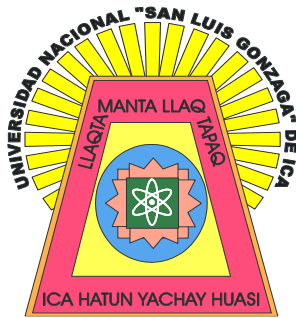


**UNIVERSIDAD NACIONAL
“SAN LUIS GONZAGA” DE ICA
FACULTAD DE AGRONOMIA**



“Respuesta de la aplicación foliar de tres dosis de ácido fúlvico y tres dosis de calcio y boro en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.), cultivar UNICA, en la zona alta del valle de Ica”.

TESIS

PARA OPTAR EL TITULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

PRESENTADO POR:

Cervantes Alejo Nilton Randi.
Huamán Huauya Pedro Jesús.

ICA – PERU

2019

ÍNDICE GENERAL

CAPITULOS		Pág.
	RESUMEN EN ESPAÑOL	3
	RESUMEN EN INGLES	5
	INTRODUCCION	7
1	: MARCO TEORICO	9
	1.1 Antecedentes del problema de investigación.	9
	1.2 Bases teóricas de la Investigación.	13
	1.3 Marco conceptual.	21
2	: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACION.	38
	2.1 Situación problemática	38
	2.2 Formulación del problema.	38
	2.3 Delimitación del problema.	38
	2.4 Justificación e importancia de la investigación.	39
	2.5 Objetivos de la investigación.	40
	2.6 Hipótesis de investigación.	41
	2.7 Variables de la investigación.	41
3	: ESTRATEGIA METODOLOGICA	44
	(METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION)	
	3.1 Tipo, nivel y diseño de la investigación	44
	3.2 Población y muestra.	48
4	: TECNICAS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACION	49
	4.1 Técnicas de recolección de datos.	49
	4.2 Instrumentos de recolección de datos	52
	4.3 Técnica de procedimiento de datos, análisis e interpretación de resultados.	58
	4.4 Análisis estadístico	59
	4.5 Análisis económico.	59
5	: PRESENTACION, INTERPRETACION Y DISCUSION DE RESULTADOS.	60
	5.1 Presentación e interpretación de los resultados.	60

5.2	Discusión de resultados.	74
6	: COMPROBACION DE HIPOTESIS	87
6.1	Contrastación de la hipótesis general	87
6.2	Contrastación de la hipótesis específica.	87
7	: CONCLUSIONES	88
8	: RECOMENDACIONES	90
9	: FUENTES DE INFORMACION	91
10	: ANEXOS	94
10.1	Matriz de consistencia	97
10.2	Instrumentos de recolección de información.	98

RESUMEN

El presente experimento denominado efecto de la aplicación foliar de tres dosis de ácido fúlvico y tres dosis de calcio y boro en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.), cultivar UNICA, en la zona alta del valle de Ica, se está realizando por segunda vez para poder confirmar los resultados obtenidos en la primera investigación, realizado por **Pérez Apcho Lenin Vladimir y Oré Astorima Juan Carlos**, con el cultivar Canchan INIAA, en la zona media del valle de Ica, fue conducido en la parcela N° 14-A y 14-B de la Cooperativa Agraria de Usuarios “San Francisco Javier” de propiedad de la Señora María Jesús Lengua Espino, ubicado en el sector de Trapiche del distrito de Los Molinos, de la provincia y región de Ica, en un suelo de textura franco arenoso, un pH ligeramente alcalino y una conductividad eléctrica normal, persiguiendo el siguiente objetivo: Determinar la mejor dosis de ácido fúlvico y de los elementos calcio y boro, aplicados por vía foliar, con respecto a la producción y otras características biométricas en el cultivo de papa (*S. tuberosum*) cultivar UNICA. Realizar un análisis económico de los tratamientos en estudio en general, que permita determinar su rentabilidad.

El experimento se dispuso en el Diseño de Bloque Completamente Randomizado con arreglo factorial con tres dosis de un ácido fúlvico y tres dosis de calcio y boro, más un testigo, con 5 repeticiones haciendo un total de 50 unidades experimentales.

En el rendimiento total de tubérculos obtenido en el presente experimento se puede apreciar el efecto del factor dosis de ácido fúlvico destacando el nivel de 6.0 L/ha con 37,202 kg/ha, mientras que en el factor dosis del producto a base de calcio y boro el nivel de 6.0 L/ha con 36,302 kg/ha de tubérculos en promedio.

Con respecto a los efectos principales se observó diferencias estadística en las combinaciones de los factores en estudio donde el ácido fúlvico y el producto a base de calcio y boro en sus diferentes dosis superaron ampliamente al testigo quien obtuvo una producción de 31,832 kg/ha, destacando las combinaciones 9(Lignnus 30.5% 6.0 L/ha + Sett Fix Ca-B 6.0 L/ha) con 38,374 kg/ha; 8(Lignnus 30.5% 6.0 L/ha + Sett Fix Ca-B 4.5 L/ha) con 37,730 kg/ha; 6(Lignnus 30.5% 4.5 L/ha + Sett Fix Ca-B 6.0 L/ha) con 36,238 kg/ha.

En el rendimiento de primera y segunda categoría obtenida por hectárea en el presente experimento se puede apreciar el efecto del factor dosis de ácido fúlvico

destacando el nivel de 6.0 L/ha con 34,048 kg/ha, mientras que en el factor dosis del producto a base de calcio y boro el nivel de 6.0 L/ha con 33,044 kg/ha de tubérculos de primera y segunda categoría en promedio.

La mayor rentabilidad desde el punto de vista económico lo obtuvo el tratamiento 9(Lignnus 30.5% 6.0 L/ha + Sett Fix Ca-B 6.0 L/ha) con una producción de 38,374 kg/ha de tubérculo de papa, obteniendo el mayor ingreso neto con S/10,415 soles y una relación beneficio costo de 0.77 soles.

Palabras claves: cultivo de papa cultivar UNICA, ácido fúlvico, productos a base de calcio y boro, dosis de aplicación.

ABSTRACT

The present experiment called the effect of the foliar application of three doses of fulvic acid and three doses of calcium and boron in the cultivation of potato (*Solanum tuberosum* L.), cultivar UNICA, in the upper area of the Ica valley, is being carried out by the second time to confirm the results obtained in the first investigation, conducted by **Pérez Apcho Lenin Vladimir and Oré Astorima Juan Carlos, with the cultivar Canchan INIAA**, in the middle zone of the Ica valley, was conducted on plot No. 14-A and 14-B of the Cooperativa Agraria de Usuarios "San Francisco Javier" owned by Mrs. María Jesús Lengua Espino, located in the Trapiche sector of the district of Los Molinos, in the province and region of Ica, on a floor of frank texture sandy, a slightly alkaline pH and a normal electrical conductivity, pursuing the following objective: Determine the best dose of fulvic acid and the elements calcium and boron, applied by foliar route, with respect to the production and other biometric characteristics in potato cultivation (*S. tuberosum*) cultivate UNICA. Carry out an economic analysis of the treatments under study in general, which allows to determine their profitability.

The experiment was arranged in the Design of Completely Randomized Block with factorial arrangement with three doses of a fulvic acid and three doses of calcium and boron, plus a control, with 5 repetitions making a total of 50 experimental units.

In the total yield of tubers obtained in the present experiment the effect of the dose factor of fulvic acid can be appreciated, highlighting the level of 6.0 L / ha with 37,202 kg / ha, while in the dose factor of the product based on calcium and boron the level of 6.0 L / ha with 36,302 kg / ha of tubers on average.

Regarding the main effects, statistical differences were observed in the combinations of the factors under study where the fulvic acid and the product based on calcium and boron in their different doses greatly exceeded the control who obtained a production of 31,832 kg / ha, highlighting combinations 9 (Lignus 30.5% 6.0 L / ha + Sett Fix Ca-B 6.0 L / ha) with 38.374 kg / ha; 8 (Lignus 30.5% 6.0 L / ha + Sett Fix Ca-B 4.5 L / ha) with 37,730 kg / ha; 6 (Lignus 30.5% 4.5 L / ha + Sett Fix Ca-B 6.0 L / ha) with 36,238 kg / ha.

In the yield of first and second category obtained per hectare in the present experiment the effect of the dose factor of fulvic acid can be appreciated,

highlighting the level of 6.0 L / ha with 34,048 kg / ha, while in the dose factor of the product based of calcium and boron the level of 6.0 L / ha with 33,044 kg / ha of tubers of first and second category on average.

The highest profitability from the economic point of view was obtained by treatment 9 (Lignnus 30.5% 6.0 L / ha + Sett Fix Ca-B 6.0 L / ha) with a production of 38,374 kg / ha of potato tuber, obtaining the highest income net with S / 10,415 soles and a benefit-cost ratio of 0.77 soles.

Key words: cultivation of potato cultivar UNICA, fulvic acid, products based on calcium and boron, application dose.

INTRODUCCIÓN

La papa es un cultivo muy importante como fuente de alimentación humana, a nivel mundial ocupa el quinto lugar en superficie cultivada, superada por los cereales como: trigo, arroz, maíz y cebada. En el Perú ocupa el segundo lugar en superficie cultivada después del maíz, siendo un alimento de vital importancia en las tres regiones de nuestro país.

La papa (***Solanum. tuberosum***), es considerada como un alimento de primera necesidad en todos los sectores de la población mundial, tanto urbana como rural, por ser fuente de sustancias proteicas y carbohidratos, de ahí su utilización casi insustituible en las dietas diarias. Este cultivo se viene sembrando desde hace muchos años en el valle de Ica, debido a que se ha encontrado condiciones favorables de temperatura para la tuberización durante su periodo vegetativo.

Por las razones expuestas es imperativo mejorar la tecnología del cultivo para alcanzar niveles óptimos de producción mediante el uso racional de los recursos agrícolas y el empleo de las prácticas agronómicas más recomendables.

La región Ica, se caracteriza por presentar diversas condiciones ecológicas favorables para el crecimiento y desarrollo de cultivares de papa (***S. tuberosum.***), de importancia agrícola, y que debido a la pobreza de sus suelos acapara la atención de técnicos y agricultores, por eso es imperativo mejorar la tecnología del cultivo, para alcanzar niveles óptimos de producción mediante el uso racional de los recursos agrícolas y el empleo de las prácticas agronómicas más recomendables.

Actualmente una las innovaciones tecnológicas que avanza a pasos agigantados es la fertilización foliar de los cultivos utilizando ácidos fúlvicos y los elementos calcio y boro para tratar de elevar los rendimientos, utilizando para ello diferentes productos que se encuentran en el mercado, debido a que los ácidos fúlvicos incrementan la penetración de nutrientes a través de las hojas modificando la permeabilidad de la membrana, quelatando los elementos menores formando complejos con los elementos mayores que son aceptados por la planta como parte integral de su fisiología, favoreciendo el incremento de la materia seca principalmente en el sistema radicular,

En las plantas, el ácido fúlvico estimula el metabolismo, provee respiración, aumenta el metabolismo de proteínas y la actividad de múltiples enzimas,

incrementa la permeabilidad de las membranas celulares, la división celular y su elongación, colabora con la síntesis de la clorofila, tolera la sequía y beneficia las cosechas. **(Nutrir es vida complejo orgánicos agrícolas 2013).**

El boro cumple un papel importantísimo en los meristemas apicales, activando la división celular que determina el crecimiento de los terminales de tallos y ramas y la formación normal de las hojas, así como en el mantenimiento de las membranas del citoplasma de las células de la raíz (plasmalema), sin el cual se reduce notablemente la absorción del fósforo y el potasio. El calcio controla la velocidad de la respiración ósea la pérdida de azúcares y almidones, así mismo reduce la producción de etileno dentro de la planta, uno de los responsable de la caída de frutos; por otro lado el boro controla el movimiento de estos azúcares y almidones de la hoja a la fruta **(Fuentes 2003).**

Es por ello que el calcio y el boro son muy importantes juntos pues el calcio ayuda a retener los azúcares y almidones al reducir la respiración y el boro moviliza estos azúcares y almidones de la hoja a la fruta. Si se aplica una cantidad de boro y no se aplica suficiente calcio se presentará una toxicidad de boro, ya que no hay suficientes azúcares y almidones en la hoja al haber sido consumido en el proceso de alta respiración originado por la deficiencia de calcio, igualmente si se aplica mucho calcio y poco boro se tendrán hojas con buena cantidad de azúcares y almidones pero inmovilizadas por falta de boro.

1 MARCO TEORICO

Con la finalidad de sustentar el presente trabajo de investigación y poder discutir los resultados alcanzados se ha realizado una exhaustiva revisión bibliográfica del cultivo en estudio, así como de la base química de los productos estudiados y de aquellos trabajos que tienen relación con el tema, la cual se expone a continuación.

1.1 ANTECEDENTES A NIVEL NACIONAL.

JUSCAMAYTA y MAYURI (2,013), en su trabajo de tesis concluyeron en lo siguiente:

En el rendimiento total de tubérculos por hectárea, obtenido en el presente experimento se puede apreciar el efecto positivo de los factores en estudio en sus diferentes niveles, sobresaliendo el factor dosis de extracto de algas marinas las dosis 7.5 y 6.0 L/ha con 35,470 y 32,674 kg/ha, y en el factor dosis de ácido fúlvico las dosis 9.0 y 7.5 L/ha con 35,339 y 33,310 kg/ha.

Con respecto a los efectos principales se observó diferencias estadística en las combinaciones de los factores en estudio donde el extracto de algas marinas y de ácido fúlvico en sus diferentes dosis, superaron ampliamente al testigo quien obtuvo una producción de 28,803 kg/ha, destacando las combinaciones 9(Fitoalgas 7.5 L/ha + K-tionic 25% 9.0 L/ha) con 37,057 kg/ha; 8(Fitoalgas 7.5 L/ha + K-tionic 25% 7.5 L/ha) con 35,490 kg/ha; 6(Fitoalgas 6.0 L/ha + K-tionic 25% 9.0 L/ha) con 35,203 kg/ha, de tubérculos.

En el rendimiento de tubérculos de primera y segunda categoría se obtuvo diferencia estadística en las combinaciones de los factores en estudio donde el extracto de algas marinas y de ácido fúlvico en sus diferentes dosis, superaron ampliamente al testigo quien obtuvo una producción de 25,953 kg/ha destacando las combinaciones 9(Fitoalgas 7.5 L/ha + K-tionic 25% 9.0 L/ha) con 33,777 kg/ha; 8(Fitoalgas 7.5 L/ha + K-tionic 25% 7.5 L/ha) con 32,370 kg/ha; 6(Fitoalgas 6.0 L/ha + K-tionic 25% 9.0 L/ha) con 31,893 kg/ha.

En el rendimiento de tubérculos de tercera categoría no se encontró diferencia estadística en las fuentes de variabilidad, reportándose promedios similares de 2,850 a 3,310 kg/ha en promedio.

CAJAMARCA y MAX (2014), en su tesis titulada “Respuesta de la aplicación foliar de calcio y de boro en diferentes dosis en el cultivo de papa (*S. tuberosum*), cultivar UNICA, en la zona media del valle de Ica”, concluyeron en lo siguiente:

En el rendimiento total por hectárea obtenido en el presente experimento se puede apreciar el efecto positivo de los factores en estudio en sus diferentes fuentes y niveles, sobresaliendo el factor dosis de aplicación el nivel 6.0 l/ha con una producción de 37,567 kg/ha, mientras que en el factor fuentes de calcio y boro sobresalió el producto Fert All Ca-B con 37,011 kg/ha.

Con respecto a los efectos principales se observó diferencias estadística en las combinaciones de los factores en estudio donde las fuentes de calcio y boro en sus diferentes dosis, superaron ampliamente al testigo quien obtuvo una producción de 32,828 kg/ha, destacando las combinaciones 6(Fert All Ca-B 6.0 l/ha) con 38,280 kg/ha; 3(Sett 6.0 l/ha) con 37,439 kg/ha; 5(Fert All Ca-B 4.5 l/ha) con 37,042 kg/ha, de tubérculos.

En el rendimiento de primera y segunda categoría obtenida por hectárea en el presente experimento se puede apreciar el efecto positivo de los factores en estudio en sus diferentes fuentes y niveles, sobresaliendo el factor fuentes de Ca y B, con el producto Fert All Ca-B con 34,217 kg/ha, mientras que en el factor dosis de aplicación sobresalió el nivel 6.0 l/ha con 35,014 kg/ha.

En el rendimiento de tercera categoría obtenida en el presente experimento se puede apreciar el efecto positivo del factor dosis de aplicación sobresaliendo el nivel de 6.0 l/ha con 2,552 kg/ha, mientras que en el factor fuentes de Ca y B, no se encontró diferencia estadística obteniéndose promedios de 2,728 a 2,947 kg/ha en promedio.

CARRION y CASTRO (2016), en su trabajo de tesis titulado “Respuesta de la aplicación foliar de calcio y de boro en diferentes dosis en el cultivo de papa (*S. tuberosum*), cultivar UNICA, en la zona media del valle de Ica”, concluyeron en lo siguiente:

En el rendimiento total por hectárea obtenido en el presente experimento se puede apreciar el efecto positivo de los factores en estudio en sus diferentes fuentes y niveles, sobresaliendo el factor dosis de aplicación el nivel 6.0 L/ha con una producción de 34,515 kg/ha, mientras que en el factor fuentes de

calcio y boro sobresalió los productos Sett y Fert All Ca-B con 32,983 y 33,595 kg/ha. Coincidiendo con **Cajamarca y Max (2,014)**, quienes en su trabajo de tesis observaron diferencias estadística en las combinaciones de los factores en estudio superando ampliamente al testigo quien obtuvo una producción de 29,722 kg/ha, destacando las combinaciones 6(Fert All Ca-B 6.0 l/ha) con 38,280 kg/ha; 3(Sett 6.0 l/ha) con 37,439 kg/ha; 5(Fert All Ca-B 4.5 l/ha) con 37,042 kg/ha de tubérculos.

Con respecto a los efectos principales se observó diferencias estadística en las combinaciones de los factores en estudio donde las fuentes de calcio y boro en sus diferentes dosis, superaron ampliamente al testigo quien obtuvo una producción de 29,722 kg/ha, destacando las combinaciones (Sett 6.0 L/ha) con 34,983 kg/ha; 9(Calci Bor 6.0 L/ha) con 34,389 kg/ha; 6(Fert All Ca-B 6.0 L/ha) con 34,173 kg/ha; 5(Fert All Ca-B 4.5 L/ha) con 33,942 kg/ha.

En el rendimiento de primera y segunda categoría obtenida por hectárea en el presente experimento se puede apreciar el efecto positivo de los factores en estudio en sus diferentes fuentes y niveles, sobresaliendo el factor fuentes de Ca y B, los productos Sett y Fert All Ca-B con 32,983 y 33,595 kg/ha, mientras que en el factor dosis de aplicación sobresalió el nivel 6.0 l/ha con 34,515 kg/ha.

En el rendimiento de tercera categoría obtenida en el presente experimento no se encontró diferencia estadística en el factor dosis de aplicación obteniéndose promedios de 2,652 a 2,328 kg/ha, así mismo en el factor fuentes de Ca y B, no se encontró diferencia estadística obteniéndose promedios de 2,603 a 2,468 kg/ha en promedio.

CARPIO y GOMEZ (2,016), en su trabajo de tesis titulado “Respuesta a la aplicación foliar de tres dosis de bioestimulante y de ácido fúlvico en el cultivo de papa (*S. tuberosum*), cultivar Perricholi, en la zona alta del valle de Ica”, concluyeron en lo siguiente:

En el rendimiento total por hectárea obtenido en el presente experimento se puede apreciar el efecto positivo de los factores en estudio en sus diferentes niveles, sobresaliendo el factor dosis de bioestimulante el nivel de 4.5 L/ha con 33,881 kg/ha, mientras que en el factor dosis de ácido fúlvico destaco el nivel de 6.0 L/ha con 34,134 kg/ha en promedio.

