrico. El tratamiento con AMINO POWER (2 kg/ha) generó el mayor valor total (S/. 77,285.44) y el ingreso neto más alto (S/. 35,510.24), además del mayor retorno económico (85.0%), consolidándose como el tratamiento más rentable del ensayo.

Le siguieron en rentabilidad los tratamientos T4 (AMINOMAX 1 L/ha) y T5 (AMINOMAX 2 L/ha), con retornos del 81.5% y 79.8%, respectivamente, y bajos costos variables, lo que destaca su eficiencia económica. Por otro lado, los tratamientos con ácido glutámico AAA a 2 L/ha y 3 L/ha (T2 y T3) mostraron retornos moderados (79.1% y 76.8%), con incrementos en los costos variables que redujeron ligeramente su competitividad frente a otros tratamientos.

El tratamiento testigo (T6) no generó valor económico alguno, arrojando un ingreso neto nulo y un retorno de 0.0%, lo que evidencia el impacto positivo del uso de bioestimulantes frente a condiciones adversas. Cabe resaltar que, a pesar de las diferencias en los costos de insumos, todos los tratamientos con aplicación foliar presentaron márgenes positivos, lo que respalda su viabilidad técnica y económica en la producción comercial de espárrago en la región de Santiago – Ica.

El número de tallos y brotes es una característica fenológica muy estable en los cultivos de espárragos. El ácido glutámico fue efectivo, pero su acción principal se orientó a mitigar el estrés y mejorar la calidad (Calidad A-B, altura, reducción de Calidad C), no a modificar el patrón básico de brotación determinado por la genética de la corona.

V. DISCUSION

4.1 Presentación, interpretación y discusión de resultados

Los hallazgos obtenidos permiten interpretar las variables evaluadas a partir del análisis de varianza aplicado en el experimento, cuyos resultados se detallan en las tablas correspondientes. Seguidamente, se exponen los análisis del suelo, los datos meteorológicos y las variables consideradas, con el propósito de evaluar el efecto del ácido glutámico sobre el estrés hídrico y las altas temperaturas en el cultivo de espárrago (*Asparagus officinalis* L.) híbrido UC 115 F1, en Santiago – Ica.

4.1.1 Análisis físico mecánico y químico del suelo

El análisis físico mecánico del suelo a nivel 0.00 a 0.30 cm, (Tabla 1) muestra un terreno de textura franca. Los suelos francos se caracterizan por una proporción equilibrada de partículas de arena, limo y arcilla, lo que los convierte en una de las texturas favorables para el desarrollo agrícola. Este tipo de suelo posee la capacidad de conservar la humedad sin generar encharcamientos, gracias a su adecuada permeabilidad y ventilación, además de contar con una fertilidad intrínseca elevada. Entre sus principales beneficios destacan su balance entre retención hídrica y drenaje, su buena oxigenación radicular y su riqueza en nutrientes. [13].

Análisis químico del suelo

El análisis químico correspondiente a la capa superficial del suelo (0.00–0.30 cm), mostrado en la Tabla 2, revela un contenido total de carbonato de calcio de 0.39%, clasificado como muy bajo. La conductividad eléctrica (CE) medida a 25 °C alcanzó los 21.83 dS/m, lo que indica una salinidad extremadamente alta. El valor de pH fue de 7.45, lo que sitúa al suelo dentro del rango de moderadamente alcalino.

En cuanto a los nutrientes disponibles, el fósforo registró una concentración de 11.54 ppm, considerada adecuada para el desarrollo de cultivos. La materia orgánica alcanzó un 0.90%, lo que representa un nivel bajo, mientras que el nitrógeno total fue de apenas 0.05%, evidenciando una deficiencia significativa. Por otro lado, el potasio disponible mostró un valor elevado de 342.40 ppm.

Respecto a los cationes intercambiables, el calcio presentó un nivel bajo con 8.32 mEq/100g, el magnesio alcanzó 1.86 mEq/100g, considerado dentro de un rango adecuado, y el sodio registró 1.42 mEq/100g, valor que se clasifica como alto. El potasio intercambiable, con 0.71 mEq/100g, se ubicó en un nivel adecuado.

La capacidad de intercambio catiónico efectiva (CICE) fue de 12.30 mEq/100g, lo que indica una capacidad media del suelo para retener e intercambiar nutrientes esenciales, un parámetro clave para evaluar su fertilidad. Finalmente, el porcentaje de sodio intercambiable (PSI) fue de 11.51%, lo que permite clasificar al suelo como ligeramente salino.

4.1.2 Información meteorológica - mensual

Instituto Peruano del Espárrago y Hortalizas – IPEH [28]. Las condiciones térmicas ideales para el desarrollo del cultivo se sitúan generalmente entre los 14 °C y 22 °C, aunque también se consideran adecuadas temperaturas que oscilan entre los 12 °C y 28 °C. No obstante, algunos expertos proponen que el rango óptimo se encuentra entre los 18 °C y 30 °C, advirtiendo que por debajo de los 18 °C el crecimiento se ralentiza considerablemente. Se ha determinado que la temperatura mínima necesaria para la emergencia de brotes desde el suelo es de aproximadamente 10 °C. Además, la variación térmica entre el día y la noche, con una diferencia cercana a los 9 °C, puede estimular el desarrollo de la planta, siempre que la temperatura mínima no descienda por debajo de los 8 °C, ya que los turiones presentan alta sensibilidad a temperaturas bajas.

La Información fue proporcionada por la entidad estatal SENAMHI, comunicando los valores de las temperaturas máximas, media y mínimas, velocidad del viento, horas de sol y humedad relativa, elementos climatológicos importantes.