Con respecto a los efectos principales se observó diferencias estadística en las combinaciones de los factores en estudio donde el bioestimulante y el ácido fúlvico en sus diferentes dosis, superaron ampliamente al testigo quien obtuvo una producción de 28,348 kg/ha, destacando las combinaciones 9(Agrocomax-V 4.5 L/ha + Lignnus 30.5% 6.0 L/ha) con 34,822 kg/ha; 8(Agrocomax-V 4.5 L/ha + Lignnus 30.5% 4.5 L/ha) con 34,260 kg/ha; 6(Agrocomax-V 3.75 L/ha + Lignnus 30.5% 6.0 L/ha) con 33,860 kg/ha; 3(Agrocomax-V 3.0 L/ha + Lignnus 30.5% 6.0 L/ha) con 33,719 kg/ha.

En el rendimiento de primera y segunda categoría en el presente experimento se puede apreciar el efecto positivo de los factores en estudio en sus diferentes niveles, sobresaliendo el factor dosis de bioestimulante el nivel de 4.5 L/ha con 31,553 kg/ha, mientras que en el factor dosis de ácido fúlvico destaco el nivel de 6.0 L/ha con 31,961 kg/ha en promedio.

En el rendimiento de tercera categoría obtenida en el presente experimento se puede apreciar que no hubo diferencia estadística en el factor dosis de bioestimulante obteniéndose promedio similares de 2,393 a 2,607 kg/ha mientras que en el factor dosis de ácido fúlvico destacaron los niveles de 4.5 y 6.0 L/ha con 2,363 y 2,265 kg/ha en promedio.

La mayor rentabilidad desde el punto de vista económico lo obtuvo el tratamiento 9(Agrocomax-V 4.5 L/ha + Lignnus 30.5% 6.0 L/ha) con una producción de 34,822 kg/ha, de tubérculo de papa, obteniendo el mayor ingreso neto con S/12,308 y una relación beneficio costo de 0.95, esto significa que el agricultor con la aplicación de dichos tratamientos obtendrán una rentabilidad de S/. 0.95 nuevos soles por cada nuevo sol invertido en el proceso productivo del cultivo de papa.

PEREZ y ORE (2016), en su trabajo de tesis denominado Respuesta de la aplicación foliar de tres dosis de ácido fúlvico y tres dosis de calcio y boro en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.), cultivar Canchan INIAA, en la zona media del valle de Ica, llegaron a las siguientes conclusiones:

En el rendimiento total de tubérculos obtenido en el presente experimento se puede apreciar el efecto positivo de los factores en estudio en sus diferentes niveles, sobresaliendo el factor dosis de ácido fúlvico el nivel de 6.0 L/ha con

33,591 kg/ha, mientras que en el factor dosis de calcio y boro el nivel de 6.0 L/ha con 34,639 kg/ha en promedio.

Con respecto a los efectos principales se observó diferencias estadística en las combinaciones de los factores en estudio donde las dosis de ácido fúlvico en combinanción con el producto a base de calcio y boro, superaron ampliamente al testigo quien obtuvo una producción de 29,652 kg/ha, destacando las combinaciones 9(Lignnus 30.5% 6.0 L/ha + Kelpway Ca-B 6.0 L/ha) con 35,506 kg/ha; 6(Lignnus 30.5% 4.5 L/ha + Kelpway Ca-B 6.0 L/ha) con 34,738 kg/ha.

En el rendimiento de primera y segunda categoría obtenida por hectárea en el presente experimento se puede apreciar el efecto positivo de los factores en estudio en sus diferentes niveles, sobresaliendo el factor dosis de ácido fúlvico el nivel de 6.0 L/ha con 30,890 kg/ha, mientras que en el factor dosis de calcio y boro el nivel de 6.0 L/ha con 32,092 kg/ha en promedio.

En el rendimiento de tercera categoría obtenida en el presente experimento se puede apreciar el efecto positivo de los factores en estudio en sus diferentes niveles, sobresaliendo el factor dosis de ácido fúlvico el nivel de 4.5 L/ha con 2,543 kg/ha, mientras que en el factor dosis de calcio y boro el nivel de 6.0 L/ha con 2,546 kg/ha en promedio.

1.2 BASES TEÓRICAS DE LA INVESTIGACIÓN.

1.2.1 Sobre el cultivo de la papa.

LASA (1,997), menciona que si se elimina o daña el brote Terminal dominante, los brotes inhibidos reiniciarán su crecimiento. Si se plantan tubérculos brotados el establecimiento de la planta es rápido y hay más crecimiento, pero se pueden presentar situaciones de tuberización prematura (resultando en una papa pequeña) y/o de la presencia de brotes torcidos.

El número de brotes por planta es un componente del rendimiento, y que de ellos surgirán los estolones para los nuevos tubérculos. Sin embargo, no todos los brotes que se ven en una planta provienen de yemas del tubérculo madre; algunos brotes surgen de otros brotes o salen de estolones o yemas axilares de ramas. Los brotes más importantes son los que salen directamente del tubérculo.

Uno de los factores climáticos asociados con la tuberización es el foto período, encontrándose que días cortos (noches largas) estimulan el proceso; la señal del foto periodo es recibida por las hojas por lo que es importante tener una adecuada área foliar. Las temperaturas altas en la parte aérea retrasan el inicio de la época de tuberización, ejerciendo el mismo efecto la presencia de sombreado. La temperatura optima para máximo rendimiento es entre 15.5 a 18.5 °C.

De los distintos nutrientes estudiados el nitrógeno es el que ha mostrado más influencia hacia la tuberización. En condiciones inductivas de foto período, el suplemento continuo de nitrógeno inhibe el proceso; el efecto de ese nitrógeno es independiente de la fuente de nitrógeno (amonio o nitrato), pero si se aplica el nitrógeno en forma de urea foliar no se inhibe o retrasa la tuberización aún cuando el contenido de nitrógeno en la planta sea comparable con las que tienen fertilización nitrogenada vía el suelo.

ALVAREZ (2,002), menciona que la papa es un tubérculo de consumo popular, adaptado a diferentes condiciones climáticas y de suelos de nuestro territorio. Sin embargo, los mejores rendimientos se logran en suelos franco arenosos, profundos, bien drenados y con un pH de 5,5 a 8,0.

El cultivo de la papa se ve favorecida por la presencia de temperaturas mínimas ligeramente por debajo de sus normales y máximas ligeramente superiores en el período de tuberización.

Aunque hay diferencias de requerimientos términos según la variedad de que se trate, podemos generalizar, sin embargo, que temperaturas máximas o diurnas de 20 a 25°C y mínimas o nocturnas de 8 a 13°C son excelentes para una buena tuberización.

La temperatura media óptima para la tuberización es de 20°C, si la temperatura se incrementa por encima de este valor disminuye la fotosíntesis y aumenta la respiración y por consecuencia hay combustión de hidratos de carbono almacenados en los tubérculos. Las consecuencias negativas de las altas temperaturas diurnas y nocturnas adquieren visos de verdadero dramatismo en el norte de nuestro país

cuando aparece el Fenómeno del Niño, en que las altas temperaturas tanto diurnas y nocturnas provocan ausencia total de tubérculos. Siempre, pues, debe haber alternancia de temperaturas diurnas y nocturnas para una buena tuberización.

La luminosidad también influyen en la producción de carbohidratos, desde el momento en que es uno de los elementos que interviene en la fotosíntesis. Su influencia no solo se circunscribe a este aspecto, sino también a la distribución de los carbohidratos, siendo su concentración mayor en los tubérculos cuando es alta. La máxima asimilación ocurre a los 60000 lux.

La propagación más generalizada es por tubérculos de 40 a 60 grs. De peso, empleándose de 1 333 a 2000 kg de semilla-tubérculo por hectárea. El terreno destinado a la siembra debe ser bien trabajado mediante araduras, rastras cruzadas y si fuera posible añadirle materia orgánica.

La siembra más común en nuestro medio es a mano depositando la semilla tubérculo en surcos distanciados a 0.90 a 1.10 metros y con un distanciamiento entre golpes de 0.30 m.

HUAMAN y SPOONER (2,002), mencionan que la papa es un tubérculo de consumo popular, adaptado a diferentes condiciones climáticas y de suelos de nuestro territorio. Sin embargo, los mejores rendimientos se logran en suelos franco arenosos, profundos, bien drenados y con un pH de 5.5 a 8.0.

El cultivo de la papa se ve favorecida por la presencia de temperaturas mínimas ligeramente por debajo de sus normales y máximas ligeramente superiores en el período de tuberización.

Aunque hay diferencias de requerimientos térmicos según la variedad de que se trate, podemos generalizar, sin embargo, que temperaturas máximas o diurnas de 20 a 25°C y mínimas o nocturnas de 8 a 13°C son excelentes para una buena tuberización. La temperatura media óptima para la tuberización es de 20°C, si la temperatura se incrementa por encima de este valor disminuye la fotosíntesis y aumenta la respiración y por consecuencia hay combustión de hidratos de carbono almacenados en los tubérculos. Las consecuencias negativas de las altas temperaturas

diurnas y nocturnas adquieren visos de verdadero dramatismo en el norte de nuestro país cuando aparece el Fenómeno del Niño, en que las altas temperaturas tanto diurnas y nocturnas provocan ausencia total de tubérculos. Siempre, pues, debe haber alternancia de temperaturas diurnas y nocturnas para una buena tuberización.

Durante la etapa de germinación y fases tempranas de crecimiento las temperaturas altas, por el contrario favorecen el crecimiento vegetativo. La luminosidad también influyen en la producción de carbohidratos, desde el momento en que es uno de los elementos que interviene en la fotosíntesis. Su influencia no solo se circunscribe a este aspecto, sino también a la distribución de los carbohidratos, siendo su concentración mayor en los tubérculos cuando es alta. La máxima asimilación ocurre a los 60000 lux.

La propagación más generalizada es por tubérculos de 40 a 60 grs. De peso, empleándose de 1,333 a 2,000 kg de semilla-tubérculo por hectárea.

El terreno destinado a la siembra debe ser bien trabajado mediante araduras, rastras cruzadas y si fuera posible añadirle materia orgánica.

La siembra más común en nuestro medio es a mano depositando la semilla tubérculo en surcos distanciados a 0.90 a 1.10 metros y con un distanciamiento entre golpes de 0.30 m. La siembra también puede realizarse mediante el uso de semilla botánica que proviene de las bayas. Estas semillas entran en latencia una vez que son extraídas de las bayas y ésta puede ser rota almacenándolas secas por 4 a 9 meses o tratándolas con ácido giberélico a la concentración de 1500 ppm durante 24 horas.

El abono debe realizarse aplicando a la siembra todo el fósforo y potasio y la mitad de la dosis del nitrógeno, cuidando de que el abono no entre en contacto con la semilla-tubérculo y la queme. El resto de nitrógeno se aplicará al aporque y cuando las plantas han llegado a la altura de la rodilla. Se recomienda aplicar 150 a 200 kg de nitrógeno y 40 a 60 kg de fósforo por hectárea. Si bien muchos no recomiendan los abonos potásicos debido a que nuestros suelos son ricos en este elemento; sin embargo, hay que tomar en cuenta que el cultivo de papa extrae 8 kg de

potasio por cada tonelada de producción, por tanto si queremos producir 30 TM, la planta necesitará 240 kg de potasio y sin nuestro suelo rinde 20 TM/ha sin abono potásico, quiere decir que necesitaremos potasio para 10 TM adicionales, ósea 80 kg de potasio, y si la eficiencia de fertilización es de 80%, deberemos aplicar 100 kg aproximadamente de potasio. El primer riego se hace después de la siembra y los siguientes y hasta la floración, cada 12 días. A partir de la floración los riegos se realizan cada 8 días.

BALLON y CERRON (2,002), menciona que los climas para el cultivo de la papa deben ser templados, tropical y subtropical a la temperatura de 18° a 20°. En las zonas tropicales se recogen las mejores cosechas, a alturas de 1.800m hasta 2.500m sobre el nivel del mar. El cultivo de papas requiere una gran preparación del suelo. No se necesitan semillas, sino “papas de semillas”. Son pequeños tubérculos (parte de un tallo subterráneo, o de una raíz) o fragmentos, que se introducen en una profundidad de 5 o 10 centímetros en la tierra, depende del tamaño de la papa. En las zonas áridas de secano, (gracias a una mejor retención de la humedad en el suelo), el cultivo de papa es más abundantes; en condiciones de regadío la papa se cultiva en camellones (son un tipo de disposición del suelo en la llanura) . Para proteger el suelo, combatir la maleza, reducir las plagas y enfermedades, el cultivo de la papa somete a rotación de 30 años. Las papas necesitan suelos bien drenados y bien ventilados. La papa prospera con la organización de abono orgánico y fertilizantes químicos, depende de la cantidad de nutrientes. El suelo debe tener mucha humedad elevada, pero las mejores tardan en cultivarse 120 a 150 días.

CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA (2002), menciona que morfológicamente el tubérculo es un tallo subterráneo, acortado engrosado y provisto de yemas u ojos en las axilas de sus hojas escamosas. En cada ojo, existen normalmente 3 yemas, aunque en ocasiones pueden ser más. Una yema es, en consecuencia, una rama

lateral del tallo subterráneo con entrenudos no desarrollados y todo el tubérculo un sistema morfológico ramificado y no una simple rama.

Los ojos se concentran con mayor frecuencia hacia el extremo distal (corona o roseta), siendo a la vez más profundos en esta región.

Las yemas de esta región normalmente se desarrollan primero. Cuando la yema apical es removida o muerta, otras yemas son estimuladas a desarrollarse. Cada ojo es capaz de producir un infinito número de brotes, dependiendo del tamaño del tubérculo y de la reserva de hidratos de carbono.

Bajo condiciones de día corto las plantas muestran una tuberización temprana, los estolones son cortos y el follaje permanece pequeño. Bajo condiciones de día largo ocurre lo contrario. La respuesta a la longitud del día depende de la especie y de las variedades.

Días cortos y temperaturas bajas estimulan la iniciación de tubérculos. Temperaturas nocturnas bajas son más efectivas que temperaturas diurnas bajas. Bajo condiciones de día largo altas temperaturas restringen la formación de tubérculos. Bajo días cortos y altas temperaturas, variedades de día corto inician y desarrollan los tubérculos considerablemente más temprano que variedades de ciclo largo.

CORNEJO (2002), menciona que la planta de papa, no obstante poseer el camino fotosintético C_3 , es singularmente muy efectiva para asimilar, convertir y repartir carbono dentro de las formas utilizables como producto económico y potencialmente producir más alimento por unidad de tiempo de tierra y de agua en comparación a otros cultivos alimenticios del mundo, Los tubérculos de una misma planta compiten entre sí por el sustrato necesario para su crecimiento. Aproximadamente el 90 % de la materia seca acumulada en los tubérculos proviene de la fotosíntesis que ocurre después del inicio de tuberización, por tanto la tasa de crecimiento de los tubérculos depende ampliamente de la fotosíntesis neta registrada durante la tuberización.

RAMIREZ (2,003), menciona que el cultivo de la papa requiere de suelos de textura franca a franco arenoso, con buena fertilidad, y bajas

concentraciones de sales. Así mismo requiere de climas templados y fríos, indicando la necesidad de temperaturas en su crecimiento y desarrollo. Responde a temperaturas cálidas de 20 a 25°C durante el día y relativamente frías en la noche (de 8 a 13°C). La producción de materia seca es más rápida a temperaturas en torno a 20°C, a esta temperatura la asimilación es alta y respiración es muy baja, temperaturas entre 10 a 20°C, mantienen una alta capacidad asimilatoria, especialmente a altas intensidades luminosas (sierra).

La escasez de agua limita fuertemente los rendimientos al disminuir su capacidad fotosintética, principalmente en el llenado de tubérculos. El déficit de agua y el exceso también es perjudicial, limitando la absorción de nutrientes y propiciando la presencia de enfermedades fungosas, para ello se recomiendan riegos ligeros y continuos antes del aporque y riegos pesados en el período de llenado de tubérculos.

FAO (2,014), menciona que las papas pueden crecer casi en todos los tipos de suelos, salvo donde son salinos o alcalinos. Los suelos naturalmente suelos, que ofrecen menos resistencia al crecimiento de los tubérculos, son los más convenientes, y los suelos arcillosos o de arena con arcilla y abundante materia orgánica, con buen drenaje y ventilación, son los mejores. Se considera ideal un pH de 5,2 a 6,4 en el suelo.

El cultivo de papas requiere una gran preparación del suelo. Es necesario rastrillar el suelo hasta eliminar todas las raíces de la maleza. Por lo general es necesario arar tres veces, rastrillar con frecuencia y aplicar el rodillo, para que el suelo adquiera la condición adecuada: suave, bien drenado y bien ventilado.

INFOAGRO (2,015), menciona que la papa es una planta de clima templado-frío, siendo las temperaturas más favorables para su cultivo las que están en torno a 13 y 18°C. Al efectuar la plantación la temperatura del suelo debe ser superior a los 7°C, con unas temperaturas nocturnas relativamente frescas. El frío excesivo perjudica especialmente a la patata, ya que los tubérculos quedan pequeños y sin desarrollar.

Si la temperatura es demasiado elevada afecta a la formación de los tubérculos y favorece el desarrollo de plagas y enfermedades. Es un cultivo bastante sensible a las heladas tardías, ya que produce un retraso y disminución de la producción. Si la temperatura es de 0°C la planta se hiela, acaba muriendo aunque puede llegar a rebrotar. Los tubérculos sufren el riesgo de helarse en el momento en que las temperaturas sean inferiores a -2°C.

La humedad relativa moderada es un factor muy importante para el éxito del cultivo. La humedad excesiva en el momento de la germinación del tubérculo y en el periodo desde la aparición de las flores hasta a la maduración del tubérculo resulta nociva. Una humedad ambiental excesivamente alta favorece el ataque de mildiu, por tanto esta circunstancia habrá que tenerla en cuenta. Es una planta poco exigente a las condiciones edáficas, sólo le afectan los terrenos compactados y pedregosos, ya que los órganos subterráneos no pueden desarrollarse libremente al encontrar un obstáculo mecánico en el suelo.

La humedad del suelo debe ser suficiente; aunque resiste la aridez, en los terrenos secos las ramificaciones del rizoma se alargan demasiado, el número de tubérculos aumenta, pero su tamaño se reduce considerablemente. Los terrenos con excesiva humedad, afectan a los tubérculos ya que se hacen demasiado acuosos, poco ricos en fécula y poco sabrosos y conservables. Prefiere los suelos ligeros o semiligeros, silíceo-arcillosos, ricos en humus y con un subsuelo profundo. Soporta el pH ácido entre 5.5 a 6, ésta circunstancia se suele dar más en los terrenos arenosos. Es considerada como una planta tolerante a la salinidad.

La luz tiene una incidencia directa sobre el fotoperíodo, ya que induce la tuberización. Los fotoperíodos cortos son más favorables a la tuberización y los largos inducen el crecimiento. Además de influir sobre el rendimiento final de la cosecha. En las zonas de clima cálido se emplean cultivares con fotoperíodos críticos, comprendidos entre 13 y 16 horas. La intensidad luminosa además de influir sobre la actividad fotosintética, favorece la floración y fructificación.

1.3 MARCO CONCEPTUAL.

1.3.1 Sobre las aplicaciones foliares:

GUTIÉRREZ (2011), menciona que existe abundante evidencia de que las células parenquimáticas situadas a lo largo y en las terminaciones de los vasos del xilema, y de los tubos cribosos del floema (células compañeras) gobiernan la translocación de solutos en las venas, los peciolo, los tallos, y las raíces principales. Las variaciones en el metabolismo celular y en la organización intercelular del parénquima asociado a estos canales de translocación, conduce a diferentes estrategias de distribución del carbono y del nitrógeno, que a su vez parecen estar relacionadas con la forma de crecimiento y su ámbito de adaptación.

Las plantas pueden fertilizarse suplementariamente a través de las hojas mediante aplicaciones de sales solubles en agua, de una manera más rápida que por el método de aplicación al suelo. Los nutrientes penetran en las hojas a través de los estomas que se encuentran en el haz o envés de las hojas y también a través de espacios submicroscópicos denominados ectodesmos en las hojas y al dilatarse la cutícula de las hojas se producen espacios vacíos que permiten la penetración de nutrientes.

RONEN (2012), menciona que la fertilización foliar es un método confiable para la fertilización de las plantas cuando la nutrición proveniente del suelo es ineficiente. En este artículo se remarcará cuándo se debe tener en cuenta la fertilización foliar, cómo los nutrientes penetran realmente en el tejido de las plantas y algunas de las limitaciones técnicas existentes en este método de fertilización.

Se ha considerado tradicionalmente que la forma de nutrición para las plantas es a través del suelo, donde se supone que las raíces de la planta absorberán el agua y los nutrientes necesarios. Sin embargo, en los últimos años, se ha desarrollado la fertilización foliar para proporcionar a las plantas sus reales necesidades nutricionales.

La penetración/absorción puede ser realizada a través de diversos elementos que existen en el tejido. La penetración principal se realiza directamente a través de la cutícula y se realiza en forma pasiva. Los primeros en penetrar son los cationes dado que éstos son atraídos hacia las cargas negativas del tejido, y se mueven pasivamente de acuerdo al gradiente – alta concentración afuera y baja adentro.

La penetración tiene lugar también a través de los estomas, que tienen su apertura controlada para realizar un intercambio de gases y el proceso de transpiración. Se sabe que estas aperturas difieren entre las distintas especies vegetales, en su distribución, ocurrencia, tamaño y forma. En cultivos latifoliados y en árboles, la mayor parte de los estomas están en la superficie inferior de la hoja, mientras que en las especies de gramíneas tienen el mismo número en ambas superficies.

HAIFA (2016), menciona que la nutrición foliar ha probado ser una forma eficiente de curar las deficiencias nutricionales de las plantas e impulsar su desarrollo en etapas fisiológicas específicas. En este método de fertilización de plantas la solución se rocía de forma directa sobre las hojas de las plantas. La nutrición foliar con fertilizantes foliares puede aportar los nutrientes requeridos para un desarrollo normal de los cultivos en los casos en que se haya alterado la absorción de nutrientes por parte del sistema radicular.

Es bien conocido que ciertas etapas del desarrollo de la planta resultan de la mayor importancia en la determinación del rendimiento final, la nutrición foliar con fertilizantes totalmente solubles en agua aumenta sensiblemente los rendimientos y mejora su calidad. Dado que la absorción de nutrientes a través del follaje es considerablemente más rápida que a través de las raíces, la aplicación foliar es también el método a elegir cuando se necesita una corrección de las deficiencias nutricionales.

ROMHELD y FOULY (2017), mencionan que la fertilización foliar es una técnica ampliamente utilizada en la agricultura para corregir las deficiencias nutricionales en diferentes sistemas de cultivo. Esta práctica

resultante de la aplicación de los nutrientes en las partes aéreas de las plantas, está diseñada para complementar y/o suplementar y mantener el equilibrio nutricional de las plantas, especialmente durante los períodos de máxima demanda, favoreciendo así la provisión adecuada para mejorar los caracteres genéticos de la producción. Los nutrientes se pueden aplicar en forma soluble en agua y por medio de equipo en la planta. Lógicamente, esta práctica no sustituye la fertilización a través de la raíz, sino que la complementa.

Para ser absorbido y realizar sus respectivas funciones, el nutriente debe entrar en la célula vegetal. Para eso, hay que superar dos barreras: la primera es la cutícula/epidermis; y la segunda son las membranas plasmalema y tonoplasto; que comprenden por lo tanto una fase pasiva (penetración cuticular) y una activa (captación celular).

1.3.2 Sobre el ácido fúlvico y su efecto en las plantas.

STEVENSON (1,994), menciona que el humus está formado por una cantidad enorme de distintos constituyentes, muchos de los cuales recuerdan perfectamente los compuestos, presentes en los tejidos biológicos de los que derivan. En su composición pueden separarse dos grandes grupos de sustancias:

- **Sustancias no húmicas.**- Fundamentalmente aminoácidos, carbohidratos y lípidos.
- **Sustancias húmicas.**- Conjunto de sustancias de alto peso molecular, de color oscuro, formadas por reacciones secundarias de síntesis en las que intervienen algunos de los productos de descomposición.

Los dos grupos no son fáciles de separar, ya que algunas de las sustancias no húmicas son absorbidas por las sustancias húmicas; o incluso pueden estar unidas a estas por enlaces covalentes, esto último es más frecuente en el caso de los carbohidratos.

Si el humus se somete a un proceso de extracción con álcali, en el extracto soluble se encuentran predominantemente las sustancias húmicas y el residuo insoluble denominado humina, está constituido por sustancias no húmicas.

La posibilidad de que un determinado número de moléculas precursoras puedan combinarse de forma que originen dos macromoléculas idénticas, no sólo en cuanto a unidades estructurales, sino también en cuanto a secuencias de unidades de las mismas, es tan remota que se puede asegurar que, posiblemente, no existen dos moléculas de sustancias húmicas idénticas. Debido precisamente a esto, la capacidad secuestrante de metales es mucho más elevado en los ácidos fúlvicos que los húmicos.

Los ácidos húmicos, por su peso molecular mucho más elevado, tienen una serie de propiedades relacionadas con el estado coloidal muy diferentes a las de los ácidos fúlvicos. Su poder de intercambio cationico, por ejemplo, es superior. También la capacidad de retención de agua.

Debido precisamente a su alto peso molecular, algunas moléculas de ácidos húmicos tienen un poder distorsionante de las moléculas de enzimas, disminuyendo la actividad de las mismas; efecto naturalmente no deseado.

Los ácidos fúlvicos actúan fundamentalmente sobre la parte aérea de la planta, mientras que los ácidos húmicos tienen una influencia mayor sobre la parte hipogea. Debido a todo lo indicado, se puede afirmar que es imposible determinar las propiedades prácticas de una determinada sustancia húmica basándose en su análisis elemental (C, H, N) tal como sucede en el caso de fertilizantes inorgánicos (N, P, K). Así mismo se puede afirmar que es imposible evaluar comparativamente diferentes sustancias húmicas mediante análisis químico.

VALDEZ (1,996), manifiesta que entre los efectos del ácido húmico reporta que:

- Trasladan los macro y micro nutrientes desde las raíces hasta las partes aéreas de la planta y viceversa, y traslocan o movilizan los nutrientes a diferentes partes de la planta favoreciendo un equilibrio nutricional.
- Incrementan la penetración de nutrientes a través de las hojas modificando la permeabilidad de la membrana, quelatando los elementos menores y formando complejos con los elementos mayores, complejos que son aceptados por la planta como parte integral de su fisiología.

- Estimula la división celular acelerando el desarrollo de los meristemos, bloqueando la oxidasa que componen el ácido indol acético (IAA).
- Posee también una actividad hormonal parecida al ácido amino butírico (ABA) incrementando la velocidad de germinación de las semillas y el crecimiento de las raíces.
- Favorece el desarrollo radicular de las plantas, aumentando tanto el tamaño como el número de raíces.
- Claro efecto positivo sobre el incremento de materia seca, principalmente en del sistema radicular.
- Una mayor concentración y absorción de NPK.

DROKASA (2,003), menciona que los ácidos húmicos son sustancias complejas originadas de materia orgánica vegetal, cuya función es mejorar las características físicas químicas y biológicas del suelo y actúan como biocatalizadores y estimulantes de la planta. Así mismo informa que las sustancias húmicas son complejas agrupaciones moleculares cuyas unidades fundamentales son compuestos nitrogenados cíclicos y alifáticos sintetizados por microorganismos presentes en la biomasa, formando tres grupos importantes:

- **Ácido fúlvico.-** Se caracteriza por presentar menor grado de polimerización, bajo peso molecular (900 a 5,000 Dalton), es de color café amarillo, presenta una alta CIC, son solubles en medios ácidos y alcalinos.
- **Ácido húmico.-** Se caracteriza por presentar un color pardo oscuro, alto peso molecular (5,000 a 300,000 Dalton), mayor grado de polimerización, alta CIC (400 a 600 meq/100g), se puede presentar en forma líquida o polvos solubles de rápida liberación, o polvos no solubles de liberación lenta o prolongada.
- **Huminas.-** Fracción húmica que no puede extraerse con bases o ácidos diluidos, generalmente insolubles difíciles de identificar.

VENEGAS et. al (2,005), mencionan que los ácidos húmicos y fúlvicos generan condiciones favorables en los suelos especialmente en aquellos que presentan malas condiciones físicas, incluso en cultivos hidropónicos

son utilizados exitosamente para amortiguar el pH y Conductividad eléctrica de las soluciones nutritivas. Entre otras ventajas que los ácidos húmicos y fúlvicos presentan en la nutrición vegetal, son las siguientes:

- Actúan como fijadores de amoníaco, disminuyendo el proceso de desnitrificación con lo que aumenta la capacidad de fijación y utilización del nitrógeno.
- Desbloquean los compuestos insolubles del fósforo haciéndolos disponibles para las plantas.
- Favorecen el equilibrio nutricional pues ayudan la traslocación de los nutrimentos en los tejidos vegetales.
- Solubilizan cationes como el Fe, Cu y Co para que sean disponibles para las plantas.
- Incrementan la penetración de nutrimentos a través de las hojas, modificando la permeabilidad de las membranas.
- Forman complejos orgánicos con herbicidas, fungicidas e insecticidas que también son potencializados ampliando su rango de control y eficiencia.
- Modifican las estructuras de suelos por exceso de sales, removiéndolas de las micelas del suelo mediante quelación y donación de electrones en sustitución de las sales, esto incrementa la capacidad de intercambio catiónico del suelo.
- Reducen el Fe^{+3} a Fe^{+2} , como consecuencia el Hierro es más soluble y disponible para las plantas.
- En el suelo forman compuestos estables con Fe, Zn, Ca y Mg.

De manera general las sustancias húmicas y fúlvicas poseen ventajas excepcionales que pueden ser aprovechados de manera práctica en la nutrición vegetal tanto en sistemas de producción orgánica como sistemas convencionales.

CAMPOS (2,012), menciona que, el humus es la materia orgánica descompuesta por insectos, hongos y bacterias. Se trata de una sustancia de bajo peso molecular, de color oscuro y con una estructura química muy estable ya que ha llegado a su nivel máximo de descomposición y degradación.

Tiene un alto poder de retención del agua (hasta 20 veces su peso) y estimula la microflora de la tierra. Mejora la estructura de todos los suelos, ya que aumenta la oxigenación de las raíces y evita la formación de costras en la superficie.

El humus tiene efectos quelatantes sobre ciertos metales como el calcio, magnesio, hierro, cobalto, cobre, zinc y manganeso. Para el cultivo de nuestras plantas es muy interesante que estos metales se presenten en forma de quelato porque son absorbidos más fácilmente, tanto por las raíces como por las hojas. El proceso de quelatación consiste en la eliminación de las cargas positivas de los iones metálicos, quedando los metales cargados de forma negativa. Ya que la cutícula de las plantas tienen una ligera carga positiva, el metal es atraído por la epidermis de la planta y absorbido fácilmente.

El proceso de descomposición del humus es lento. En orden cronológico, la lignina del humus se descompone dando lugar a los **ácidos fúlvicos**, éstos se van polimerizando y generan los **ácidos húmicos**. Si la polimerización continúa, los ácidos húmicos se convierten en huminas. Según la edad del humus, contendrá más ácidos fúlvicos, húmicos o humina.

El ácido fúlvico, actúa sobre la nutrición de la planta y activa su metabolismo, al absorberse dentro de la planta, permanece en los tejidos y actúa como antioxidante, aporta nutrientes y la bioestimula. Sirve como alimento para las micorrizas, que a su vez benefician a la planta. El humus joven (el que contiene una proporción más alta de ácido fúlvico), aporta vida a la tierra. Proporciona a la tierra mayor disponibilidad de nitrógeno amoniacal (de rápida absorción), potasio, calcio, magnesio, cobre, hierro, manganeso y zinc. Puedes encontrar ácido fúlvico comercializado por diferentes marcas de fertilizantes y aditivos.

NUTRIR ES VIDA, COMPLEJOS ORGANICOS AGRICOLAS (2,013), mencionan que, por definición, el ácido fúlvico es una sustancia natural orgánica soluble en agua, de bajo peso molecular que se deriva del humus. El ácido fúlvico es un producto que estimula el crecimiento de las plantas, aumentando su vigor, estimula la absorción y promueve la penetración y transporte activo de los nutrientes a nivel membrana fundamental de

células foliares y radicales, que actúa como promotor de crecimiento vegetal y agente quelatante.

En las plantas, el ácido fúlvico estimula el metabolismo, provee respiración, aumenta el metabolismo de proteínas y la actividad de múltiples enzimas, incrementa la permeabilidad de las membranas celulares, la división celular y su elongación, colabora con la síntesis de la clorofila, tolera la sequía, beneficia las cosechas, estabiliza el pH del suelo, asiste la dinitrificación por los microbios, contribuye al balance electroquímico tanto como donante o como receptor, descompone la sílice para liberar los nutrientes minerales esenciales, desintoxica los agentes contaminantes tales como pesticidas y herbicidas.

Los minerales necesitan ser quelados, atados a una molécula de proteína, para ser biodisponible. (La asimilación mineral sin quelación es solo el 10%). El ácido fúlvico, un producto de la fotosíntesis de la planta, es el agente conocido de quelación más fuerte que existe. El ácido fúlvico participa en todos los procesos de vida dentro de plantas y animales.

Ellos actúan como carroñeros de los radicales libres, suplen los electrolitos vitales, aumentan y transportan nutrientes, catalizan las reacciones de las enzimas, aumentan la asimilación, quelan los minerales macro y los trazamineral e incrementan el balance electroquímico. El ácido fúlvico es el que hace que los minerales sea 100% biodisponible.

Se aplica solo o combinado con los fertilizantes, herbicidas, fungicidas e insecticidas incrementando sustancialmente su efectividad, contiene principalmente ácidos fúlvicos que son la parte más activa del humus, por ser solubles en todos los medios de pH (Ácido, neutro y alcalino) que garantiza mayor efectividad.

Los ácidos fúlvicos químicamente están constituidos principalmente por polisacáridos, compuestos fenólicos y aminoácidos.

Los ácidos fúlvicos están considerados ser la parte más activa del humus por realizar el intercambio catiónico formado de proteínas y grupos activos (carboxilos, hidroxilos, metoxilos). Tienen una gran capacidad de intercambio catiónico CICT 200 a 500 Meg/100 g. constituyendo así, junto con la arcilla la parte fundamental del complejo absorbente regulador de la nutrición de la planta.

REVISTA INDUSTRIAL DEL CAMPO (2,013), menciona que el ácido fúlvico es la parte más activa del humus, es soluble en medio ácido, neutro y alcalino, a diferencia del ácido húmico que no es soluble en pH ácido. Esto ocasiona, por ejemplo, que el calcio se precipite en presencia de ácido húmico, mientras que se mantiene en solución en presencia de ácido fúlvico.

En zonas con alta concentración de calcio el ácido fúlvico evita que se precipiten fósforo y otros elementos, lo que es benéfico para plantas porque reciben más nutrientes y además evita que se atasquen las boquillas de los sistemas de riego.

Además contienen 19 de los 21 aminoácidos esenciales que pueden formar proteínas. “En ninguna parte del mundo hay uno tan concentrado como el nuestro, ya que tiene 75 por ciento de ácidos fúlvicos”.

Con la aplicación de los ácidos fúlvicos se han obtenido incrementos de producción de hasta de 50 por ciento en diferentes cultivos y zonas del país y Centroamérica. Se les atribuye el mejoramiento de la calidad de cultivos, como en papa, donde mejora la distribución de los almidones y el tamaño de la misma es más uniforme; en trigo aumenta los contenidos de proteínas; en el tomate, chile y otras hortalizas aumenta el porcentaje de fruto de exportación.

En general existen testimonios de que incrementan la resistencia al ataque de enfermedades, las plantas soportan mejor cualquier tipo de estrés (sequía, heladas, inundaciones, sobredosis de producto, por ejemplo). La recuperación de cultivos es más eficaz con aplicaciones repetitivas de ácidos fúlvicos.

Beneficios de los ácidos fúlvicos

Aumentan rendimientos y mejoran la calidad de las cosechas al:

- Estimular el crecimiento general de la planta.
- Mejorar notablemente la absorción y traslocación de nutrientes y agroquímicos vía foliar y radicular.
- Mejorar los suelos al promover de manera exponencial la reproducción de los microorganismos y la formación de agregados.

- Actúa como bioestimulante al catalizar procesos bioquímicos de la planta y al promover la formación de ácidos nucleicos por su alto contenido de aminoácidos.
- Quelata y pone a disposición de la planta nutrientes de difícil absorción.

Recomendaciones de aplicación

Vía foliar: de 100 a 150 g de ácido fúlvico por hectárea solo, o mejor mezclado con fertilizantes y agroquímicos en general.

Vía radicular: de 3 a 4 kilos de ácido fúlvico por hectárea y por ciclo, repartido en un mínimo de tres aplicaciones.

1.3.3 Sobre el calcio y su efecto en las plantas.

ROJAS (1,991), menciona que el calcio es un nutriente esencial para las plantas y entre sus principales funciones menciona, que:

- Promueve el alargamiento celular.
- Toma parte en la regulación estomática.
- Participa en los procesos metabólicos de absorción de otros nutrientes.
- Fortalece la estructura de la pared celular - el calcio es una parte esencial de la pared celular de las plantas. Esta forma compuestos de pectato de calcio que dan estabilidad a las paredes celulares de las células.
- Participa en los procesos enzimáticos y hormonales.
- Ayuda a proteger la planta contra el estrés de temperatura alta, el calcio participa en la inducción de proteínas de choque térmico.
- Ayuda a proteger la planta contra las enfermedades producidas por numerosos hongos y bacterias secretan enzimas que deterioran la pared celular de los vegetales.
- Investigaciones demostraron que un nivel suficiente de calcio puede reducir significativamente la actividad de estas enzimas y proteger las células de la planta de invasión de patógenos.
- Afecta a la calidad de la fruta.

El calcio forma compuestos insolubles con otros elementos en el suelo, tales como el fósforo. Calcio que se encuentra en la forma de compuesto insoluble no está disponible para la planta.

Dado que el calcio es un ion con carga positiva, es absorbido en el suelo a la superficie de arcilla y a las partículas orgánicas que están cargadas negativamente.

SALISBURY y ROSS (1,994), indican que, dada la baja movilidad del Calcio dentro de la planta, su deficiencia se aprecia inicialmente en hojas nuevas y puntos de crecimiento como brotes y yemas débiles o muertos. En el esparrago la deficiencia de calcio se observa principalmente en los turiones, apreciándose vacíos, doblados o con rajaduras, observándose este síntoma más frecuente en el esparrago blanco.

LASA (1,997), menciona que el calcio es uno de los elementos mayores en las plantas, ya que tiene multiplex funciones tanto metabólicas como estructurales. En el suelo el calcio puede estar en altas cantidades, del cual gran parte está disponible para ser tomado por las raíces. En condiciones donde llueve mucho el calcio se puede precipitar con facilidad y ser reemplazado por iones H, con esto el suelo se acidifica progresivamente. El calcio tiene varias funciones relevantes en las plantas. La mayor parte del elemento se localiza en la pared celular, ejerciendo ahí sus mayores efectos. Se junta con otros componentes como pectinas para formar pectato de calcio y desarrollar estructuras más rígidas de cada célula y del tejido en general. El calcio también regula la acción de ciertas enzimas importantes que modifican la permeabilidad de la membrana lo que influye en la salida y entrada de compuestos a la célula. Con deficiencia de calcio se incrementa la velocidad de respiración celular, lo cual es crítico en la longevidad de órganos pos cosecha. Hay una estrecha relación entre el calcio y el boro, encontrándose que la formación de estructuras cementantes celulares a base de calcio no ocurre de manera normal cuando a los tejidos les hace falta el boro.

LORENTE (1,997), menciona que el calcio tiene un papel importante en las diversas fases de la vida vegetal. Su presencia en el jugo celular es esencial para el desarrollo de la planta, desde la germinación hasta la maduración del fruto; por otra parte, el calcio proporciona una mayor

resistencia a los tejidos vegetales. También ayuda al crecimiento de la planta aumentando la energía acelerando también el flujo de nutrientes hacia la célula y fuera de ella.

BIBLIOTECA DE LA AGRICULTURA (1,998), hace referencia que el calcio tiene un papel importante en las diferentes fases de la vida vegetal, su presencia en el jugo celular es esencial para el desarrollo de la planta además de proporcionar resistencia a los tejidos vegetales. Este elemento se encuentra en las plantas de forma mineral (SO Ca), como insoluble (oxalatos, pectinatos, fosfatos y carbonatos de calcio), se encuentra muy ligado con el Boro, y es importante componente en las paredes celulares. En espárrago puede presentar síntomas de deficiencia unidos con el Boro, como marchitamiento, secamiento de brotes y deformación de turiones. La extracción por tonelada cosechada es de 15Kg. de Ca, presentando escasa movilidad.