Los datos son de la estación MAP- San Camilo, la Temperatura máxima, alcanzó su punto más alto en febrero (34.7 °C), disminuyendo progresivamente hasta llegar a 25.9 °C en julio. La Temperatura media: siguió una tendencia similar, con un valor máximo en febrero (27.3 °C) y mínimo en julio (17.8 °C), la mínima, también descendió de forma sostenida, desde 19.8 °C en febrero hasta 9.7 °C en junio y julio, lo cual puede generar condiciones de estrés térmico en el cultivo, especialmente en etapas sensibles del desarrollo vegetativo. Estas variaciones térmicas son relevantes, ya que el espárrago es sensible a temperaturas extremas, tanto por déficit como por exceso, lo que puede afectar la brotación, el crecimiento de turiones y la calidad del producto. La humedad relativa mostró una tendencia creciente a lo largo del periodo: En enero y febrero, los valores fueron relativamente bajos (65.0 % y 64.0 %, respectivamente), lo cual es característico del verano en zonas áridas. A partir de marzo, se incrementó gradualmente, alcanzando un valor máximo de 79.0 % en junio y julio.

Este aumento en la humedad relativa puede favorecer la aparición de enfermedades fúngicas, especialmente si coincide con temperaturas moderadas y baja ventilación en el cultivo. Además, influye en la transpiración y eficiencia del uso del agua por parte de la planta. Durante la ejecución del proyecto, se observó que el mes con menor cantidad de horas de sol fue febrero de 2022, registrándose un total de 129.7 horas solares. En contraste, noviembre presentó la mayor radiación solar acumulada, con 240.2 horas, lo que representa el valor más alto del año. En cuanto a la velocidad del viento, el valor máximo se registró en diciembre, alcanzando los 2.8 m/s. Por otro lado, febrero presentó la velocidad más baja, con 1.9 m/s, condición que resultó favorable para las

labores de cosecha, al reducir el riesgo de daño mecánico en los turiones y facilitar el manejo del cultivo.

Las condiciones climáticas registradas en Santiago – Ica durante el 2024 presentaron temperaturas máximas superiores a los promedios históricos de la región (34.7 °C frente a 30–32 °C), lo que generó un escenario de estrés térmico para el cultivo de espárrago UC 115 F1. Bajo estas condiciones, la aplicación de ácido glutámico permitió mantener rendimientos similares al testigo, pero con diferencias altamente significativas en la calidad A–B de los turiones. Esto evidencia que el efecto del bioestimulante se manifiesta principalmente en la tolerancia fisiológica y calidad comercial, más que en el rendimiento total, lo cual coincide con estudios realizados en zonas de menor estrés climático como La Libertad.

La ausencia de diferencias significativas en el rendimiento total ($\bar{X}G = 9007.67 \text{ kg/ha}$, $p > 0.05$), pero la existencia de diferencias altamente significativas ($p < 0.01$) en la calidad A y B, sugiere un efecto protector del ácido glutámico sobre la división celular y la síntesis de proteínas en condiciones de calor extremo. Se observa que el Testigo (T6) obtuvo el mayor rendimiento en Calidad C (1393.00 kg), siendo estadísticamente superior a los tratamientos con ácido glutámico. Esto confirma que, ante la falta de bioestimulación en los meses de mayor calor (enero-marzo), una mayor proporción de la producción se desplazó hacia calibres inferiores o de descarte. En contraste, la aplicación de Ácido Glutámico (T2 y T1) redujo significativamente la proporción de Calidad C (1125 kg y 1133 kg), optimizando la rentabilidad económica del cultivo, la cual alcanzó un retorno de hasta el 85.0% en el tratamiento T1.

4.1.3 Discusión de Resultados de las variables en estudio

Los resultados del análisis de varianza (ANOVA) para las variables consideradas en la investigación, altura de planta, número de tallos por metro lineal, número de brotes por metro lineal, rendimiento total de turiones, rendimiento de calidad A-B y rendimiento de calidad C, se encuentran detallados en las Tablas 10, 12, 14, 16, 18 y 20, respectivamente.

Los resultados del ANOVA muestran diferencias altamente significativas ($p < 0.01$) en Las variables correspondientes a la altura de planta (Tabla 10), el rendimiento de turiones de calidad A-B (Tabla 18) y de calidad C (Tabla 20) evidenciaron una respuesta favorable ante la aplicación de tratamientos con ácido glutámico y sus respectivas formulaciones, lo que sugiere un efecto positivo sobre dichos parámetros. En contraste, no se observaron diferencias estadísticamente significativas ($p > 0.05$) en el número de tallos por metro lineal (Tabla 12), número de brotes por metro lineal (Tabla 14) ni en el rendimiento total de turiones (Tabla 16), lo que indica que estas

variables no fueron influenciadas de manera significativa por los tratamientos evaluados.

Los coeficientes de variación (C.V.) obtenidos oscilaron entre 0.89% y 18.55%, valores aceptables para este tipo de investigación, lo cual refleja una buena precisión experimental. Además, se presentan medidas de dispersión como la desviación estándar (S), desviación estándar de los promedios ($S\sigma$) y el C.V., las cuales permiten interpretar la estabilidad de los datos obtenidos.

En cuanto a la prueba de amplitudes significativas de Duncan (Tablas 11, 13, 15, 17, 19, 21), se detalla el orden de mérito de los tratamientos aplicados en cada variable.

Altura de planta (Tabla 11): Se observaron diferencias altamente significativas. El tratamiento T1 (AMINO POWER 2 kg/ha) obtuvo el mayor promedio con 1.713 m, seguido muy de cerca por T3 (Ácido Glutámico AAA 3 L/ha) con 1.707 m. El tratamiento T6 (testigo) presentó la menor altura promedio con 1.604 m, lo que demuestra el efecto positivo del ácido glutámico en el desarrollo vegetativo.

Número de tallos por metro lineal (Tabla 13): No se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos, aunque numéricamente T1 (AMINO POWER) obtuvo el mayor valor promedio (33.67 tallos). El tratamiento T6 (testigo) tuvo el menor número con 27 tallos, lo cual sugiere una respuesta positiva, aunque no significativa estadísticamente.

Número de brotes por metro lineal (Tabla 15): Tampoco se observaron diferencias significativas. Sin embargo, el tratamiento T1 presentó el mayor promedio (16 brotes), mientras que el testigo registró el menor valor (11 brotes). Aunque la tendencia favorece a los tratamientos con ácido glutámico, la variabilidad interna impidió que la diferencia sea significativa.

Rendimiento total de turiones (Tabla 17): No se evidenciaron diferencias significativas entre los tratamientos. El tratamiento T3 alcanzó el mayor rendimiento (9244.67 kg/ha), mientras que el testigo logró 8860.004 kg/ha. A pesar de la diferencia numérica, el efecto no fue estadísticamente relevante.

Rendimiento calidad A-B (Tabla 19): Se encontraron diferencias altamente significativas. El tratamiento T1 (AMINO POWER) obtuvo el mejor rendimiento con 7626.67 kg/ha, seguido por T2 (7556.67 kg/ha) y T3 (7360.00 kg/ha). El testigo presentó el menor rendimiento con 6680.00 kg/ha, lo que refleja que el uso de bioestimulantes basados en ácido glutámico mejora notablemente la proporción de turiones de mayor calidad comercial.

Rendimiento calidad C (Tabla 21): Se observaron diferencias altamente significativas entre los tratamientos evaluados. El tratamiento T6 (testigo) alcanzó el mayor rendimiento con 1393.00 kg/ha, seguido por T5 con 1303.34 kg/ha. En contraste, los

tratamientos T1 y T2 reportaron los valores más bajos, con 1133.67 kg/ha y 1125.00 kg/ha, respectivamente. Este comportamiento sugiere que la aplicación de ácido glutámico contribuye a reducir la proporción de turiones de menor calidad, promoviendo una mayor producción de categorías superiores.

Estos hallazgos evidencian que los tratamientos basados en ácido glutámico, en particular T1 y T2, favorecen de manera significativa el desarrollo vegetativo y la calidad comercial del espárrago, especialmente bajo condiciones de estrés hídrico y temperaturas elevadas, características de la zona baja del valle de Ica.

Riega et.al. [26]. Realiza el ensayo en un huerto de palto de la variedad Hass, ubicado en el Valle de Ica, Perú, con el propósito de analizar el impacto del bioestimulante Aminolom Enzimático 30 % sobre variables productivas como la abscisión, el amarre, el peso, el calibre y el rendimiento de los frutos. Se establecieron dos tratamientos: un testigo sin aplicación (T0) y otro con tres aplicaciones del producto (T1), utilizando una dosis de 2 L/ha por aplicación durante las fases de cuajado y amarre. Se evaluaron indicadores relacionados con la caída y retención de frutos, así como su clasificación según calidad y tamaño. El procesamiento estadístico incluyó un análisis de varianza (ANOVA) y la prueba LSD con un nivel de significancia del 5 %. Los resultados evidenciaron que el tratamiento con Aminolom Enzimático 30 % disminuyó notablemente la caída de frutos, favoreció su retención y generó un incremento del rendimiento del 15 % respecto al testigo (equivalente a 4.5 t/ha), además de elevar en un 23 % la producción de frutos de categoría 1 (5 t/ha adicionales), con una distribución más uniforme de calibres, datos que nos ayudan a entender la importancia de considerar aplicaciones de ácido glutámico en el Plan de Fertilización y en los cultivos de alto valor económico, como el espárrago y los frutales.

La hipótesis general planteada indica que uno de los tres tratamientos a base de ácido glutámico tendría un efecto significativo sobre el rendimiento del cultivo de espárrago híbrido UC 115 F1 en la zona baja del valle de Ica. Los resultados obtenidos y mostrados en la Tabla 16 del análisis de varianza (ANOVA) del rendimiento total de turiones indicaron que no existen diferencias significativas entre los tratamientos aplicados ($F_c=1.3087 < F_{ta}=3.33$; $p>0.05$). A pesar de que numéricamente el tratamiento T3 (Ácido Glutámico AAA 3 L/ha) obtuvo un mayor rendimiento promedio (9244.67 kg/ha), este incremento no fue estadísticamente significativo con respecto al testigo y los demás tratamientos evaluados.

Por lo tanto, la hipótesis general se rechaza, concluyendo que, bajo las condiciones del estudio realizado, ningún tratamiento específico presentó un efecto significativo sobre el rendimiento total del cultivo.

Hipótesis específica

La primera hipótesis específica planteó que las características agronómicas del espárrago híbrido UC 115 F1 mejorarían con la aplicación de los tratamientos del ácido glutámico, incrementando así el rendimiento del cultivo. Esta hipótesis fue parcialmente confirmada, ya que se observaron diferencias altamente significativas en algunas variables agronómicas como la altura de planta (Tabla 10), donde los tratamientos T1 (AMINO POWER 2 kg/ha) y T3 (Ácido Glutámico AAA 3 L/ha) mostraron los mayores valores, indicando una clara mejora en el desarrollo vegetativo de la planta debido a la aplicación foliar del ácido glutámico. Sin embargo, variables como el número de tallos por metro lineal (Tabla 12) y el número de brotes por metro lineal (Tabla 14) no presentaron diferencias significativas.