SERVIAGRICOLA DEL BAJIO S.A. (2,005), mencionan que el calcio ayuda al temprano crecimiento de pelos radiculares, mejora el vigor de la planta y da consistencia al tallo, impulsa y mejora la producción de la semilla, en cierta forma corrige la acidez del suelo y estimula el crecimiento de los microorganismos en el suelo. El calcio intercambiable Ca^{++}), se refiere al calcio que esta adherido a la partícula del suelo y puede ser intercambiado con otros iones de carga positiva, estos iones puede ser magnesio, sodio y potasio.

1.3.4 Sobre el boro y su efecto en las plantas.

LORENTE (1997), menciona que el boro es un elemento poco conocido, aunque se sabe que interviene directamente en la síntesis de los elementos de la pared celular. Por lo general, la concentración de boro en el suelo es de 1 a 2 ppm, pudiéndose presentar carencia de este elemento cuando desciende por debajo de 0.6 ppm. Pero a menudo, al igual que ocurre con el hierro la riqueza del suelo en boro queda bloqueada en suelos demasiados calizos con pH demasiado alto. En el suelo, el boro se presenta de cuatro formas distintas: El boro soluble en agua, el boro ligado

a la materia orgánica, el boro de los minerales de arcilla, y los boros silicatos.

Las regiones húmedas experimentan pérdidas de boro por lavado. Tales pérdidas, junto a la extracción de las cosechas, dan lugar a que un número progresivamente mayor de suelos de estas regiones manifiesten necesidad de boro como fertilizante.

JONES (1998), informa sobre la actividad del boro en la planta:

Funciones del boro en las plantas

- Promueve actividad meristemática. Su carencia afecta el crecimiento de tallos y raíces.
- Carencia aguda produce muerte de los centros de crecimiento.
- Carencia moderada produce ruptura de los tejidos conductivos en los tallos.
- También promueve tallos y pecíolos quebradizos.
- Pobre desarrollo radicular, de color café oscuro, no saludable.
- Es un elemento esencial que promueve división celular.
- Su carencia provoca la acumulación de azúcares y almidón en las hojas.
- Su carencia en vides produce millarandaje, es decir, escaso desarrollo de las bayas.
- Su deficiencia afecta la síntesis orgánica.
- Plantas deficientes producen menos grasas vegetales.
- Su deficiencia afecta primariamente división de los núcleos celulares, caso de anteras.
- En alfalfa deficiente en boro se ha encontrado, en mayor proporción, compuestos nitrogenados solubles y azúcares reducidos.
- En rabanitos deficientes se ha encontrado azúcares reducidos, azúcares hidrolizados y carbohidratos insolubles en alcohol.
- Su carencia afecta el metabolismo y translocación de carbohidratos.
- Su relación con el metabolismo del nitrógeno es incierto.
- En células de hojas de zapallo se ha encontrado que el boro fue inmovilizado —cerca del 50% del total— en la pared celular. Junto al boro se encontró el 70% del calcio. Es importante en el citoplasma.

- Componente necesario de la pared celular.

Síntomas de deficiencia

- El crecimiento apical se detiene con clorosis de hojas.
- En algunas especies frutales produce la “ramilla seca”. -Internudos cortos, con arrosetamiento.
- Aborto y caída de flores.
- Menor cuaja de frutos y semillas.
- En papa y remolacha produce tubérculos y raíces huecas.

Relación calcio-boro

- Alta concentración de Ca foliar permite a la planta tolerar mejor la toxicidad por boro.
- Adecuada nutrición con Ca permite una mejor selectividad de la pared celular.
- Síntomas de deficiencia de Ca y B son semejantes.

Relación potasio-boro

- Alta concentración de potasio incrementa el contenido total de boro absorbido, por menor absorción de Ca.
- Potasio aumentaría permeabilidad de las raíces.
- Al existir deficiencia de K y solucionar este problema, se puede promover deficiencia de B.

FUENTES (2003), menciona que el boro cumple un papel importantísimo en los meristemas apicales, activando la división celular que determina el crecimiento de los terminales de tallos y ramas y la formación normal de las hojas, así como en el mantenimiento de las membranas del citoplasma de las células de la raíz (plasmalema), sin el cual se reduce notablemente la absorción del fósforo y el potasio. También en la regulación del transporte de muchas sustancias a través de las membranas de las plantas; en la síntesis de los polímeros de la glucosa que determinan el crecimiento del tubo polínico, indispensable para la fecundación de las flores y el control del nivel de fenoles en las células, impidiendo los efectos perjudiciales de su acumulación.

También es frecuente que las aguas de avenida o las de pozo lo aporten abundantemente sin que se note su efecto en los cultivos. Esto se debe a que cuando los suelos tienen reacción alcalina, sobre todo si el pH es alto, su absorción por las raíces se ve notablemente restringida, resultando así que se presentan síntomas de deficiencia en medio de la abundancia.

RUIZ (2,003), menciona que el boro también juega un papel importante en la utilización y en la distribución de los glúcidos dentro de la planta. La deficiencia de boro provoca una acumulación de azúcares en los tejidos. Se cree que el boro facilita el transporte de azúcares a través de la membrana formando un complejo azúcar borato. También ha sido demostrada la intervención directa del boro en la síntesis de sacarosa (donde se precisa uracilo) y almidón. Así por ejemplo, la remolacha azucarera presenta unos niveles de azúcar mucho más elevados si está correctamente nutrida en boro.

El boro es necesario para la síntesis de las pectinas. Se puede observar que las paredes celulares presentan los más altos contenidos en boro (hasta el 50% del boro total de las plantas), principalmente complejado bajo la configuración *cis*-diol.

La deficiencia de B provoca un oscurecimiento de los tejidos debido a una acumulación de compuestos fenólicos. En esta situación se ve impedida la oxidación de compuestos polifenólicos que conduce a la síntesis de lignina, por lo que las paredes celulares quedan debilitadas. La acumulación de compuestos fenólicos produce necrosis del tejido.

Tallos rajados, acorchados o huecos, son síntomas macroscópicos evidentes de una alteración de la síntesis de paredes celulares ocasionada por deficiencia de boro. A nivel microscópico se observan paredes celulares de mayor diámetro y con mayor cantidad de material parenquimatoso, existe una mayor concentración de sustancias pécticas y acumulación de calosa que bloquea el transporte vía floema.

La absorción de fósforo se ve enormemente dificultada en las plantas deficientes en boro. Plantas con poco fósforo necesitan más boro que aquellas bien dotadas en fósforo. El boro es esencial en procesos metabólicos donde interviene el fósforo:

Síntesis de ácidos nucleicos (ARN y ADN), básicos para la síntesis proteica, donde los fosfatos son constituyentes. El papel esencial del boro en la síntesis de ácidos nucleicos ha sido puesto de manifiesto desde hace mucho tiempo.

Actividad ATP-asa, que cataliza el paso de ATP (adenosin trifosfato) a ADP (adenosin difosfato), liberando así energía.

El boro también regula el metabolismo de los ésteres fosfatados. La deficiencia de boro provoca una acumulación de fosfatos inorgánicos y un descenso en el contenido de fósforo orgánico. Se sintetizan menos fosfolípidos, constituyentes básicos de la membrana celular, lo que explica los desórdenes observados en la organización de la estructura celular. Además, el boro desempeña un importante papel en el desarrollo de las micorrizas, estando plenamente demostrada la importancia de éstas en la asimilación del fósforo.

ALARCÓN (2008), informa que la carencia del boro dificulta el desarrollo de los ápices meristemáticos, tanto radicales como epigeos (ramas y hojas), pues el boro es indispensable para la síntesis de uracilo, una base nitrogenada presente en el ADN y el ARN. Por tanto, la carencia de boro inhibe la síntesis de proteínas y la formación de células nuevas, la división celular no se completa satisfactoriamente y se forman tejidos irregulares y deformes que desorganizan los vasos.

En las raíces, la inhibición meristemática puede determinar una reducción drástica de la absorción de fósforo y potasio por parte de la planta pues estos elementos se incorporan primordialmente por medio de los pelos radicales de nueva formación.

La carencia de boro determina además una fuerte acumulación de auxina por reducción de la actividad de la IAA-oxidasa; esto contribuye a la necrosis de los meristemas y causa muchos de los síntomas característicos de esta enfermedad.

El boro desempeña una función primordial en la formación de las anteras y en la germinación del tubo polínico. Está en efecto asociado con la actividad de la glucano-sintetasa, una enzima estimulante de estas funciones. También acelera la fertilización de los óvulos y reduce la caída

prematura de flores y frutos. En algunos tipos de flores aumenta la cantidad de polen y se acorta el tubo de la corola, lo que hace las flores más atractivas para los insectos polinizadores.

El boro interviene en los procesos enzimáticos de síntesis de sacarosa y almidón, así como en la formación de la glucosa-fosfato.

Forma complejos azúcar-borato que facilitan el transporte de los azúcares a través de las membranas vegetales. En casos de carencia de boro, la célula pierde el control de la síntesis de los fenoles, que se acumulan en los tejidos necróticos.

El boro es necesario para la síntesis de las pectinas de los frutos y de los lípidos de las membranas celulares. Desempeña una función bien determinada en el transporte de compuestos asimilados en el interior de la planta, pues actúa sobre este proceso tanto en el terreno energético (sobre el ATP) como manteniendo la funcionalidad del floema.

Una manifestación típica de la carencia de boro es la rotura de las paredes de las células parenquimáticas, con formación de áreas necróticas, nódulos suberosos, debilitamiento del tallo, pecíolos y hojas.

a) PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE LA INVESTIGACION

2.1 SITUACION PROBLEMÁTICA.

La Región de Ica, se caracteriza por presentar diversas condiciones ecológicas favorables para el crecimiento y desarrollo del cultivo de papa (*S. tuberosum*), de importancia agrícola, y que debido a la pobreza de sus suelos acapara la atención de técnicos y agricultores, por eso es imperativo mejorar la tecnología del cultivo, para alcanzar niveles óptimos de producción mediante el uso racional de los recursos agrícolas y el empleo de las prácticas agronómicas más recomendables.

2.2 FORMULACION DEL PROBLEMA.

2.2.1 Problema general.

- ¿Cuál es el efecto que tiene la aplicación foliar de tres dosis de un compensador energético y tres dosis de los elementos calcio y boro para mejorar la producción y calidad del tubérculo, en el cultivo de papa (*S. tuberosum*), cultivar UNICA en la zona alta del valle de Ica?

2.2.2 Problemas específicos.

- ¿De qué manera los ácido fúlvico y los elementos calcio y boro en diferentes dosis aplicados por vía foliar pueden mejorar la producción, calidad y otras características biométricas en el cultivo de papa (*S. tuberosum*) UNICA en la zona alta del valle de Ica?
- ¿En cuánto se incrementará la rentabilidad del cultivo?

2.3 DELIMITACION DEL PROBLEMA.

2.3.1 Delimitación geográfica.

El presente estudio se realizó en la parcela N° 14-A y 14-B de la Cooperativa Agraria de Usuarios “San Francisco Javier” de propiedad de la Señora María Jesús Lengua Espino, ubicado en el sector de Trapiche del distrito de Los Molinos, de la provincia y región de Ica.

2.3.2 Delimitación temporal.

El presente trabajo de investigación se inició en el mes de mayo y culminó en el mes de agosto del 2017, meses que comprendió el

periodo vegetativo del cultivo y permitió evaluar diferentes variables biométricas, así como la producción por hectárea.

2.3.3 Delimitación social.

El grupo social objeto del presente estudio son los pequeños agricultores de la zona alta del valle de Ica comprendiendo los distritos de San José de Los Molinos y La Tinguiña.

2.3.4 Delimitación conceptual.

En el presente trabajo de investigación se estudiaron 3 dosis de un compensador energético y 3 dosis de calcio y boro, utilizando para ello dos productos comerciales como el Lignnus 30.5% y Set Fix Ca-B .

2.4 JUSTIFICACION E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACION.

2.4.1 Justificación.

Con la finalidad de contribuir a mejorar los rendimientos y calidad del cultivo de papa, se ha realizado el presente estudio para determinar la respuesta a la aplicación foliar de ácido fúlvico y de los elementos calcio y boro en diferentes dosis, pretendiéndose de esta manera establecer pautas que puedan contribuir de guía a los agricultores para mejorar sus rendimientos del cultivo y por ende elevar los niveles de vida de la población rural, utilizando para ello diferentes productos que se encuentran en el mercado.

2.4.2 Importancia.

El ácido fúlvico es una sustancia natural orgánica soluble en agua, de bajo peso molecular que se deriva del humus.

El ácido fúlvico es un producto que estimula el crecimiento de las plantas, aumentando su vigor, estimula la absorción y promueve la penetración y transporte activo de los nutrientes a nivel membrana fundamental de células foliares y radicales, que actúa como promotor de crecimiento vegetal y agente quelatante.

En las plantas, el ácido fúlvico estimula el metabolismo, provee respiración, aumenta el metabolismo de proteínas y la actividad de

múltiples enzimas, incrementa la permeabilidad de las membranas celulares, la división celular y su elongación, colabora con la síntesis de la clorofila, tolera la sequía, beneficia las cosechas, estabiliza el pH del suelo, asiste la desnitrificación por los microbios, contribuye al balance electroquímico tanto como donante o como receptor, descompone la sílice para liberar los nutrientes minerales esenciales, desintoxica los agentes contaminantes tales como pesticidas y herbicidas. **(Nutrir es vida, complejos orgánicos agrícolas 2,013).**

El calcio controla la velocidad de la respiración ósea la pérdida de azúcares y almidones, así mismo reduce la producción de etileno dentro de la planta, uno de los responsables de la caída de frutos; por otro lado, el boro controla el movimiento de estos azúcares y almidones de la hoja a la fruta.

Es por ello que el calcio y el boro son muy importantes juntos pues el calcio ayuda a retener los azúcares y almidones al reducir la respiración y el boro moviliza estos azúcares y almidones de la hoja a la fruta. Si se aplica una cantidad de boro y no se aplica suficiente calcio se presentará una toxicidad de boro, ya que no hay suficientes azúcares y almidones en la hoja al haber sido consumido en el proceso de alta respiración originado por la deficiencia de calcio, igualmente si se aplica mucho calcio y poco boro se tendrán hojas con buena cantidad de azúcares y almidones pero inmobilizadas por falta de boro.

2.5 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION.

2.5.1 Objetivo general.

- Evaluar la respuesta del cultivo de papa (***S. tuberosum***) cultivar UNICA, a la aplicación foliar de tres dosis de ácido fúlvico y tres dosis de los elementos calcio y boro, comparándola con el testigo.

2.5.2 Objetivos específicos.

- Determinar la mejor dosis de ácido fúlvico y de los elementos calcio y boro, aplicados por vía foliar, con respecto a la producción y otras características biométricas en el cultivo de papa (***S. tuberosum***) cultivar UNICA

- Realizar un análisis económico de los tratamientos en estudio en general, que permita determinar su rentabilidad.

2.6 HIPOTESIS DE LA INVESTIGACION.

2.6.1 Hipótesis general.

La aplicación foliar del ácido fúlvico y los elementos calcio y boro, en diferentes dosis el cultivo de papa cultivar UNICA, en el valle de Ica, posiblemente incrementen la producción y calidad del tubérculo por unidad de superficie debido a la acción positiva que se producirá en la fisiología de la planta, con la correspondiente correlación de los factores ambientales, incidencia de plagas, enfermedades y labores agronómicas.

2.6.2 Hipótesis específica.

- El uso del ácido fúlvico y los elementos calcio y boro, en diferentes dosis el cultivo de papa mejorará los eventos fisiológicos incrementando la producción del tubérculo.
- El uso de ácido fúlvico y los elementos calcio y boro, en diferentes dosis, incrementaran la rentabilidad del cultivo de papa cultivar UNICA.

2.7 VARIABLES DE LA INVESTIGACION.

2.7.1 Identificación de las variables.

Variable Independiente. (causa)

- La aplicación de ácido fúlvico y los elementos calcio y boro. (x_1)

Indicadores:

- Lignus 30.5% y Sett Fix Ca-B
- Tres dosis de aplicación.

a) Variables dependientes. (efecto)

- Incremento de la producción. (y_1)

Indicadores:

- Incremento de la producción del cultivo de papa cultivar UNICA, por unidad de superficie.

2.7.2 Operacionalización de las variables.

A.- Definición conceptual de las variables.

Variable independiente.

- a) Los ácidos fúlvico.** – El ácido fúlvico es la parte más activa del humus, es soluble en medio ácido, neutro y alcalino, a diferencia del ácido húmico que no es soluble en pH ácido. Esto ocasiona, por ejemplo, que el calcio se precipite en presencia de ácido húmico, mientras que se mantiene en solución en presencia de ácido fúlvico. En zonas con alta concentración de calcio el ácido fúlvico evita que se precipiten fósforo y otros elementos, lo que es benéfico para plantas porque reciben más nutrientes y además evita que se atasquen las boquillas de los sistemas de riego. (*Revista industrial del campo 2,013*).
- b) Los elementos calcio y boro.-** El calcio tiene un papel importante en las diversas fases de la vida vegetal. Su presencia en el jugo celular es esencial para el desarrollo de la planta, desde la germinación hasta la maduración del fruto; por otra parte, el calcio proporciona una mayor resistencia a los tejidos vegetales. También ayuda al crecimiento de la planta aumentando la energía acelerando también el flujo de nutrientes hacia la célula y fuera de ella. El boro cumple un papel importantísimo en los meristemas apicales, activando la división celular que determina el crecimiento de los terminales de los tallos y ramas y la formación normal de las hojas, así como en el mantenimiento de las membranas del citoplasma de las células de la raíz (plasmalema), sin el cual se reduce notablemente la absorción del fósforo y el potasio. También en la regulación del transporte de muchas sustancias a través de las membranas de las plantas. (*Biblioteca de la agricultura 1,998*).

Variable dependiente.

- a) **Producción de papa.** - El cultivo de la papa son plantas herbáceas anuales generalmente erectas, sus raíces son fibrosas delgadas de similar tamaño y de escaso crecimiento, el tallo es de tres tipos: Los tallos propiamente dichos que forman las ramas y parte aérea de la planta, los estolones que son tallos subterráneos de crecimiento horizontal, y los tubérculos que se forman en el extremo de los estolones.

Los tubérculos de una planta muestran tasas de crecimiento variables. Los carbohidratos ingresan al tubérculo como sacarosa y allí ocurre la síntesis del almidón.

Los tubérculos de una misma planta compiten entre sí por el sustrato necesario para su crecimiento. Aproximadamente el 90 % de la materia seca acumulada en los tubérculos proviene de la fotosíntesis que ocurre después del inicio de tuberización, por tanto, la tasa de crecimiento de los tubérculos depende ampliamente de la fotosíntesis neta registrada durante la tuberización.

Variables intervinientes.

Las variables que se pueden interponer entre la variable independiente y la variable dependiente pueden ser las siguientes:

- a) **Clima.**- El cambio brusco de la temperatura puede ocasionar problemas fisiológicos en las plantas, interponiéndose entre las variables independiente y dependiente.
- b) **Problemas fitosanitarios.**- Los problemas sanitarios en la agricultura pueden ocasionar estrés biótico en las plantas, ocasionando problemas fisiológicos en las plantas, interponiéndose entre las variables independiente y dependiente.
- c) **Sequias.**- La falta de los recursos hídricos ocasionan estrés abiótico en las plantas, ocasionando problemas fisiológicos en las plantas, interponiéndose entre las variables independiente y dependiente.

3. ESTRATEGIA METODOLOGICA

3.1 TIPO, NIVEL Y DISEÑO DE LA INVESTIGACION.

3.1.1 Tipo de la Investigación:

El presente estudio reúne las condiciones metodológicas de una investigación **aplicada** que es una investigación científica que busca resolver problemas prácticos, su objetivo es encontrar conocimientos que se puedan aplicar para resolver problemas.

3.1.2 Nivel de Investigación. –

De acuerdo a la naturaleza de la Investigación, reúne por su nivel las características de un estudio **experimental y exploratorio**, que consiste en la manipulación de una o más variables. El experimento provocado nos permite manipular determinadas variables, para controlar su efecto en las conductas observadas.