En cuanto a la segunda hipótesis específica, la cual sostiene que el uso de ácido glutámico mejora las características biométricas del espárrago híbrido UC 115 F1 incrementando su rentabilidad, esta también fue parcialmente confirmada. Los resultados del rendimiento en la calidad comercial A-B de los turiones (Tabla 18) mostraron diferencias altamente significativas, siendo el tratamiento T1 (AMINO POWER 2 kg/ha) el más destacado con 7626.67 kg/ha, comparado con 6680.00 kg/ha obtenido por el testigo. Asimismo, la calidad comercial C (Tabla 20) mostró diferencias altamente significativas, siendo menor la producción de turiones de calidad inferior en tratamientos con ácido glutámico respecto al testigo.

El análisis económico (Tabla 22) indicó que el tratamiento T1 presentó la mayor rentabilidad con un retorno económico del 84.9%, confirmando parcialmente la segunda hipótesis específica. El número de tallos y brotes es una característica fenológica muy estable en el UC 115 F1.

El ácido glutámico fue efectivo, pero su acción principal se orientó a mitigar el estrés y mejorar la calidad (Calidad A-B, altura, reducción de Calidad C), no a modificar el patrón básico de brotación determinado por la genética de la corona.

V. CONCLUSIONES

Considerando las características edafoclimáticas bajo las cuales se desarrolló el presente estudio, se establecen las siguientes conclusiones:

- 5.1 Los resultados de la investigación demuestran que la aplicación de formulaciones a base de ácido glutámico es una estrategia efectiva para mitigar el estrés hídrico y las altas temperaturas en el espárrago híbrido UC 115 F1 en Ica, validando el objetivo general del estudio.
- 5.2 El tratamiento T1 (AMINO POWER 2 kg/ha) se identificó como la dosis óptima, ya que generó los mayores promedios de altura de planta (1.713 m) y, fundamentalmente, obtuvo el mayor rendimiento de turiones de calidad comercial A-B (7626.67 kg/ha), un hallazgo con diferencias altamente significativas respecto al testigo, demostrando una respuesta favorable de este bioestimulante bajo condiciones de estrés hídrico y altas temperaturas.
- 5.3 Esta mejora en la calidad se reforzó con la observación de que los tratamientos eficientes (T1 y T2) registraron el menor rendimiento de turiones de calidad C, lo que confirma el efecto del bioestimulante en la redistribución de la producción hacia categorías de mayor valor comercial.
- 5.4 Si bien el ácido glutámico no influyó significativamente en el rendimiento total ni en el número de tallos o brotes por metro lineal, es por las características genéticas del cultivo, el impacto directo y significativo en el incremento de la calidad comercial establece una propuesta viable para aumentar la rentabilidad y sostenibilidad del cultivo bajo las condiciones abióticas adversas de la zona baja del valle de Ica.
- 5.5 Respecto al rendimiento total del cultivo, no se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos aplicados con ácido glutámico y el testigo, aunque numéricamente el tratamiento con Ácido Glutámico AAA (3 L/ha) mostró el mayor rendimiento promedio. Sin embargo, al considerar la calidad comercial (A-B) de los turiones, sí se observó una mejora significativa con los tratamientos AMINO POWER (2 kg/ha) y Ácido Glutámico AAA (2 L/ha), destacando así su eficacia para mejorar la calidad comercial del producto.
- 5.6 El análisis económico reveló que el tratamiento AMINO POWER (2 kg/ha) presentó el mayor retorno económico (84.9%), siendo el tratamiento más rentable y recomendable, desde una perspectiva económica, para los productores de espárrago híbrido UC 115 F1 en la zona estudiada.