3.1.3 Diseño de la Investigación.-

El diseño experimental que se utilizó en el presente experimento fue el Diseño de Bloque Completamente Randomizado, dispuesto en factorial con tres dosis de ácido fúlvico y tres dosis de calcio y boro, más un testigo, con 5 repeticiones haciendo un total de 50 unidades experimentales.

3.1.4 Tratamientos en estudio.-

En el presente experimento se probaron 10 tratamientos que resultaron de la combinación de 3 dosis de ácido fúlvico y tres dosis de calcio y boro, más un testigo (sin aplicación de ácido fúlvico y de calcio y boro), como referencia para el análisis económico.

Factores en estudio

Dosis de ácido fúlvico “F”

Lignus 30.5%	3.0 L/ha	(f1)
Lignus 30.5%	4.5 L/ha	(f2)
Lignus 30.5%	6.0 L/ha	(f3)

Dosis de calcio y boro “C”

Sett Fix	3.0 L/ha	(c1)
Sett Fix	4.5 L/ha	(c2)
Sett Fix	6.0 L/ha	(c3)

Combinaciones de los factores en estudio.

Cuadro Nº: 01

Combinaciones de los factores en estudio.

Clave numérica	Combinaciones	Tratamientos			
		Dosis de ácido fúlvico		Dosis de calcio y boro	
1	f1c1	Lignnus 30.5%	3.0 L/ha	Sett Fix	3.0 L/ha
2	f1c2	Lignnus 30.5%	3.0 L/ha	Sett Fix	4.5 L/ha
3	f1c3	Lignnus 30.5%	3.0 L/ha	Sett Fix	6.0 L/ha
4	f2c1	Lignnus 30.5%	4.5 L/ha	Sett Fix	3.0 L/ha
5	f2c2	Lignnus 30.5%	4.5 L/ha	Sett Fix	4.5 L/ha
6	f2c3	Lignnus 30.5%	4.5 L/ha	Sett Fix	6.0 L/ha
7	f3c1	Lignnus 30.5%	6.0 L/ha	Sett Fix	3.0 L/ha
8	f3c2	Lignnus 30.5%	6.0 L/ha	Sett Fix	4.5 L/ha
9	f3c3	Lignnus 30.5%	6.0 L/ha	Sett Fix	6.0 L/ha
10	T	Testigo (sin aplicación foliar)			

- Dosis para tres aplicaciones.

3.1.5 Características del campo experimental

a) Parcelas

- Número de parcela 50.0 unidades
- Ancho (transversal al surco) 2.7 m
- Largo (sentido del surco)..... 5.0 m
- Área de una parcela 13.5 m²

b) Surcos

- Largo del surco 5.0 m
- Ancho del surco 0.90 m
- Distanciamiento entre golpe 0.25 m
- Número de plantas por golpe..... 1.0 planta
- Número de surcos por parcela 3.0 surcos

c) Repeticiones

- Número de repeticiones 5.0
- Número de parcelas por repeticiones ... 10.0

- Largo del bloque (sentido del surco) ... 5.0 m
- Ancho del bloque (transversal al surco) 27.0 m
- Área neta de cada bloque 135.0 m²

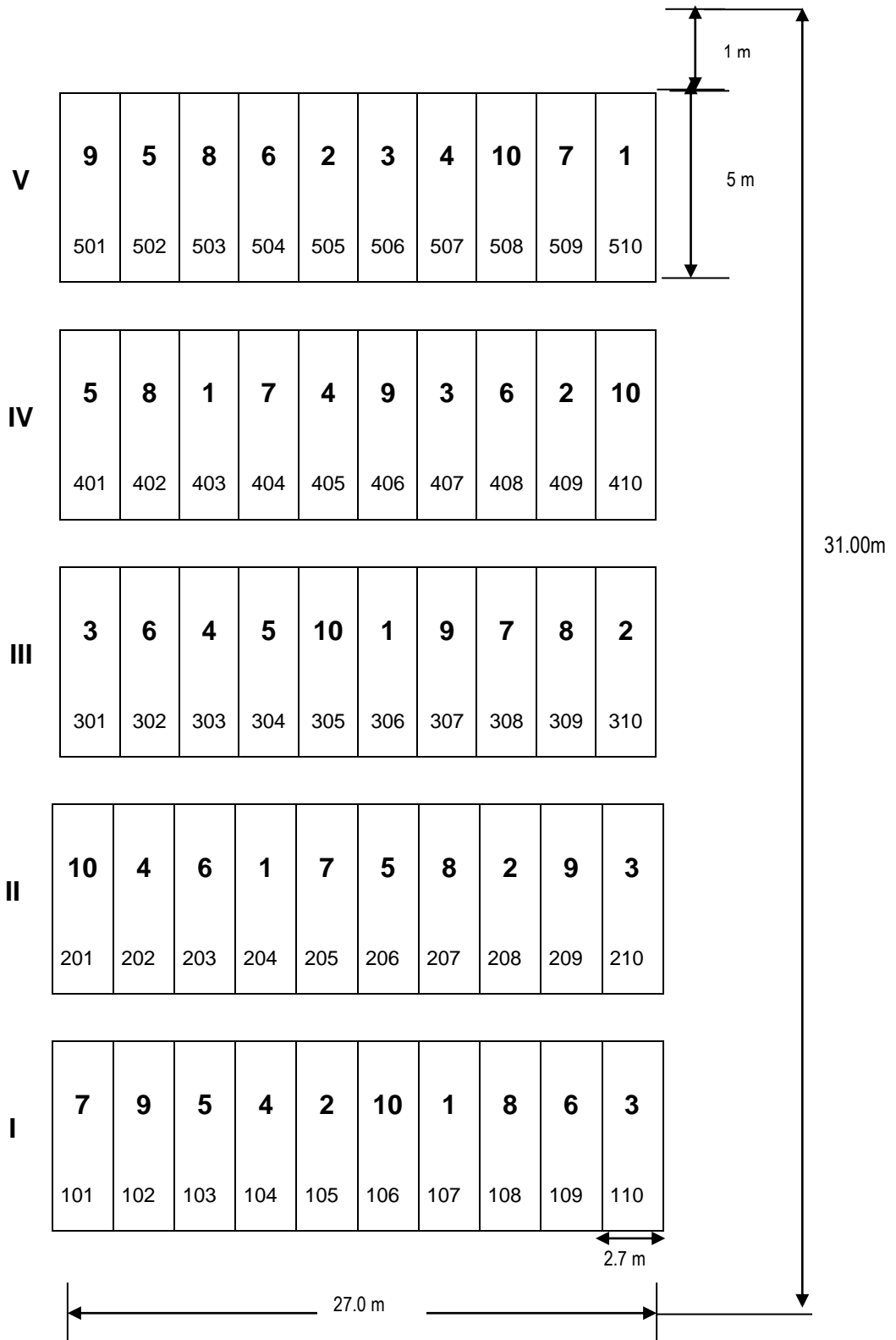
d) Calles

- Número de calles 6.0
- Ancho de calles 27.0 m
- Largo de calles 1.0 m
- Área total de calles 162.0 m²

e) Dimensión del terreno experimental

- Largo 31.0 m
- Ancho 27.0 m
- Área total 837.0 m²
- Área neta 675.0 m²

3.1.6 Croquis experimental



3.2 POBLACION Y MUESTRA.

3.2.1 Población del estudio.

Para efecto del experimento se trabajó con una población de 3,750 plantas de maíz amarillo duro distribuida en 50 unidades experimentales con 75 plantas en cada una de ellas.

3.2.2 Población de la muestra del estudio.

Para las evaluaciones a efectuarse durante el desarrollo vegetativo del cultivo y programadas en el presente estudio se hizo uso de la muestra experimental de 1,250 plantas (25 x 50), distribuidas en 50 unidades experimentales, que equivalen a 25 plantas por unidad experimental (parcela), que es exactamente el número de plantas contenidas en el surco central de cada parcela.

4. TECNICAS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACION

4.1 TECNICA DE RECOLECCION DE DATOS.

4.1.1 Terreno experimental.-

El presente trabajo de investigación se realizó en la parcela N° 14-A y 14-B de la Cooperativa Agraria de Usuarios “San Francisco Javier” de propiedad de la Señora María Jesús Lengua Espino, ubicado en el sector de Trapiche del distrito de Los Molinos, de la provincia y región de Ica.

4.1.2 HISTORIA DEL TERRENO EXPERIMENTAL

Como antecedente del terreno experimental en mención se sabe que este fue destinado en la campaña anterior al cultivo de maíz amarillo duro utilizando la fórmula de fertilización 150-100-100 de NPK.

4.1.3 ANÁLISIS DE SUELO.-

Una vez delimitado el terreno para el experimento y con la finalidad de tener una idea completa sobre las características físico-mecánicas y químicas del suelo se tomaron muestras del suelo (0.0 a 30 cm) en forma de aspa procediéndose a mezclar las sub muestras con la finalidad de homogenizar bien la muestra para luego fraccionar hasta obtener 1 kg aproximadamente.

Las muestras fueron tomadas antes de la siembra y luego enviada al Laboratorio de Análisis de Suelo, Agua y Planta de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional “San Luis Gonzaga” de Ica.

CUADRO N° 02

Análisis físico-mecánico del suelo - 2017

Componentes	Nivel (0.0 – 0.30 cm)	Método usado
<ul style="list-style-type: none">• Arena (%)• Limo (%)• Arcilla (%)	59.66% 33.48% 6.86%	Hidrómetro Hidrómetro Hidrómetro
Clase textural	Franco arenoso	Triángulo textural

CUADRO N° 03

Análisis químico del suelo – 2017

Determinaciones	Nivel 0.0-0.3m	Método usado	Interpretación
Nitrógeno total (%)	0.075	Micro Kjeldhal	Bajo
Fósforo disponible (ppm)	16.5	Olsen modificado	Alto
Potasio disponible (Kg/ha)	836	Peach	Alto
Materia orgánica (%)	1.50	Walkley y Black	Bajo
Calcareao total %	0.16	Gasó Volumétrico	Bajo
C.E. (dS/m)	0.81	Conductómetro	Normal
pH	7.08	Potenciómetro	Liger. Alcalino
CIC (meq/100g)	12.3	Acetato de amonio	Media
<u>Cationes cambiables</u>			
Ca ⁺⁺ meq/100g	9.92	E.D.T.A	Alto
Mg ⁺⁺ meq/100g	1.82	Amarillo de tiazol	Bajo
K ⁺ meq/100g	0.35	Fotómetro de llama	Bajo
Na ⁺ meq/100g	0.11	Fotómetro de llama	Bajo

* E:D.T.A (Etileno Diamida Tetra Acetato de sodio)

4.1.4 DATOS METEOROLÓGICOS.-

Los datos meteorológicos obtenidos corresponden al Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) de Ica, estación Co Tacama, cuya ubicación geográfica es la siguiente:

- Latitud Sur 13° 59' 59.1"
- Longitud Oeste 75° 43' 14"
- Altitud 440 m.s.n.m.
- Coordenada UTM Norte 8452183
- Coordenada UTM Este 422185

Se ha obtenido información de los meses que han correspondido al desarrollo vegetativo del cultivo, que se inició en el mes de mayo y culminó en el mes de agosto del 2017, de los siguientes parámetros: Temperatura máxima, mínima y media mensual, horas de sol, humedad relativa, los

mismos que se consideran importante para la interpretación y discusión de los resultados, que se realiza en el capítulo 5.

CUADRO N° 04

Observaciones meteorológicas de mayo al mes de agosto del 2,017

Meses	Temperatura °C			Horas de sol	Horas total de sol mensual	Humedad relativa %
	Máxima \bar{X}	Media \bar{X}	Mínima \bar{X}			
Mayo	28.69	21.65	14.61	7.09	220.0	84.59
Junio	26.4	19.67	12.94	6.25	187.7	83.21
Julio	25.42	19.06	10.7	6.60	204.9	87.9
Agosto	26.29	18.31	10.33	8.34	258.6	86.95

Fuente: Estación meteorológica estación Co Tacama

4.1.5 Metodología de la aplicación de los tratamientos. -

La metodología de aplicación de los tratamientos en estudio fue la siguiente:

Consistió en aplicar tres dosis de ácido fúlvico y tres dosis de calcio y boro por vía foliar, de acuerdo a los tratamientos en estudio para observar minuciosamente los cambios en las características biométricas, así como su producción en cada una de las unidades experimentales llevándose un registro detallado de todas las evaluaciones.

Las aplicaciones se realizaron en tres oportunidades de acuerdo a los tratamientos en estudio, correspondiendo la primera aplicación al aporque (48 días después de la siembra), en las siguientes dosis:

Cuadro N : 05

Dosis de los productos comerciales en estudio, por cada aplicación.

Clave numérica	Combinaciones	Tratamientos			
		Dosis de ácido fúlvico		Dosis de calcio y boro	
1	f1c1	Lignnus 30.5%	1.0 L/ha	Sett Fix	1.0 L/ha
2	f1c2	Lignnus 30.5%	1.0 L/ha	Sett Fix	1.5 L/ha
3	f1c3	Lignnus 30.5%	1.0 L/ha	Sett Fix	2.0 L/ha
4	f2c1	Lignnus 30.5%	1.5 L/ha	Sett Fix	1.0 L/ha
5	f2c2	Lignnus 30.5%	1.5 L/ha	Sett Fix	1.5 L/ha
6	f2c3	Lignnus 30.5%	1.5 L/ha	Sett Fix	2.0 L/ha
7	a3c1	Lignnus 30.5%	2.0 L/ha	Sett Fix	1.0 L/ha
8	f3c2	Lignnus 30.5%	2.0 L/ha	Sett Fix	1.5 L/ha
9	f3c3	Lignnus 30.5%	2.0 L/ha	Sett Fix	2.0 L/ha
10	T	Testigo (sin aplicación foliar)			

La segunda y la tercera aplicación se realizaron con un intervalo de 20 días después de la primera aplicación, en la misma dosis.

Para el cálculo del volumen de agua que se utilizó por cada tratamiento, se realizó primero con agua pura a fin de determinar la cantidad de agua que se necesita por cada aplicación de cada tratamiento en las cinco repeticiones, conociendo el volumen de agua a utilizarse se aplicó los productos de acuerdo a cada tratamiento (considerando el área ocupada por cada tratamiento en sus cinco repeticiones).

4.2 INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS.-

Los instrumentos para la recolección de datos se realizaron, teniendo en cuenta las siguientes labores culturales:

4.2.1 Preparación del terreno experimental.

Después de limpiar adecuadamente el terreno experimental se realizó la aradura y gradeo en seco, planchado, luego se surco para aplicar el riego de “machaco”, posteriormente al encontrarse el terreno a “punto” se procedió a arar en húmedo, para luego gradearse,

planchar y dejar listo el terreno para la demarcación y siembra del experimento. Esta labor se realizó entre el 28-04-2017 al 07-05-2017

4.2.2 Desinfección de la semilla.

Con la finalidad de prevenir el ataque de ciertas enfermedades fungosas como: *Rhizoctonia sp*, *Fusarium sp* y *Phytophthora sp*, se utilizó para desinfectar los tubérculos semilla 500 gramos de Dithane M-45 (Mancozeb), 200 gramos de Benomex (Benomil), 100 cm³ de pH Master (acidificante) en 100 litros de agua más una pastilla de Activol (ácido giberelico) para romper la dormancia de las yemas y estimular el brotamiento.

La forma como se realizó la desinfección fue sumergiendo los tubérculos semilla en la solución por espacio de un minuto, empleándose canastillas para la sumersión, luego se hizo secar al aire libre pero bajo sombra por espacio de 30 minutos para posteriormente almacenarlo, en camas de hasta 20 cm de altura, para evitar que los brotes se desarrollen en forma alargada y de color blanquecino, por la falta de luz, por eso es recomendable voltear la cama con mucho cuidado para evitar que se rompan los brotes.

4.2.3 Demarcación del campo experimental.

Estando listo el terreno se procedió a demarcar un día antes de la siembra (07-05-2017), con la ayuda de una wincha y un cordel, utilizando las estacas y tarjetas de acuerdo a lo indicado en el croquis experimental.

4.2.4 Siembra.

La siembra se realizó en forma manual el 08-05-2017 a un distanciamiento de 0.90 m, entre surco y 0.2 m, entre planta colocando el tubérculo semilla al fondo del surco. El tapado de la semilla fue hecho a máquina, quedando la semilla a una profundidad de 15 cm de la superficie del suelo, cabe anotar que al momento de la siembra los tubérculos semilla tenían sus yemas en óptimo estado de brotamiento, es decir que sus brotes tenían de 1 a 1.5 cm de altura, y un peso promedio entre 40 y 60 gramos.

4.2.5 Fertilización.

Esta labor se realizó en forma manual empleando urea (46% N), nitrato de amonio (33% N), fosfato diamónico (18% N, 46% P₂O₅), sulfato de potasio (50% K₂O), en forma fraccionada utilizando la siguiente fórmula de fertilización 200-100-180 unidades de N, P₂O₅, K₂O respectivamente.

La primera fertilización se realizó a la siembra (08-05-2017), utilizando el 50% del nitrógeno, todo el fósforo y todo el potasio, aplicándose en forma “puyada” entre semillas, teniendo especial cuidado en evitar que el fertilizante entre en contacto directo con la semilla para evitar la quemadura de los brotes. La segunda fertilización se realizó a los 46 días después de la siembra antes del aporque aplicando el otro 50% del nitrógeno restante (nitrato de amonio).

4.2.6 Cultivos y deshierbos.

Se realizó tres cultivos y fueron a los 20, 35 y 47 días después de la siembra con la finalidad de remover el suelo (airearlo) para evitar el endurecimiento y eliminar las malas hierbas.

- **Primer cultivo.-** se realizó el 28-05-2017 aprovechando el cambio de surco para el riego de enseño, esta labor fue hecha a máquina.
- **Segundo cultivo.-** se realizó el 12-06-2017 a máquina con la finalidad de evitar que el suelo se compacte y eliminar las malas hierbas.
- **Tercer cultivo.-** Se realizó el 24-06-2017 a máquina antes del primer aporque con la finalidad de eliminar las malas hierbas y mantener el terreno suelto y mullido.

Los deshierbos tuvieron como finalidad eliminar las malezas presentes en el campo, las mismas que compiten por luz, agua y nutrientes con el cultivo, así como la **teletoxicidad** causada por el coquito, (influencia directa de un compuesto químico liberado por una planta sobre el desarrollo y crecimiento de otra planta). Las malezas que se presentaron con mayor agresividad fueron:

Nombre común	Nombre científico
- Chamico	<i>Datura stramonium</i>
- Verdolaga	<i>Portulaca oleracea</i>
- Grama china	<i>Sorghum halepense</i>
- Yuyo	<i>Amaranthus sp</i>
- Campanilla	<i>Ipomoea purpurea</i>
- Coquito	<i>Cyperus rotundus</i>

4.2.7 Aporque.

El aporque se realizó con el objeto de cubrir con tierra suelta y húmeda el pie de planta, con el fin de aprovechar los estolones que van a dar los tubérculos, para evitar que estos se verdeen y los estolones se conviertan en nuevos tallos aéreos.

- **Primer aporque.**- Esta labor se realizó el 25-06-2018 a los 48 días después de la siembra, cuando las plantas tenían aproximadamente 25 a 35 cm de altura. Esta labor se realizó a máquina y con cajones grandes.
- **Reaporque.**- Se efectuó el 27-06-2018, es decir dos días después del primero, se hizo a lampa y tuvo como única y exclusiva finalidad revisar el primer aporque para corregir las fallas que haya dejado la máquina, evitando así el verdeado de los tubérculos.

4.2.8 Riegos.

El primer riego de enseño se realizó a los 20 días después de la siembra cuando la mayoría de las plantas ya habían emergido y presentaban una altura promedio de 10 cm a 12 cm, previamente a este riego se realizó un cultivo y surcado a máquina con la finalidad de que el agua no tenga contacto directo con la planta, los demás riegos se aplicaron con un intervalo de 10 a 14 días los mismos que se detallan a continuación:

Cuadro N° 06

Calendario de los riegos año 2017

N° de riegos	Fecha de aplicación	Volumen de agua aproximada	Edad del cultivo días	Fuentes de agua
01	29-04-2017	1,500 m ³	(Machaco)	Subterránea
02	27-05-2017	600 m ³	19 (enseño)	Subterránea
03	06-06-2017	980 m ³	29	Subterránea
04	17-06-2017	980 m ³	40	Subterránea
05	24-06-2017	980 m ³	52	Subterránea
06	01-07-2017	980 m ³	61	Subterránea
07	12-07-2017	980 m ³	72	Subterránea
08	21-07-2017	980 m ³	81	Subterránea
09	31-07-2017	980 m ³	91	Subterránea
10	10-08-2017	980 m ³	100	Subterránea
11	18-08-2017	980 m ³	108	Subterránea

Nota: La edad del cultivo se considera a partir del 08-05-2017 fecha de la siembra.

Los riegos que se aplicaron fueron ligeros y frecuentes con la finalidad de mantener la humedad en la capa superficial del suelo en donde se desarrollan las raíces. En total el cultivo recibió aproximadamente 11,000 a 12,000 m³ de agua por hectárea.

4.2.9 Control fitosanitario.

Sobre el ataque de plagas, las que tuvieron importancia económica fue la presencia de la polilla (*Tuta absoluta*), y *Thrips (Thrips tabaci)*, por lo que se tuvo que realizar el control químico.

En cuanto a enfermedades no se presentó ninguna de consideración, pero por precaución se hicieron aplicaciones preventivas de fungicidas. A continuación, se detalla el calendario de aplicaciones efectuadas para el control de plagas y enfermedades durante el desarrollo del cultivo.

Cuadro N° 07

Calendario de las aplicaciones de pesticidas 2017

Fecha	Días	Control de:	Producto químico	Ingrediente activo	Dosis por cilindro de 200 litros
08-05-2017	0	<i>Meloidogyne sp</i> <i>Agrotis ipsilon</i>	Hunter Clofos 48 EC Break Thru	Extracto Veget. y miner. Clorpirifos Surfactante siliconado	500 cm ³ 500 cm ³ 100 cm ³
21-05-2017	13	<i>Agrotis ipsilon</i>	Lorsban 4 E Break Thru	Clorpirifos Surfactante siliconado	500 cm ³ 100 cm ³
03-06-2017	26	<i>Phytophthora infestans</i> <i>Thrips tabaci</i>	Ridomil Gold Divino Break Thru	Mancozeb + Metalaxil Alfa Cipermetrina Surfactante siliconado	1kg 200 cm ³ 100 cm ³
14-06-2017	37	<i>Phytophthora infestans</i> <i>Prodiplosis sp</i>	Manzate 200 Baytroid TM Break Thru	Mancozeb Cyfluthrina + Metamidofos Surfactante siliconado	1kg 200 cm ³ 100 cm ³
25-06-2017	48	<i>Phytophthora infestans</i> <i>Thrips tabaci</i>	Cupravit Baytroid TM Break Thru	Oxicloruro de cobre Cyfluthrina + Metamidofos Surfactante siliconado	600 g. 200 cm ³ 100 cm ³
05-07-2017	58	<i>Phytophthora infestans</i> <i>Thrips tabaci</i>	Ridomil Gold Decis 2.5 EC Break Thru	Mancozeb + Metalaxil Deltametrina Surfactante siliconado	1kg 200 cm ³ 100 cm ³
17-07-2017	70	<i>Phytophthora infestans</i> <i>Thrips tabaci</i>	Dithane M-45 Afly Break Thru	Mancozeb Cipermetrina Surfactante siliconado	1kg 200 cm ³ 100 cm ³
26-07-2017	79	<i>Phytophthora infestans</i> <i>Thrips tabaci</i>	Ridomil Gold Arrivo EC Break Thru	Mancozeb + Metalaxil Cipermetrina Surfactante siliconado	1kg 200 cm ³ 100 cm ³
04-08-2017	88	<i>Phytophthora infestans</i> <i>Thrips tabaci</i> <i>Tuta absoluta</i>	Dithane M-45 Tornade Break Thru	Mancozeb Spinosad Surfactante siliconado	1kg 200 cm ³ 100 cm ³
15-08-2017	99	<i>Phytophthora infestans</i> <i>Tuta absoluta</i>	Manzate 200 Tornade Break Thru	Mancozeb Spinosad Surfactante siliconado	1kg 200 cm ³ 100 cm ³
25-08-2017	109	<i>Phytophthora infestans</i> <i>Tuta absoluta</i>	Antracol Arribo Break Thru	Propineb Cipermetrina Surfactante siliconado	1kg 200 cm ³ 100 cm ³

4.2.10 Cosecha.

La cosecha se realizó el 30-08-2017 en forma manual con lampa cosechando solamente el surco central de cada parcela para evitar la influencia de los tratamientos que se encontraban en las parcelas adyacentes. Primeramente se cortó el follaje para luego extraer los tubérculos con una lampa y seleccionarse de acuerdo a las siguientes categorías:

- 1ra y 2da categoría: Tubérculos de 50 gramos a más.
- 3ra categoría : Tubérculos menores de 50 gramos.

4.3 TECNICA DE PROCEDIMIENTO DE DATOS .-

Las variables que se estudiaron en el presente trabajo de investigación fueron las siguientes:

4.3.1 Número de tallos por planta.- (unidades)

Esta evaluación se realizó cuando las plantas se encontraban en plena crecimiento, para tal efecto se tomaron 6 plantas al azar del surco central de cada parcela contando el número de tallos por planta para luego obtener el promedio aritmético.

4.3.2 Altura de planta.- (cm)

Esta evaluación se realizó cuando el cultivo se encontraba en plena floración, esta evaluación se realizó a los 80 días después de la siembra, para tal efecto se utilizó una regla graduada midiendo desde el pie de planta hasta el extremo superior del tallo, para ello se tomaron 6 plantas al azar del surco central de cada parcela para luego obtener el promedio aritmético.

4.3.3 Número de tubérculo por planta.- (unidad)

Su determinación se efectuó un día antes de la cosecha, para efectos de la evaluación, se tomaron 6 plantas al azar del surco central de cada parcela, contando el número total de tubérculos para luego obtener el promedio aritmético.

4.3.4 Rendimiento de tubérculos por categoría.- (kg/há)

Esta labor se realizó el 30-08-2017 el mismo día de la cosecha seleccionando los tubérculos en las siguientes categorías.

- Primera y segunda categoría: Tubérculos de 50 gramos a más
- Tercera categoría : Tubérculos menores de 50 gramos

Los tubérculos fueron cosechados del surco central de cada parcela los mismos que fueron seleccionados y pesados.

4.3.5 Peso de materia seca de diez tubérculos.- Se tomaron 10 tubérculos al azar por cada tratamiento y se pesaron en fresco, luego se trozo y se llevó a la estufa por 72 horas a 60°C, hasta obtener peso constante.

4.3.6 Rendimiento total de tubérculo.- (kg/há)

El rendimiento total obtenido en cada parcela, se convirtió por medio de regla de tres simple a kg/há para una mejor interpretación de los resultados.

4.4 ANÁLISIS ESTADÍSTICO.

El análisis estadístico se hizo a cada una de las características observadas, utilizando el método del Diseño en Bloques Completamente Randomizado con arreglo factorial, haciendo uso de la prueba de "F" a nivel de alfa 0.05 y 0.01 para determinar si existen diferencias significativas entre las fuentes de variación en el Análisis de Varianza.

Después se determinó el orden de mérito de cada uno de los tratamientos, mediante la Prueba de Amplitudes Limites Significativa de "DUNCAN" a nivel de 0.05, igualmente se calcularon la variancia, la desviación estándar de los promedios y los coeficientes de variancia, y se determino si existieron o no diferencia entre los tratamientos en estudio.

4.5 ANÁLISIS ECONOMICO.

Con la finalidad de tener una idea general sobre la rentabilidad de cada uno de los productos utilizados en el presente trabajo de investigación, se tuvo en cuenta el costo de producción, el jornal de obreros, el rendimiento por hectárea, el valor de cosecha, el costo de los productos utilizados; del mismo modo se obtuvo la relación beneficio costo (B/C), por tratamiento, comparándola con el testigo.

5. PRESENTACION, INTERPRETACION Y DISCUSION DE RESULTADOS

En este capítulo se exponen los resultados obtenidos de cada una de las características en estudio, como son los Análisis de Variancia, las Pruebas de Amplitudes Significativa de “DUNCAN”, las mismas que han sido realizadas a partir de los datos tomados en el campo experimental; así mismo se incluye el análisis económico de la aplicación de los tratamientos en estudio.

5.1 PRESENTACION E INTERPRETACION DE RESULTADOS

Cuadro N° 08

Análisis de Varianza del factorial 3F x 3C, del número de tallos por planta en el cultivo de papa cultivar UNICA, en la zona alta del valle de Ica - 2017.

Cuadro N° 09

Prueba de Amplitudes Significativa de “DUNCAN” del factorial 3F x 3C, del número de tallos por plantas en el cultivo de papa cultivar UNICA, en la zona alta del valle de Ica - 2017.

Cuadro N° 10

Análisis de Varianza del factorial 3F x 3C, de la altura de planta en el cultivo de papa cultivar UNICA, en la zona alta del valle de Ica - 2017.

Cuadro N° 11

Prueba de Amplitudes Significativa de “DUNCAN” del factorial 3F x 3C, de la altura de plantas en el cultivo de papa cultivar UNICA, en la zona alta del valle de Ica - 2017.

Cuadro N° 12

Análisis de Varianza del factorial 3F x 3C, del número de tubérculos por plantas en el cultivo de papa cultivar UNICA, en la zona alta del valle de Ica - 2017.

Cuadro N° 13

Prueba de Amplitudes Significativa de “DUNCAN” del factorial 3F x 3C, del número de tubérculos por plantas en el cultivo de papa cultivar UNICA, en la zona alta del valle de Ica - 2017.

Cuadro N° 14

Análisis de Varianza del factorial 3F x 3C, del peso de materia seca de diez tubérculo en el cultivo de papa cultivar UNICA, en la zona alta del valle de Ica - 2017.

Cuadro N° 15

Prueba de Amplitudes Significativa de "DUNCAN" del factorial 3F x 3C, del peso de materia seca de diez tubérculo en el cultivo de papa cultivar UNICA, en la zona alta del valle de Ica - 2017.

Cuadro N° 16

Análisis de Varianza del factorial 3F x 3C, del rendimiento total en kg/ha en el cultivo de papa cultivar UNICA, en la zona alta del valle de Ica - 2017.

Cuadro N° 17

Prueba de Amplitudes Significativa de "DUNCAN" del factorial 3F x 3C, del rendimiento total en kg/ha en el cultivo de papa cultivar UNICA, en la zona alta del valle de Ica - 2017.

Cuadro N° 18

Análisis de Varianza del factorial 3F x 3C, del rendimiento de primera y segunda categoría en el cultivo de papa cultivar UNICA, en la zona alta del valle de Ica - 2017.

Cuadro N° 19

Prueba de Amplitudes Significativa de "DUNCAN" del factorial 3F x 3C, del rendimiento de primera y segunda categoría en el cultivo de papa cultivar UNICA, en la zona alta del valle de Ica - 2017.

Cuadro N° 20

Análisis de Varianza del factorial 3F x 3C, del rendimiento de tercera categoría en el cultivo de papa cultivar UNICA, en la zona alta del valle de Ica - 2017.

Cuadro N° 21

Prueba de Amplitudes Significativa de "DUNCAN" del factorial 3F x 3C, del rendimiento de tercera categoría en el cultivo de papa cultivar UNICA, en la zona alta del valle de Ica - 2017.

Cuadro N° 22

Prueba de Amplitudes Significativa de “DUNCAN” de los efectos simples de los factores en estudio de las características evaluadas en el cultivo de papa cultivar UNICA, en la zona alta del valle de Ica - 2017.

Cuadro N° 23

Análisis económico de la aplicación de los tratamientos en estudio en el cultivo de papa cultivar UNICA, en la zona alta del valle de Ica - 2017.

Grafico N° 01

Producción total de tubérculos.

Grafico N° 02

Producción de tubérculos por categoría.

Cuadro N° 08

Análisis de Varianza del factorial 3F x 3C, del número de tallos por planta en el cultivo de papa cultivar UNICA, en la zona alta del valle de Ica - 2017.

Fuentes de variación	G.L	S.C.	C.M.	F.C.	FT	
					0.05	0.01
- Total	49	4.6016	--	--	--	--
- Repeticiones	4	0.4371	0.1093	1.04	2.63	3.89
- Tratamientos	9	0.3842	0.0427	0.41	2.15	2.94
- Dosis de ácido fúlvico (F)	2	0.1233	0.0617	0.59	3.26	5.25
- Dosis de un producto a base de Ca-B (C)	2	0.1797	0.0899	0.86	3.26	5.25
- Interacción F.C	4	0.0477	0.0119	0.11	2.63	3.89
- Interacción Factorial x Testigo	1	0.0335	0.0335	0.32	4.11	7.39
- Error experimental	36	3.7803	0.1050	--	--	--
	C.V.	21.75%				
	S \bar{X}	0.1449	<i>No existe diferencia significativa.</i>			

Cuadro N° 9

Prueba de Amplitudes Significativa de "DUNCAN" del factorial 3F x 3C, del número de tallos por plantas en el cultivo de papa cultivar UNICA, en la zona alta del valle de Ica - 2017.

Clave	Tratamientos	Número de tallos por planta. Unidad	DUNCAN 0.05	Orden de merito
9	Lignnus 30.5% 6.0 L/ha + Sett Fix Ca-B 6.0 L/ha	1.67	a	--
6	Lignnus 30.5% 4.5 L/ha + Sett Fix Ca-B 6.0 L/ha	1.59	a	--
8	Lignnus 30.5% 6.0 L/ha + Sett Fix Ca-B 4.5 L/ha	1.57	a	--
3	Lignnus 30.5% 3.0 L/ha + Sett Fix Ca-B 6.0 L/ha	1.49	a	--
4	Lignnus 30.5% 4.5 L/ha + Sett Fix Ca-B 3.0 L/ha	1.46	a	--
7	Lignnus 30.5% 6.0 L/ha + Sett Fix Ca-B 3.0 L/ha	1.46	a	--
2	Lignnus 30.5% 3.0 L/ha + Sett Fix Ca-B 4.5 L/ha	1.44	a	--
5	Lignnus 30.5% 4.5 L/ha + Sett Fix Ca-B 4.5 L/ha	1.41	a	--
10	Testigo (sin aplicación foliar)	1.41	a	--
1	Lignnus 30.5% 3.0 L/ha + Sett Fix Ca-B 3.0 L/ha	1.39	a	--

Cuadro N° 10

Análisis de Varianza del factorial 3F x 3C, de la altura de planta en el cultivo de papa cultivar UNICA, en la zona alta del valle de Ica - 2017.

Fuentes de variación	G.L	S.C.	C.M.	F.C.	FT	
					0.05	0.01
- Total	49	476.4022	-.-	-.-	-.-	-.-
- Repeticiones	4	51.2746	12.8186	1.76	2.63	3.89
- Tratamientos	9	163.2087	18.1343 *	2.49	2.15	2.94
- Dosis de ácido fúlvico (F)	2	77.4689	38.7344 **	5.32	3.26	5.25
- Dosis de un producto a base de Ca-B (C)	2	63.0265	31.5132 *	4.33	3.26	5.25
- Interacción F.C	4	2.8264	0.7066	0.10	2.63	3.89
- Interacción Factorial x Testigo	1	19.8870	19.8870	2.73	4.11	7.39
- Error experimental	36	261.9189	7.2755	-.-	-.-	-.-
	C.V.	4.01%	* <i>Diferencia significativa.</i>			
	S \bar{X}	1.2063	** <i>Diferencia altamente significativa.</i>			

Cuadro N° 11

Prueba de Amplitudes Significativa de "DUNCAN" del factorial 3F x 3C, de la altura de plantas en el cultivo de papa cultivar UNICA, en la zona alta del valle de Ica - 2017.

Clave	Tratamientos	Altura de planta Cm	DUNCAN 0.05	Orden de merito
9	Lignnus 30.5% 6.0 L/ha + Sett Fix Ca-B 6.0 L/ha	70.82	a	1ro
8	Lignnus 30.5% 6.0 L/ha + Sett Fix Ca-B 4.5 L/ha	69.13	a b	1ro
6	Lignnus 30.5% 4.5 L/ha + Sett Fix Ca-B 6.0 L/ha	68.79	a b	1ro
7	Lignnus 30.5% 6.0 L/ha + Sett Fix Ca-B 3.0 L/ha	67.64	b	2do
3	Lignnus 30.5% 3.0 L/ha + Sett Fix Ca-B 6.0 L/ha	67.41	b c	2do
5	Lignnus 30.5% 4.5 L/ha + Sett Fix Ca-B 4.5 L/ha	66.38	c	3ro
4	Lignnus 30.5% 4.5 L/ha + Sett Fix Ca-B 3.0 L/ha	65.62	c	3ro
2	Lignnus 30.5% 3.0 L/ha + Sett Fix Ca-B 4.5 L/ha	65.61	c d	3ro
10	Testigo (sin aplicación foliar)	65.31	d	4to
1	Lignnus 30.5% 3.0 L/ha + Sett Fix Ca-B 3.0 L/ha	65.27	d	4to

Cuadro N° 12

Análisis de Varianza del factorial 3F x 3C, del número de tubérculos por plantas en el cultivo de papa cultivar UNICA, en la zona alta del valle de Ica - 2017.

Fuentes de variación	G.L	S.C.	C.M.	F.C.	FT	
					0.05	0.01
- Total	49	42.4286	-.-	-.-	-.-	-.-
- Repeticiones	4	1.4201	0.3550	0.53	2.63	3.89
- Tratamientos	9	16.9898	1.8878 *	2.83	2.15	2.94
- Dosis de ácido fúlvico (F)	2	4.6427	2.3213 *	3.48	3.26	5.25
- Dosis de un producto a base de Ca-B (C)	2	8.3386	4.1693 **	6.25	3.26	5.25
- Interacción F.C	4	2.2650	0.5663	0.85	2.63	3.89
- Interacción Factorial x Testigo	1	1.7435	1.7435	2.61	4.11	7.39
- Error experimental	36	24.0188	0.6672	-.-	-.-	-.-
	C.V.	8.30%	* <i>Diferencia significativa.</i>			
	S \bar{X}	0.3653	** <i>Diferencia altamente significativa.</i>			

Cuadro N° 13

Prueba de Amplitudes Significativa de "DUNCAN" del factorial 3F x 3C, del número de tubérculos por plantas en el cultivo de papa cultivar UNICA, en la zona alta del valle de Ica - 2017.

Clave	Tratamientos	Número de tubérculos por planta Unidad	DUNCAN 0.05	Orden de merito
9	Lignnus 30.5% 6.0 L/ha + Sett Fix Ca-B 6.0 L/ha	11.29	a	1ro
6	Lignnus 30.5% 4.5 L/ha + Sett Fix Ca-B 6.0 L/ha	10.35	a b	1ro
8	Lignnus 30.5% 6.0 L/ha + Sett Fix Ca-B 4.5 L/ha	10.12	a b	1ro
3	Lignnus 30.5% 3.0 L/ha + Sett Fix Ca-B 6.0 L/ha	9.79	b	2do
2	Lignnus 30.5% 3.0 L/ha + Sett Fix Ca-B 4.5 L/ha	9.61	b c	2do
7	Lignnus 30.5% 6.0 L/ha + Sett Fix Ca-B 3.0 L/ha	9.59	c	3ro
5	Lignnus 30.5% 4.5 L/ha + Sett Fix Ca-B 4.5 L/ha	9.55	c	3ro
4	Lignnus 30.5% 4.5 L/ha + Sett Fix Ca-B 3.0 L/ha	9.45	c d	3ro
1	Lignnus 30.5% 3.0 L/ha + Sett Fix Ca-B 3.0 L/ha	9.31	d	4to
10	Testigo (sin aplicación foliar)	9.27	d	4to

Cuadro N° 14

Análisis de Varianza del factorial 3F x 3C, del rendimiento de materia seca de diez tubérculos en el cultivo de papa cultivar UNICA, en la zona alta del valle de Ica - 2017.