VI. RECOMENDACIONES

- 6.1 La recomendación para los productores de espárrago híbrido UC 115 F1 en la zona baja del valle de Ica, es la adopción del ácido glutámico como estrategia de manejo bajo condiciones de estrés hídrico y altas temperaturas. Con base en los resultados obtenidos, las dosis de 2 y 3 L/ha mostraron efectos positivos en la calidad comercial de los turiones, reduciendo significativamente la proporción de calidad C y mejorando la rentabilidad económica.
- 6.2 Se recomienda realizar futuras investigaciones para evaluar diferentes frecuencias y momentos de aplicación del ácido glutámico, lo cual podría optimizar aún más su efecto sobre variables como altura de planta, rendimiento y calidad comercial del cultivo.
- 6.3 La aplicación de ácido glutámico no solo favoreció la calidad A–B de los turiones, sino que también contribuyó a mitigar los efectos negativos del estrés térmico e hídrico, asegurando un mejor retorno económico de la cosecha. Por ello, se sugiere priorizar su uso frente a otros bioestimulantes en condiciones de altas temperaturas.
- 6.4 Dado que no se encontraron diferencias significativas en el número de tallos ni en el número de brotes, se sugiere estudiar la combinación del ácido glutámico con otros bioestimulantes o nutrientes que podrían potenciar su efecto sobre estas variables específicas, considerando que su principal valor reside en la mitigación del estrés y la mejora de la calidad comercial.
- 6.5 Implementar estudios adicionales que evalúen la respuesta del cultivo a diferentes condiciones de estrés hídrico y térmico, estableciendo distintas dosis de ácido glutámico para definir las más adecuadas según condiciones ambientales y manejo agronómico. Asimismo, se debería evaluar la frecuencia y el momento de aplicación.
- 6.6 Complementar los hallazgos agronómicos con estudios fisiológicos y bioquímicos directos (por ejemplo, midiendo los niveles de prolina o la eficiencia fotosintética). Esto permitiría cuantificar con precisión el grado de osmoprotección que el ácido glutámico confiere a los tejidos del espárrago bajo estrés térmico e hídrico.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- [1] Redagícola. 2024.03.21. Los asombrosos efectos del ácido glutámico en los arándanos. Cultivos. Frutales. [On Line]. Disponible en: <https://redagricola.com/los-asombrosos-efectos-del-acido-glutamico-en-los-arandanos/>
- [2] Agrocode. s/f. Acido Glutámico. [On Line]. Disponible en: Ácido glutámico» Agrocode | Kimatec Group
- [3] E. Morales. “Los aminoácidos y su funcionamiento en las plantas”. [On Line]. Disponible en: <https://mycsainc.com/newsletter/blog/2023/01/31/los-aminoacidos-y-su-funcionamiento-en-las-plantas/>.
- [4] M. Ramírez. “Efecto del ácido glutámico en plantas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.)”. Tesis para obtener el grado académico de: Maestría en Ciencias en Conservación y Aprovechamiento de Recursos Naturales. Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad Oaxaca. Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca, enero de 2021.
- [5] Hortocampo. 2022-07-15. ¿Cuáles son las funciones de los aminoácidos en los cultivos hortofrutícolas? 12 funciones claves. Disponible en: <https://www.hortocampo.com/blog/cuales-son-las-funciones-de-los-aminoacidos-en-los-cultivos-hortofruticolas-12-funciones-claves>
- [6] Intagri. “El Ácido Glutámico en la Bioestimulación de los Cultivos”. Nutrición vegetal. <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/el-acido-glutamico-en-la-bioestimulacion-de-los-cultivos>
- [7] J. Serna-Rodríguez; R. Castro-Brindis; M. T. Colinas-León; J. Sahagún-Castellanos y J. Rodríguez-Pérez. “Aplicación foliar de ácido glutámico en plantas de jitomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.)”. Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo. km 38.5 Carretera México-Texcoco. Chapingo, Estado de México. Revista Chapingo Serie Horticultura 17(1): 9-13, 2011. Disponible en: <https://www.scielo.org.mx/pdf/rcsh/v17n1/v17n1a3.pdf>
- [8] FarmaQuímica Sur. s/f. “Ácido glutámico: bioestimulación para los cultivos”. Disponible en: <https://farmaquimicasur.com/acido-glutamico-bioestimulacion-para-los-cultivos/>
- [9] R. Vivas. 2023-10-19. “El Ácido Glutámico: Un Impulso Innovador para la Agricultura”. Laboratorio de microbiología industrial agrícola Raúl Yaipén Lab S.A.C. Disponible en: <https://raulyaipen.com/el-acido-glutamico-aaa-un-impulso-innovador-para-la-agricultura/>
- [10] L. Gallegos. “Rendimiento y Calidad de Ají Escabeche (*Capsicum baccatum* var. *pendulum*) empleando TERRASORB Foliar en diferentes momentos”. Tesis para optar el Título de: Ingeniero Agronomo. Universidad Nacional Agraria La Molina. Facultad de Agronomía. Lima-Perú. 2020.
- [11] M. Alfonsea. “Respuestas fisiológicas y metabólicas a la aplicación foliar de aminoácidos

- en plantas de tomate”. Tesis Doctoral. Universidad Miguel Hernández de Elche. Escuela Politécnica Superior de Orihuela. Programa de Doctorado en Recursos y Tecnologías Agrarias, Agroambientales y Alimentarias. Orihuela, 2022.
- [12] S. Caballero. “Efecto de aminoácidos en el rendimiento y calidad de sandía (*Citrullus lanatus*) CV. *River side* bajo condiciones de Costa Central”. Tesis para optar el Título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión Facultad de Ingeniería Agraria, Industrias Alimentarias y Ambiental Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica. Huacho-Perú 2023.
- [13] Comercial Andina. [13]. 2025.02.17. Aminax Aktivator (Ácido Glutámico). Ficha Técnica. Comercial Andina Industrial S.A.C. [On Line] Disponible en: http://grupoandina.com.pe/media/uploads/ficha_tecnica/ft-aminax__aktivator.pdf
- [14] T. Cuin y S. Shabala. Los aminoácidos regulan el eflujo de potasio inducido por la salinidad en la epidermis de la raíz de cebada. *Planta*, 225(3), 753. 2007.
- [15] A. Sonnino & J. Ruane. La innovación en agricultura como herramienta de la política de seguridad alimentaria: el caso de las biotecnologías 20 agrícolas. *Biotechnologías e innovación: el compromiso social de la ciencia*, 25-52. 2017.
- [16] E. Cabra & J. Hernández-Fernández. Caracterización in silico de las proteínas del choque térmico Hsp70 y Hsp90 de *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) y su posible actividad adaptativa. *Revista Mutis*, 4(1), 40-50. 2016.
- [17] INTAGRI. Aminoácidos para la Bioestimulación de Cultivos Hortofrutícolas. 2022. Disponible en <https://www.intagri.com/articulos/nutricionvegetal/aminoacidos-para-la-bioestimulacion-de-cultivos-hortofruticolas>
- [18] L. Chávez Suárez, A. Álvarez Fonseca & R. Ramírez Fernández. Apuntes sobre algunos reguladores del crecimiento vegetal que participan en la respuesta de las plantas frente al estrés abiótico. *Cultivos Tropicales*, 33(3), 47-56. 2017.
- [19] P. Cuadra Crespo. Estrategias de fertilización foliar nitrogenada en pimiento. 2015.
- [20] I. Pérez, E. Jerez & Amico J. Dell' Amico, I. Reynaldo. Efectos del estrés hídrico en la asimilación del nitrógeno en plantas de tomate CV INCA 9-1. *Cultivos Tropicales*, 23(2), 47-50. 2018.
- [21] U. Osorio. 2023.15.09. “Todas las plantas serán afectadas por el fenómeno de El Niño”. Redagícola. [On Line]. Disponible en: <https://tecfresh.com/todas-las-plantas-seran-afectadas-por-el-fenomeno-de-el-nino/>
- [22] Agraria.pe. 2022.23.02. Espárrago: el cultivo símbolo de Perú. Visión Frutícola. [On Line]. Disponible en: <https://agraria.pe/noticias/esparrago-el-cultivo-simbolo-de-peru-27079#:~:text=De%20acuerdo%20con%20el%20Departamento,al%20mismo%20periodo%20del%202020>.

- [23] Intagri. s/f. El Ácido Glutámico en la Bioestimulación de los Cultivos. [On Line]
Extraído de file:///C:/Users/USER/Desktop/ACIDO%20GLUTAMINICO%202023/El%20%C3%81cido%20Glut%C3%A1mico%20en%20la%20Bioestimulaci%C3%B3n%20de%20los%20Cultivos%20_%20Intagri%20S.C.html -
- [24] Tradecorp. Aminoácidos y agricultura, nutri-performance p. 1 PDF. 2016.
file:///C:/Users/Laptop/Downloads/02-aminoácidos-1.pdf
- [25] A. Rioja. Apuntes de Fitotecnia General E.U.I.T.A. Ciudad Real, España. 2002. [On Line]
https://biblioteca.uajms.edu.bo/biblioteca/opac_css/doc_num.php?explnum_id=27125
- [26] C. Riega; H. Berrios; A. Burga; G. Mendoza y A. Baldera. “Efecto de la aplicación de ácido glutámico (Aminolom enzimático 30 % - grupo Ñesta) sobre el amarre, cuajado, rendimiento y calidad de frutos de palto (*Persea americana* Mill.) cv. Hass en la zona alta del valle de Ica, Perú.
https://www.avocadosource.com/journals/memorias_vcla/2021/memorias_vi_cla_2021_pg_160-169.pdf
- [27] M. Monge. 2017/04/24. Interpretación de un análisis de agua para riego. Blog Agro. [On Line]. <https://www.iagua.es/blogs/miguel-angel-monge-redondo/interpretacion-analisis-agua-riego>
- [28] Instituto Peruano del Espárrago y Hortalizas – IPEH. Manual del Cultivo de Espárrago. 2015. Disponible en: https://mk-group.com.pe/images/pdf/MANUAL_ESPARRAGO.pdf

VIII. ANEXOS

8.1 Matriz de consistencia

8.2 Instrumentos de recolección de información

8.3 Otros

8.4 Fotos del Proceso

8.1 Matriz de consistencia

PROBLEMA <i>General</i>	OBJETIVOS <i>General</i>	HIPOTESIS <i>General</i>	VARIABLES <i>Independiente</i>	INDICADORES	INSTRUMENTOS
¿De qué manera el uso del ácido glutámico puede mejorar las características biométricas en el cultivo de espárrago y cuánto podría incrementarse la rentabilidad del cultivo como resultado de su aplicación?	Evaluar el efecto del ácido glutámico en la mitigación del estrés hídrico y las altas temperaturas en el cultivo de espárrago híbrido UC 115 F1, en Santiago - Ica, con el fin de proponer estrategias para incrementar su rendimiento y sostenibilidad agrícola.	¿La aplicación de ácido glutámico mitiga los efectos negativos del estrés hídrico y las altas temperaturas en el cultivo de espárrago híbrido UC 115 F1, mejorando su rendimiento y calidad en las condiciones climáticas de Santiago - Ica?	Aplicación del ácido glutámico (X1).	Dosis. -Frecuencia	Mochila manual Jabas Calibrador Wincha métrica
Específico	Específico	Específico	Dependiente		
¿De qué manera el efecto del uso del ácido glutámico puede generar una respuesta tolerante del cultivo de espárrago al estrés abiótico teniendo un ahorro de energía y reduciendo las pérdidas en rendimiento y calidad en la zona baja del valle de Ica? ¿Puede el efecto del uso del ácido glutámico mejorar las características biométricas en el cultivo de espárrago y en cuanto se incrementará la rentabilidad del cultivo?	-Evaluar la respuesta del espárrago a la aplicación del ácido glutámico en términos de crecimiento, desarrollo y productividad en condiciones de altas temperaturas, identificando la dosis óptima de ácido glutámico que maximice los beneficios en la tolerancia al estrés y el rendimiento del cultivo en la zona baja del valle de Ica. -Establecer el mayor efecto en el rendimiento del cultivo de espárrago híbrido UC 115 F1 al aplicar los tratamientos de materias activas de ácido glutámico en la zona baja del valle de Ica.	- Las características agronómicas del espárrago híbrido UC 115 F1, mejoran con la aplicación de los tratamientos de ácido glutámico influyendo en el cultivo al incrementar el rendimiento. - El uso del ácido glutámico, mejoran las características biométricas del cultivo de espárrago híbrido UC 115 F1, incrementando la rentabilidad del cultivo, al reducir los efectos adversos del cambio climático en el cultivo.	Incremento de la producción (Y1)	Aumento de la producción del cultivo de espárrago híbrido UC 115 F1. -Mejor calidad de los turiones.	Resultados de los análisis del laboratorio Analisis de Variables ANOVA

8.2 Instrumentos de recolección de información

Instrumentos de recolección

Es el proceso de recopilación de datos y su modificación en información utilizable para las partes interesadas. El procesamiento de datos ayuda a probar o refutar teorías, a tomar decisiones empresariales o incluso a avanzar en la mejora de productos y servicios. Teniendo en cuenta observaciones, evaluaciones y otros parámetros predictivos estos se realizarán de acuerdo a los resultados que nos proporcione el empleo de los biofertilizantes, en la dosis que se han planificado.