Fuentes de variación	G.L	S.C.	C.M.	F.C.	FT	
					0.05	0.01
- Total	49	2,586.92	--	--	--	--
- Repeticiones	4	354.84	88.7105	2.52	2.63	3.89
- Tratamientos	9	966.22	107.3589 **	3.05	2.15	2.94
- Dosis de ácido fúlvico (F)	2	311.72	155.8631 *	4.43	3.26	5.25
- Dosis de un producto a base de Ca-B (C)	2	313.77	156.8879 *	4.46	3.26	5.25
- Interacción F.C	4	30.58	7.6475	0.22	2.63	3.89
- Interacción Factorial x Testigo	1	310.13	310.7378 **	8.82	4.11	7.39
- Error experimental	36	1,265.85	35.1626	--	--	--
	C.V.	2.24%	* Diferencia significativa.			
	S \bar{X}	2.6519	** Diferencia altamente significativa.			

Cuadro N° 15

Prueba de Amplitudes Significativa de "DUNCAN" del factorial 3F x 3C, del rendimiento de materia seca de diez tubérculos en el cultivo de papa cultivar UNICA, en la zona alta del valle de Ica - 2017.

Clave	Tratamientos	Peso de materia seca de diez tubérculo g.	DUNCAN 0.05	Orden de merito
9	Lignnus 30.5% 6.0 L/ha + Sett Fix Ca-B 6.0 L/ha	272.17	a	1ro
8	Lignnus 30.5% 6.0 L/ha + Sett Fix Ca-B 4.5 L/ha	269.35	a b	1ro
6	Lignnus 30.5% 4.5 L/ha + Sett Fix Ca-B 6.0 L/ha	268.32	a b	1ro
5	Lignnus 30.5% 4.5 L/ha + Sett Fix Ca-B 4.5 L/ha	265.73	b	2do
3	Lignnus 30.5% 3.0 L/ha + Sett Fix Ca-B 6.0 L/ha	264.97	b	2do
7	Lignnus 30.5% 6.0 L/ha + Sett Fix Ca-B 3.0 L/ha	264.22	b c	2do
4	Lignnus 30.5% 4.5 L/ha + Sett Fix Ca-B 3.0 L/ha	261.45	c	3ro
2	Lignnus 30.5% 3.0 L/ha + Sett Fix Ca-B 4.5 L/ha	261.04	c	3ro
1	Lignnus 30.5% 3.0 L/ha + Sett Fix Ca-B 3.0 L/ha	260.39	c d	3ro
10	Testigo (sin aplicación foliar)	256.99	d	4to

Cuadro N° 16

Análisis de Varianza del factorial 3F x 3C, del rendimiento total en kg/ha en el cultivo de papa cultivar UNICA, en la zona alta del valle de Ica - 2017.

Fuentes de variación	G.L	S.C.	C.M.	F.C.	FT	
					0.05	0.01
- Total	49	432.8489	--	--	--	--
- Repeticiones	4	10.5258	2.6315	0.50	2.63	3.89
- Tratamientos	9	231.0440	25.6760 **	4.83	2.15	2.94
- Dosis de ácido fúlvico (F)	2	129.6327	64.8164 **	12.20	3.26	5.25
- Dosis de un producto a base de Ca-B (C)	2	51.2843	25.6421 *	4.83	3.26	5.25
- Interacción F.C	4	5.1445	1.2861	0.24	2.63	3.89
- Interacción Factorial x Testigo	1	45.0225	45.0225 **	8.48	4.11	7.39
- Error experimental	36	191.2391	5.3122	--	--	--
	C.V.	6.64%	* <i>Diferencia significativa.</i>			
	S \bar{X}	1.0307	** <i>Diferencia altamente significativa.</i>			

Cuadro N° 17

Prueba de Amplitudes Significativa de "DUNCAN" del factorial 3F x 3C, del rendimiento total en kg/ha en el cultivo de papa cultivar UNICA, en la zona alta del valle de Ica - 2017.

Clave	Tratamientos	Rendimiento Total kg/ha	DUNCAN 0.05	Orden de merito
9	Lignnus 30.5% 6.0 L/ha + Sett Fix Ca-B 6.0 L/ha	38,374	a	1ro
8	Lignnus 30.5% 6.0 L/ha + Sett Fix Ca-B 4.5 L/ha	37,730	a b	1ro
6	Lignnus 30.5% 4.5 L/ha + Sett Fix Ca-B 6.0 L/ha	36,238	a b	1ro
7	Lignnus 30.5% 6.0 L/ha + Sett Fix Ca-B 3.0 L/ha	35,500	b	2do
5	Lignnus 30.5% 4.5 L/ha + Sett Fix Ca-B 4.5 L/ha	34,640	b c	2do
3	Lignnus 30.5% 3.0 L/ha + Sett Fix Ca-B 6.0 L/ha	34,293	c	3ro
4	Lignnus 30.5% 4.5 L/ha + Sett Fix Ca-B 3.0 L/ha	33,255	c d	3ro
2	Lignnus 30.5% 3.0 L/ha + Sett Fix Ca-B 4.5 L/ha	32,624	c d	3ro
1	Lignnus 30.5% 3.0 L/ha + Sett Fix Ca-B 3.0 L/ha	32,305	d e	4to
10	Testigo (sin aplicación foliar)	31,832	e	5to

Cuadro N° 18

Análisis de Varianza del factorial 3F x 3C, del rendimiento de primera y segunda categoría en el cultivo de papa cultivar UNICA, en la zona alta del valle de Ica - 2017.

Fuentes de variación	G.L	S.C.	C.M.	F.C.	FT	
					0.05	0.01
- Total	49	481.1558	--	--	--	--
- Repeticiones	4	10.2606	2.5652	0.42	2.63	3.89
- Tratamientos	9	253.4276	28.1586 **	4.66	2.15	2.94
- Dosis de ácido fúlvico (F)	2	147.9270	73.9635 **	12.24	3.26	5.25
- Dosis de un producto a base de Ca-B (C)	2	50.8296	25.4148 *	4.21	3.26	5.25
- Interacción F.C	4	6.0139	1.5035	0.25	2.63	3.89
- Interacción Factorial x Testigo	1	48.6571	48.6571 *	8.05	4.11	7.39
- Error experimental	36	217.4676	6.0408	--	--	--
	C.V.	7.83%	* Diferencia significativa.			
	S \bar{X}	1.0992	** Diferencia altamente significativa.			

Cuadro N° 19

Prueba de Amplitudes Significativa de "DUNCAN" del factorial 3F x 3C, del rendimiento de primera y segunda categoría en el cultivo de papa cultivar UNICA, en la zona alta del valle de Ica - 2017.

Clave	Tratamientos	Rendimiento de primera y segunda categoría kg/ha	DUNCAN 0.05	Orden de merito
9	Lignnus 30.5% 6.0 L/ha + Sett Fix Ca-B 6.0 L/ha	35,347	a	1ro
8	Lignnus 30.5% 6.0 L/ha + Sett Fix Ca-B 4.5 L/ha	34,503	a	1ro
6	Lignnus 30.5% 4.5 L/ha + Sett Fix Ca-B 6.0 L/ha	32,961	a b	1ro
7	Lignnus 30.5% 6.0 L/ha + Sett Fix Ca-B 3.0 L/ha	32,294	a b	1ro
5	Lignnus 30.5% 4.5 L/ha + Sett Fix Ca-B 4.5 L/ha	31,238	b	2do
3	Lignnus 30.5% 3.0 L/ha + Sett Fix Ca-B 6.0 L/ha	30,824	b c	2do
4	Lignnus 30.5% 4.5 L/ha + Sett Fix Ca-B 3.0 L/ha	30,055	c	3ro
2	Lignnus 30.5% 3.0 L/ha + Sett Fix Ca-B 4.5 L/ha	29,093	c d	3ro
1	Lignnus 30.5% 3.0 L/ha + Sett Fix Ca-B 3.0 L/ha	28,986	d	4to
10	Testigo (sin aplicación foliar)	28,412	d	4to

Cuadro N° 20

Análisis de Varianza del factorial 3F x 3C, del rendimiento de tercera categoría en el cultivo de papa cultivar UNICA, en la zona alta del valle de Ica - 2017.

Fuentes de variación	G.L	S.C.	C.M.	F.C.	FT	
					0.05	0.01
- Total	49	5.94	.-	.-	.-	.-
- Repeticiones	4	0.48	0.12	0.97	2.63	3.89
- Tratamientos	9	1.03	0.11 **	0.93	2.15	2.94
- Dosis de ácido fúlvico (F)	2	0.61	0.31	2.49	3.26	5.25
- Dosis de un producto a base de Ca-B (C)	2	0.19	0.10 **	0.77	3.26	5.25
- Interacción F.C	4	0.15	0.04	0.31	2.63	3.89
- Interacción Factorial x Testigo	1	0.07	0.07 **	0.57	4.11	7.39
- Error experimental	36	4.43	0.12	.-	.-	.-
	C.V.	10.60%				
	S \bar{X}	0.1569	<i>No existe diferencia significativa.</i>			

Cuadro N° 21

Prueba de Amplitudes Significativa de "DUNCAN" del factorial 3F x 3C, del rendimiento de tercera categoría en el cultivo de papa cultivar UNICA, en la zona alta del valle de Ica - 2017.

Clave	Tratamientos	Rendimiento de tercera categoría. kg/ha	DUNCAN 0.05	Orden de merito
9	Lignnus 30.5% 6.0 L/ha + Sett Fix Ca-B 6.0 L/ha	3,027	a	.-
4	Lignnus 30.5% 4.5 L/ha + Sett Fix Ca-B 3.0 L/ha	3,200	a	.-
7	Lignnus 30.5% 6.0 L/ha + Sett Fix Ca-B 3.0 L/ha	3,206	a	.-
8	Lignnus 30.5% 6.0 L/ha + Sett Fix Ca-B 4.5 L/ha	3,227	a	.-
6	Lignnus 30.5% 4.5 L/ha + Sett Fix Ca-B 6.0 L/ha	3,277	a	.-
1	Lignnus 30.5% 3.0 L/ha + Sett Fix Ca-B 3.0 L/ha	3,319	a	.-
5	Lignnus 30.5% 4.5 L/ha + Sett Fix Ca-B 4.5 L/ha	3,402	a	.-
10	Testigo (sin aplicación foliar)	3,420	a	.-
3	Lignnus 30.5% 3.0 L/ha + Sett Fix Ca-B 6.0 L/ha	3,469	a	.-
2	Lignnus 30.5% 3.0 L/ha + Sett Fix Ca-B 4.5 L/ha	3,531	a	.-

Cuadro Nº 22

Prueba de Amplitudes Significativa de “DUNCAN” de los efectos simples de los factores en estudio de las características evaluadas en el cultivo de papa cultivar UNICA, en la zona alta del valle de Ica - 2017.

Clave	Factor: Dosis de ácido fúlvico (F)		Número de tallos por planta		Altura de planta		Número de tubérculos por planta		Peso de materia seca de diez tubérculos		Rendimiento Total kg/ha		Rendimiento de primera y segunda categoría		Rendimiento de tercera categoría	
	Niveles:		Unidad	o.m	cm	o.m	Unidad	o.m	g.	o.m	kg/ha	o.m	kg/ha	o.m	kg/ha	o.m
f1	Lignnus 30.5%	3.0 L/ha	1.44	--	66.09	2do	9.57	2do	262.13	3ro	33,074	2do	29,634	2do	3,439	--
f2	Lignnus 30.5%	4.5 L/ha	1.48	--	66.93	2do	9.78	2do	265.16	2do	34,711	2do	31,418	2do	3,293	--
f3	Lignnus 30.5%	6.0 L/ha	1.56	--	69.20	1ro	10.33	1ro	268.57	1ro	37,202	1ro	34,048	1ro	3,153	--

Clave	Factor: Dosis de Ca-B (C)		Número de tallos por planta		Altura de planta		Número de tubérculos por planta		Peso de materia seca de diez tubérculos		Rendimiento Total kg/ha		Rendimiento de primera y segunda categoría		Rendimiento de tercera categoría	
	Niveles:		Unidad	o.m	cm	o.m	Unidad	o.m	g.	o.m	kg/ha	o.m	kg/ha	o.m	kg/ha	o.m
c1	Sett Fix	3.0 L/ha	1.43	--	66.16	2do	9.45	2do	262.02	3ro	33,687	2do	30,445	2do	3,241	--
c2	Sett Fix	4.5 L/ha	1.47	--	67.03	2do	9.75	2do	265.37	2do	34,999	2do	31,611	2do	3,387	--
c3	Sett Fix	6.0 L/ha	1.58	--	69.00	1ro	10.47	1ro	268.48	1ro	36,302	1ro	33,044	1ro	3,257	--

Cuadro Nº 23

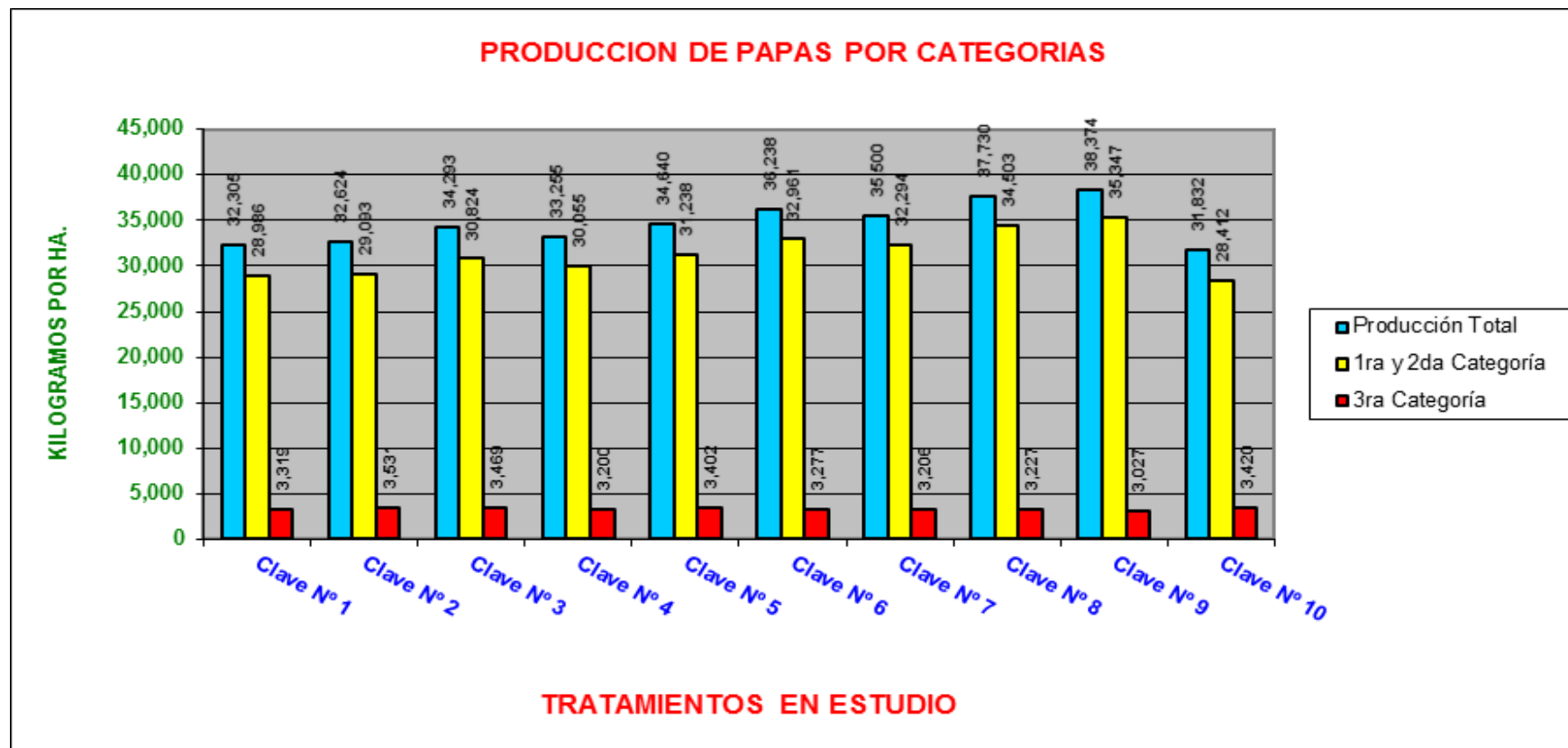
Análisis económico de la aplicación de los tratamientos en estudio en el cultivo de papa cultivar UNICA, en la zona alta del valle de Ica - 2017.

Clave	Tratamientos	Rendimiento kg/há	Valor Bruto S/.	Costo Fijo S/.	Costo variable S/.	Costo Total S/.	Ingreso Neto S/.	Relación B/C
9	Lignnus 30.5% 6.0 L/ha + Sett Fix Ca-B 6.0 L/ha	38,374	23,883	13,000	468	13,468	10,415	0.77
8	Lignnus 30.5% 6.0 L/ha + Sett Fix Ca-B 4.5 L/ha	37,730	23,395	13,000	416	13,416	9,979	0.74
6	Lignnus 30.5% 4.5 L/ha + Sett Fix Ca-B 6.0 L/ha	36,238	22,407	13,000	404	13,404	9,003	0.67
7	Lignnus 30.5% 6.0 L/ha + Sett Fix Ca-B 3.0 L/ha	35,500	21,852	13,000	363	13,363	8,489	0.63
5	Lignnus 30.5% 4.5 L/ha + Sett Fix Ca-B 4.5 L/ha	34,640	21,325	13,000	352	13,352	7,973	0.59
3	Lignnus 30.5% 3.0 L/ha + Sett Fix Ca-B 6.0 L/ha	34,293	21,076	13,000	339	13,339	7,737	0.58
4	Lignnus 30.5% 4.5 L/ha + Sett Fix Ca-B 3.0 L/ha	33,255	20,495	13,000	299	13,299	7,196	0.54
2	Lignnus 30.5% 3.0 L/ha + Sett Fix Ca-B 4.5 L/ha	32,624	19,969	13,000	287	13,287	6,682	0.50
1	Lignnus 30.5% 3.0 L/ha + Sett Fix Ca-B 3.0 L/ha	32,305	19,836	13,000	234	13,234	6,602	0.49
10	Testigo (sin aplicación foliar)	31,832	19,493	13,000	--	13,000	6,493	0.48

- Precio kg de 1ra y 2da categoría S/. 0.65
- Precio kg de 3ra categoría S/. 0.30
- Otros datos y cálculos (ver anexos)

Grafico Nº 01

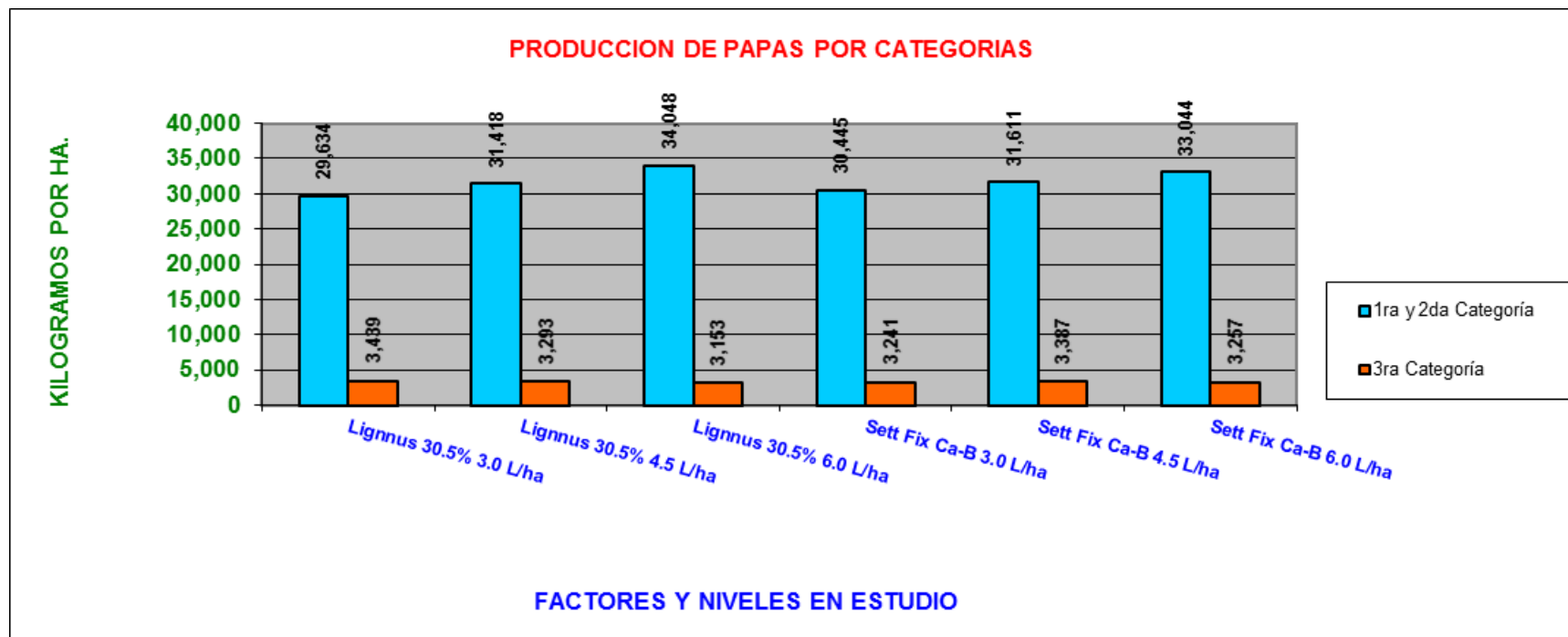
Producción total de tubérculos



Tratamientos	Clave Nº 1	Clave Nº 2	Clave Nº 3	Clave Nº 4	Clave Nº 5	Clave Nº 6	Clave Nº 7	Clave Nº 8	Clave Nº 9	Clave Nº 10
Producción Total	32,305	32,624	34,293	33,255	34,640	36,238	35,500	37,730	38,374	31,832
1ra y 2da Categoría	28,986	29,093	30,824	30,055	31,238	32,961	32,294	34,503	35,347	28,412
3ra Categoría	3,319	3,531	3,469	3,200	3,402	3,277	3,206	3,227	3,027	3,420

Grafico N° 02

Producción de tubérculos por categoría.