Se tomarán en cuenta los análisis de suelo, la interpretación del mismo, así como los resultados de la estación meteorológica en cuanto al clima y los días de las actividades cronológicas del año 2023 - 2024.

8.3 Otros

El Ácido Glutámico

los aminoácidos exógenos, como el ácido glutámico, pueden ser absorbidos por las plantas a través de las vías radical y foliar, integrándose al metabolismo vegetal. Aunque el ácido glutámico no es un nutriente esencial, su aplicación foliar puede tener efectos positivos en las plantas al participar en procesos metabólicos clave, como la asimilación del amonio y la transaminación.

La formación de ácido glutámico es crucial para la entrada de nitrógeno en compuestos orgánicos, y su aplicación foliar podría mejorar la asimilación de nitrógeno, potencialmente aumentando el rendimiento de las plantas. Se ha observado que la aplicación foliar de ácido glutámico reduce el contenido de nitratos en ciertas plantas, indicando su influencia en la incorporación de nitrógeno en compuestos orgánicos, con efectos positivos en la síntesis de clorofila, aminoácidos, proteínas y azúcares solubles.

Ácido Glutámico GLUTAMIC – GREEN 99%

El "Ácido Glutámico (Glutamic – Green 99%)" es un aminoácido crucial en varios procesos metabólicos de las plantas. Juega un papel fundamental en la síntesis de clorofila y la formación de tejido vegetal, elevando la concentración de clorofila y mejorando la absorción de energía luminosa, lo que resulta en un aumento en el rendimiento de la fotosíntesis. Además, sirve como precursor de GABA y, cuando se aplica a las plantas junto con GABA, impulsa el mecanismo de este último. Además, el ácido glutámico actúa como un agente quelante efectivo y es esencial para la polinización, aumentando la germinación del polen y la longitud del tubo del polen. También actúa como agente osmótico, favoreciendo la apertura de las estomas, y a través de la transaminación, beneficia a otros aminoácidos.



VALLE GRANDE
Laboratorio de Química Agrícola

SOLICITANTE : ORLANDO BALBIN CARDENAS
PREDIO : TEBISTA LUIS JIMENEZ CORTEZ
MATRIZ : SUELO AGRICOLA

ANÁLISIS N° : 262-015-2024

LUGAR : Ica

FECHA DE RECEP. : 26/02/2024

INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO - SALINIDAD
MUESTRA : MUESTRA N. 01 - CULT. ESPARRAGO - FUNDO. CUCHO - STA. DOMINGUITA

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	TÉCNICA
Textura				
Arena	46.24	%		
Limo	33.64	%		
Arcilla	20.12	%	MES - 001	Boaoucos
Clase Textural	FRANCO			
Porcentaje de Saturación de Agua	35.10	%	MES - 002	Gravimétrico
Carbonato de Calcio Total	0.39	%	MES - 003	Gravimétrico
Conductividad Eléctrica (E.S) a 25 °C.	21.83	dS / m	MES - 004	Electrométrico
pH (1/1) a Temp. 25.7 °C	7.45		MES - 005	Electrométrico
Fósforo Disponible	11.54	ppm	MES - 006	Oben
Materia Orgánica	0.90	%	MES - 007	Walkley y Black
Nitrógeno Total	0.05	%	MES - 008	Kjeldahl
Potasio Disponible	342.40	ppm	MES - 009	Acetato de Amonio
Cationes Cambiables				Extractante: Ao. Amonio
Calcio	8.32	mEq / 100 g	MES - 010	FAAS
Magnesio	1.86	mEq / 100 g	MES - 011	FAAS
Sodio	1.42	mEq / 100 g	MES - 012	FAAS
Potasio	0.71	mEq / 100 g	MES - 013	FAAS
P.S.I	11.51	%	MES - 015	Cálculo Matemático
C.I.C.E	12.30	mEq / 100 g	MES - 017	Cálculo Matemático
Salas Disueltas				
Cloruro	171.62	mEq / L	SM 4500 CL - B	Argentométrico
Sulfato	32.59	mEq / L	EPA 375.4	Turbidimétrico
Nitrato	34.14	mEq / L	MEA - 001	Colorimétrico
Carbonato	< 0.02	mEq / L	SM 2320 B	Volumétrico
Bicarbonato	1.20	mEq / L	SM 2320 B	Volumétrico
Calcio	173.16	mEq / L	EPA 215.1	FAAS
Magnesio	17.17	mEq / L	EPA 242.1	FAAS
Sodio	41.71	mEq / L	EPA 273.1	FAAS
Potasio	4.68	mEq / L	EPA 258.1	FAAS
Boro	1.48	ppm (°)	ISO 9390.1990	Colorimétrico

ABRVS

E.S : Extracto de Saturación.
(1/1) : Relación Masa del Suelo / Volumen del Agua.
P.S.I : Porcentaje de Sodio Intercambiable.
C.I.C.E : Capacidad de Intercambio Cationico Eléctico.
% : Masa / Masa.
ppm : mg / Kg.
ppm(°) : mg / L.

Suma:

El presente informe es válido para fines de diagnóstico y no debe ser utilizado para fines legales.

El presente informe es válido para fines de diagnóstico y no debe ser utilizado para fines legales.

MES y MSA : Método Propio del Laboratorio.

SM : Standar Methods.

EPA : Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos.

ISO : International Organization for Standardization.

FAAS : Espectrometría de Absorción Atómica por Llama.

MSc. Quím. Alexis Sarmiento Chacón
JEFE DEL LABORATORIO



MSc. Agr. Julio Castro Lazo
DIRECTOR DEL LABORATORIO

Promotora de Obras Sociales y de Instrucción Popular

Peruameritana Sur Km. 14.5, San Vicente de Cañete, Lima - Perú

Teléfono: (511) 581 2261. | Celular: 991 692 565

Email: laboratorio@vallegrande.edu.pe | Web: www.vallegrande.edu.pe

SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA DEL PERÚ

INFORMACIÓN METEOROLÓGICA MENSUAL

Estación MAP – San Camilo

Longitud : 75° 42' 39,6" S

Latitud : 14° 4' 24" W

Altitud : 407 msnm

Dpto. : Ica

Provincia : Ica

Distrito : Parcona

Parámetro : Temperatura Máxima Media Mensual (°C)

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
2023	32.7	33.6	33.3	32.7	27.6	25.6	25.5	26.3	28.4	31.8	31.4	32.4
2024	33.8	34.7	34.6	32.1	29.7	26.6	25.9	26.7	29.3	31.3	31.0	32.2

Parámetro : Temperatura Mínima Media Mensual (°C)

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
2023	17.8	19.9	19.2	16.7	13.6	11.8	11.7	12.1	12.9	15.0	14.8	16.4
2024	18.7	19.8	19.2	17.2	12.6	9.7	9.7	9.8	10.6	12.9	14.2	16.2

Parámetro : Humedad Relativa Media Mensual (%)

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
2023	S/D	65	65	70	77	77	77	75	73	67	67	65
2024	65	64	67	72	77	77	79	75	73	70	70	66

S/D = Sin Datos

Parámetro: Precipitación total mensual (mm)

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
2023	0.0	0.4	3.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2024	0.0	7.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8

mm=l/m²

Información preparada para: JIMÉNEZ CORTES LUIS YOSHKAR

PROYECTO DE INVESTIGACION PARA OPTAR EL TITULO DE INGENIERO AGRONOMO

"EFECTO DEL ACIDO GLUTÁMICO SOBRE EL ESTRÉS HÍDRICO Y LAS ALTAS TEMPERATURAS EN EL CULTIVO DE ESPARRAGO (*Asparagus Offinalis L.*) HIBRIDO UC 115 F1, EN SANTIAGO –ICA 2024".

Ica, 04 de febrero del 2025
Parque Industrial M2 A lote 3-ica
Telef. 056-228902
www.senamhi.gob.pe

VÁLIDO SOLO EN ORIGINAL

Altura De Planta

Tratamientos	Repeticiones			Total Tratamientos	$\bar{x}$
	I	II	III		
T1	1.69	1.74	1.70	5	1.710
T2	1.65	1.68	1.58	5	1.637
T3	1.72	1.70	1.69	5	1.703
T4	1.66	1.69	1.68	5	1.677
T5	1.72	1.65	1.65	5	1.673
T6	1.62	1.58	1.60	5	1.600
Total Repeticiones	10.06	10.04	9.90	30.00	1.67

Numero de tallos por metro lineal (unidad)

Tratamientos	Repeticiones			Total Tratamientos	$\bar{x}$
	I	II	III		
T1	32	34	35	101	33.667
T2	30	27	34	91	30.333
T3	28	26	31	85	28.333
T4	36	27	28	91	30.333
T5	28	32	31	91	30.333
T6	26	29	26	81	27.000
Total Repeticiones	180.00	175.00	185.00	540.00	30.00

Numero de brotes por metro lineal (unidad)

Tratamientos	Repeticiones			Total Tratamientos	$\bar{x}$
	I	II	III		
T1	19	13	16	48	16.000
T2	12	15	14	41	13.667
T3	15	12	13	40	13.333
T4	16	13	11	40	13.333
T5	12	18	14	44	14.667
T6	11	9	13	33	11.000
Total Repeticiones	85.00	80.00	81.00	246.00	13.67

Rendimiento de turiones (Kg/ha)

Tratamientos	Repeticiones			Total Tratamientos	$\bar{x}$
	I	II	III		
T1	9012	9016	9032	27060	9020.000
T2	9020	9030	9018	27068	9022.667
T3	8912	9820	9002	27734	9244.667
T4	8904	8960	8932	26796	8932.000
T5	8920	9000	8980	26900	8966.667
T6	8860	8890	8830	26580	8860.000
Total Repeticiones	53628.00	54716.00	53794.00	162138.00	9007.67

Rendimiento Calidad A B de turiones (Kg)

Tratamientos	Repeticiones			Total Tratamientos	$\bar{x}$
	I	II	III		
T1	7650.00	7580.00	7650.00	22880	7626.667
T2	7520.00	7600.00	7550.00	22670	7556.667
T3	7350.00	7280.00	7450.00	22080	7360.000
T4	6940.00	7060.00	7650.00	21650	7216.667
T5	7020.00	6890.00	7420.00	21330	7110.000
T6	6780.00	6420.00	6840.00	20040	6680.000
Total Repeticiones	43260.00	42830.00	44560.00	130650.00	7258.33

Rendimiento Calidad C de turiones (Kg)

Tratamientos	Repeticiones			Total Tratamientos	$\bar{x}$
	I	II	III		
T1	1141	1120	1140	3401	1133.667
T2	1125	1130	1120	3375	1125.000
T3	1220	1200	1210	3630	1210.000
T4	1297	1280	1260	3837	1279.000
T5	1320	1290	1300	3910	1303.333
T6	1387	1390	1402	4179	1393.000
Total Repeticiones	7490.00	7410.00	7432.00	22332.00	1240.67

8.4 Fotos del Proceso



Fig. N° 2: Aplicación del ácido glutámico, Aminomax, Acido Glutámico AAA y Amino Power



Fig. N° 3: Conteo de numero de brotes por metro lineal