Factores y Niveles	1ra y 2da Categoría	3ra Categoría
Lignnus 30.5% 3.0 L/ha	29,634	3,439
Lignnus 30.5% 4.5 L/ha	31,418	3,293
Lignnus 30.5% 6.0 L/ha	34,048	3,153
Sett Fix Ca-B 3.0 L/ha	30,445	3,241
Sett Fix Ca-B 4.5 L/ha	31,611	3,387
Sett Fix Ca-B 6.0 L/ha	33,044	3,257

5.2. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

El presente experimento denominado efecto de la aplicación foliar de tres dosis de ácido fúlvico y tres dosis de calcio y boro en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.), cultivar UNICA, en la zona alta del valle de Ica, se está realizando por segunda vez para poder confirmar los resultados obtenidos en la primera investigación, realizado por **Pérez Apcho Lenin Vladimir y Oré Astorima Juan Carlos**, con el cultivar Canchan INIAA, en la zona media del valle de Ica, fue conducido en la parcela N° 14-A y 14-B de la Cooperativa Agraria de Usuarios “San Francisco Javier” de propiedad de la Señora María Jesús Lengua Espino, ubicado en el sector de Trapiche del distrito de Los Molinos, de la provincia y región de Ica, realizándose de acuerdo a la programación y planificación proyectada, por lo que se puede afirmar que los resultados obtenidos se encuentran dentro del rango de confiabilidad permisibles.

Así tenemos que los coeficientes de variabilidad de cada una de las características estudiadas nos indican que hubo esmero en la planificación y conducción del experimento ya que fluctúan desde 2.24% para el peso de materia seca de diez tubérculos, hasta 21.75% para el número de tallos por planta.

5.1 ANÁLISIS FÍSICO MECÁNICO Y QUÍMICO DEL SUELO.-

De acuerdo al análisis físico mecánico (cuadro N° 01) nos encontramos frente a un suelo de textura franco arenoso, para el nivel 0.00 cm a 30 cm de profundidad, presentando características favorables para el normal crecimiento y desarrollo del cultivo de papa, por ser suelos con buen drenaje y buena aireación para las raíces, ya que el exceso de agua ocasiona pudriciones de las semillas y muerte de la planta. (**FAO 2,014**). Sin embargo, los mejores rendimientos se logran en suelos franco arenosos, profundos, bien drenados y con un pH de 5.5 a 8.0. (**Huamán y Spooner 2,002**).

Según el análisis químico (cuadro N° 02), nos indican que el suelo presenta una conductividad eléctrica normal, bajo en sales con un pH de reacción ligeramente alcalina, con un porcentaje bajo en calcáreo, pobre en materia orgánica, y por lo tanto bajo en nitrógeno total.

En cambio, el contenido de fósforo y potasio es alto, la capacidad de intercambio catiónico es media con predominio de calcio sobre los otros cationes cambiabiles.

De acuerdo a sus características y a lo planteado por **FAO (2,014)**, el suelo presenta condiciones aparentes para el cultivo, como es su textura que le confiere permeabilidad y aireación adecuada. En resumen, el suelo se puede considerar apto para el cultivo de papa, debido a que tiene un amplio rango de adaptabilidad para diversos tipos de suelos.

5.2 INFLUENCIA DE LOS FACTORES CLIMÁTICOS EN EL CULTIVO.-

Con respecto a los parámetros climáticos durante el tiempo que duro el experimento (cuadro N° 03) se tiene que la siembra y crecimiento del cultivo de papa, se desarrolló entre los valores de temperaturas, con una máxima de 28.69 °C (mayo) y una mínima de 10.33 °C (agosto). Encontrándose dentro de las temperaturas aceptables para el normal desarrollo del cultivo de acuerdo a lo reportado por **CIPA VI-ICA (1,991)**, quienes sostienen que la papa requiere de climas con temperaturas adecuadas que oscilan entre 15° y 25°C. Aunque hay diferencias de requerimientos térmicos según la variedad de que se trate, podemos generalizar, sin embargo, que temperaturas máximas o diurnas de 20 a 25°C y mínimas o nocturnas de 8 a 13°C son excelentes para una buena tuberización. La temperatura media óptima para la tuberización es de 20°C, si la temperatura se incrementa por encima de este valor disminuye la fotosíntesis y aumenta la respiración y por consecuencia hay combustión de hidratos de carbono almacenados en los tubérculos, (**Huamán y Spooner 2,002**), por otro lado **LASA (1997)**, también menciona que las temperaturas altas en la parte aérea retrasan el inicio de la época de tuberización, ejerciendo el mismo efecto la presencia de sombreado. La temperatura óptima para máximo rendimiento es entre 15.5 a 18.5 °C.

Con relación a las horas del sol estas fluctuaron de 6.25 (junio) a 8.34 (agosto) las mismas que resultaron suficientes para una buena actividad fotosintética, la luz influye sobre la tuberización y el desarrollo vegetativo de la planta, los días cortos favorecen la formación de tubérculos y los días largos el desarrollo de tallos, flores, hojas y frutos, (**CIPA VI-ICA 1,991**).

La humedad relativa varió de 83.21% (junio) a 87.9% (julio) rangos que se encuentran dentro de un nivel óptimo, ya que humedades relativas mayores tienen una fuerte influencia en la incidencia de enfermedades criptogámicas.

5.3 NÚMERO DE TALLOS POR PLANTA.- (unidad)

En el Análisis de Variancia realizado para esta característica (cuadro N° 08) se aprecia que alcanza un coeficiente de variabilidad de 21.75% sin encontrarse diferencia significativa en las fuentes de variabilidad.

En la Prueba de Amplitudes Significativa de DUNCAN (cuadro N° 09) no se encontró diferencia estadística en el orden de mérito, reportándose promedios similares de 1.67 a 1.39 tallos por planta incluyendo al testigo.

Con respecto a la evaluación del número de tallos por planta se puede apreciar que no hubo influencia de los factores en estudio en sus diferentes niveles, comportándose todos los tratamientos igual que el testigo, teniendo en cuenta que cuando la yema apical es removida o muerta, otras yemas son estimuladas a desarrollar. Cada ojo es capaz de producir un infinito número de brotes, dependiendo del tamaño del tubérculo y de la reserva de hidratos de carbono (**CIP 2002**). Sin embargo, no todos los brotes que se ven en una planta provienen de yemas del tubérculo madre; algunos brotes surgen de otros brotes o salen de estolones o yemas axilares de ramas. Los brotes más importantes son los que salen directamente del tubérculo. (**LASA 1997**).

5.4 ALTURA DE PLANTA.- (cm)

En el Análisis de Variancia realizado para esta característica (cuadro N° 10) se aprecia que alcanza un coeficiente de variabilidad de 4.01% encontrándose diferencia significativa en los tratamientos, en las dosis del producto a base calcio y boro y diferencia altamente significativa en las dosis de ácido fúlvico.

En la Prueba de Amplitudes Significativa de DUNCAN (cuadro N° 11), encontramos que el primer lugar en orden de mérito lo obtuvieron los tratamientos con clave 9(Lignnus 30.5% 6.0 L/ha + Sett Fix Ca-B 6.0 L/ha) con 70.82 cm; 8(Lignnus 30.5% 6.0 L/ha + Sett Fix Ca-B 4.5 L/ha) con 69.13 cm; 6(Lignnus 30.5% 4.5 L/ha + Sett Fix Ca-B 6.0 L/ha) con 68.79 cm, en segundo lugar los tratamientos 7(Lignnus 30.5% 6.0 L/ha + Sett Fix Ca-B 3.0 L/ha) con 67.55 cm; 3(Lignnus 30.5% 3.0 L/ha + Sett Fix Ca-B 6.0 L/ha) con

67.41 cm, en tercer lugar los tratamientos 5(Lignnus 30.5% 4.5 L/ha + Sett Fix Ca-B 4.5 L/ha) con 66.38 cm; 4(Lignnus 30.5% 4.5 L/ha + Sett Fix Ca-B 3.0 L/ha) con 65.62 cm; 2(Lignnus 30.5% 3.0 L/ha + Sett Fix Ca-B 4.5 L/ha) con 65.61 cm, en cuarto y último lugar los tratamientos 10(Testigo sin aplicación foliar) con 65.31 cm; 1(Lignnus 30.5% 3.0 L/ha + Sett Fix Ca-B 3.0 L/ha) con 65.27 cm de altura de planta en promedio.

La altura de planta presento una variación general de 5.55 cm, siendo muy notable el efecto de los factores en estudio en sus diferentes fuentes y niveles, Por lo que podemos afirmar que al combinarse ambos factores se puede obtener plantas con mayor altura, comparada con el testigo que obtuvo 68.27 cm.

Al analizar los efectos simples (cuadro N° 22), de la altura de planta de los factores en estudio se observa que en el factor dosis de ácido fúlvico destaco el nivel de 6.0 L/ha con 69.20 cm de altura, mientras que en el factor dosis del producto a base de calcio y boro el nivel de 6.0 L/ha con 69.00 cm de altura de planta en promedio.

Romheld y Fouly (2017), mencionan que la fertilización foliar es una técnica ampliamente utilizada en la agricultura para corregir las deficiencias nutricionales en diferentes sistemas de cultivo. Esta práctica resultante de la aplicación de los nutrientes en las partes aéreas de las plantas, está diseñada para complementar y/o suplementar y mantener el equilibrio nutricional de las plantas, especialmente durante los períodos de máxima demanda, favoreciendo así la provisión adecuada para mejorar los caracteres genéticos de la producción. Los nutrientes se pueden aplicar en forma soluble en agua y por medio de equipo en la planta. Lógicamente, esta práctica no sustituye la fertilización a través de la raíz, sino que la complementa.

De esta manera se confirma lo reportado por la **Revista Industrial del Campo (2,013)** quienes manifiestan que los ácidos fúlvicos estimulan el crecimiento general de la planta mejorando notablemente la absorción y traslocación de nutrientes y agroquímicos vía foliar y radicular, actúa como bioestimulante al catalizar procesos bioquímicos de la planta y al promover la formación de ácidos nucleicos por su alto contenido de aminoácidos.

Por otro lado, **Ruiz (2003)**, menciona que el boro juega un papel importante en la utilización y en la distribución de los glúcidos dentro de la planta. La deficiencia de boro provoca una acumulación de azúcares en los tejidos. Se cree que el boro facilita el transporte de azúcares a través de la membrana formando un complejo azúcar borato. También ha sido demostrada la intervención directa del boro en la síntesis de sacarosa (donde se precisa uracilo) y almidón. Así por ejemplo, la remolacha azucarera presenta unos niveles de azúcar mucho más elevados si está correctamente nutrida en boro.

Así mismo, **Rojas (1,991)**, menciona que el calcio es un nutriente esencial para las plantas y entre sus principales funciones menciona, que: Promueve el alargamiento celular. Toma parte en la regulación estomática. Participa en los procesos metabólicos de absorción de otros nutrientes. Fortalece la estructura de la pared celular - el calcio es una parte esencial de la pared celular de las plantas. Esta forma compuestos de pectato de calcio que dan estabilidad a las paredes celulares de las células. Participa en los procesos enzimáticos y hormonales. Ayuda a proteger la planta contra el estrés de temperatura alta, el calcio participa en la inducción de proteínas de choque térmico.

5.5 NÚMERO DE TUBÉRCULOS POR PLANTA.- (unidad)

En el Análisis de Variancia realizado para esta característica (cuadro N° 12) se aprecia que alcanza un coeficiente de variabilidad de 8.30% encontrándose diferencia significativa en los tratamientos, en las dosis de ácidos fúlvicos y diferencia altamente significativa en el producto a base calcio y boro.

En la Prueba de Amplitudes Significativa de DUNCAN (cuadro N° 13), encontramos que el primer lugar en orden de mérito lo obtuvieron los tratamientos con clave 9(Lignnus 30.5% 6.0 L/ha + Sett Fix Ca-B 6.0 L/ha) con 11.29 tubérculos; 6(Lignnus 30.5% 4.5 L/ha + Sett Fix Ca-B 6.0 L/ha) con 10.35 tubérculos; 8(Lignnus 30.5% 6.0 L/ha + Sett Fix Ca-B 4.5 L/ha) con 10.12 tubérculos, en segundo lugar los tratamientos 3(Lignnus 30.5% 3.0 L/ha + Sett Fix Ca-B 6.0 L/ha) con 9.79 tubérculos; 2(Lignnus 30.5% 3.0 L/ha + Sett Fix Ca-B 4.5 L/ha) con 9.61 tubérculos, en tercer lugar los

tratamientos 7(Lignnus 30.5% 6.0 L/ha + Sett Fix Ca-B 3.0 L/ha) con 9.59 cm; 5(Lignnus 30.5% 4.5 L/ha + Sett Fix Ca-B 4.5 L/ha) con 9.55 tubérculos; 4(Lignnus 30.5% 4.5 L/ha + Sett Fix Ca-B 3.0 L/ha) con 9.45 tubérculos, en cuarto y último lugar los tratamientos 1(Lignnus 30.5% 3.0 L/ha + Sett Fix Ca-B 3.0 L/ha) con 9.31 tubérculos; 10(Testigo sin aplicación foliar) con 9.27 tubérculos por planta en promedio.

En el número de tubérculos por planta del presente estudio presenta una variación general de 2.02 tubérculos por planta siendo muy notable el efecto de los factores en estudio en sus diferentes fuentes y niveles.

En las combinaciones de los factores en estudio se observó diferencia estadística, donde los tratamientos a base de ácido fúlvico y del producto a base de calcio y boro en sus diferentes dosis, superaron ampliamente al testigo, que obtuvo en promedio 9.27 tubérculos por planta, confirmándose lo reportado por **LASA (1,997)**, que menciona que si se elimina o se daña el brote terminal dominante, los brotes inhibidos reiniciarán su crecimiento. Si se plantan tubérculos brotados el establecimiento de la planta es rápido y hay más crecimiento, pero se pueden presentar situaciones de tuberización prematura (resultando en una papa pequeña) y/o de la presencia de brotes torcidos.

Al analizar los efectos simples (cuadro N° 22) del número de tubérculos por planta en el presente experimento se puede apreciar el efecto del factor dosis de ácido fúlvico destacando el nivel de 6.0 L/ha con 10.33 tubérculos, mientras que en el factor dosis del producto a base de calcio y boro el nivel de 6.0 L/ha con 10.47 tubérculos por planta en promedio.

La penetración principal se realiza directamente a través de la cutícula y se realiza en forma pasiva. Los primeros en penetrar son los cationes dado que éstos son atraídos hacia las cargas negativas del tejido, y se mueven pasivamente de acuerdo al gradiente alta concentración afuera y baja adentro.

La penetración tiene lugar también a través de los estomas, que tienen su apertura controlada para realizar un intercambio de gases y el proceso de transpiración. Se sabe que estas aperturas difieren entre las distintas especies vegetales, en su distribución, ocurrencia, tamaño y forma. En cultivos latifoliados y en árboles, la mayor parte de los estomas están en la

superficie inferior de la hoja, mientras que en las especies de gramíneas tienen el mismo número en ambas superficies (**Ronen 2012**).

Así mismo **Campos (2,011)** manifiesta que el ácido fúlvico, actúa sobre la nutrición de la planta y activa su metabolismo, al absorberse dentro de la planta, permanece en los tejidos y actúa como antioxidante, aporta nutrientes y la bioestimula. Sirve como alimento para las micorrizas, que a su vez benefician a la planta. El humus joven (el que contiene una proporción más alta de ácido fúlvico), aporta vida a la tierra. Proporciona a la tierra mayor disponibilidad de nitrógeno amoniacal (de rápida absorción), potasio, calcio, magnesio, cobre, hierro, manganeso y zinc. Puedes encontrar ácido fúlvico comercializado por diferentes marcas de fertilizantes y aditivos.

Así mismo **Jones (1998)**, informa sobre la actividad del boro en la planta: Promueve actividad meristemática. Su carencia afecta el crecimiento de tallos y raíces. Carencia aguda produce muerte de los centros de crecimiento. Carencia moderada produce ruptura de los tejidos conductivos en los tallos. Por otro lado, **Lorente (1,997)**, menciona que el calcio tiene un papel importante en las diversas fases de la vida vegetal. Su presencia en el jugo celular es esencial para el desarrollo de la planta, desde la germinación hasta la maduración del fruto; por otra parte, el calcio proporciona una mayor resistencia a los tejidos vegetales. También ayuda al crecimiento de la planta aumentando la energía acelerando también el flujo de nutrientes hacia la célula y fuera de ella.

5.6 PESO PROMEDIO DE MATERIA SECA DE DIEZ TUBERCULOS. (g)

En el Análisis de Variancia realizado para esta característica (cuadro N° 14) se aprecia que alcanza un coeficiente de variabilidad de 2.24% encontrándose diferencia significativa en las dosis de ácido fúlvico, en las dosis del producto a base de calcio y boro y diferencia altamente significativa en los tratamientos y en la interacción factorial por testigo.

En la Prueba de Amplitudes Significativa de DUNCAN (cuadro N° 15), encontramos que el primer lugar en orden de mérito lo obtuvieron los tratamientos con clave 9(Lignnus 30.5% 6.0 L/ha + Sett Fix Ca-B 6.0 L/ha) con 272.17 g; 8(Lignnus 30.5% 6.0 L/ha + Sett Fix Ca-B 4.5 L/ha) con 269.35 g; 6(Lignnus 30.5% 4.5 L/ha + Sett Fix Ca-B 6.0 L/ha) con 268.32 g, en segundo lugar los tratamientos 5(Lignnus 30.5% 4.5 L/ha + Sett Fix Ca-B

4.5 L/ha) con 265.73 g; 3(Lignnus 30.5% 3.0 L/ha + Sett Fix Ca-B 6.0 L/ha) con 264.97 g; 7(Lignnus 30.5% 6.0 L/ha + Sett Fix Ca-B 3.0 L/ha) con 264.22 g, en tercer lugar los tratamientos 4(Lignnus 30.5% 4.5 L/ha + Sett Fix Ca-B 3.0 L/ha) con 261.45 g; 2(Lignnus 30.5% 3.0 L/ha + Sett Fix Ca-B 4.5 L/ha) con 261.04 g; 1(Lignnus 30.5% 3.0 L/ha + Sett Fix Ca-B 3.0 L/ha) con 260.39 g, en cuarto y último lugar el tratamiento 10(Testigo sin aplicación foliar) con 256.99 gramos de materia seca de diez tubérculos en promedio.

En el peso promedio de materia seca de diez tubérculos obtenido en el presente experimento mostró una variación de 15.18 g, en promedio observándose el efecto positivo de los factores en estudio en sus diferentes niveles, **porque** La planta de papa, no obstante poseer el camino fotosintético C₃, es singularmente muy efectiva para asimilar, convertir y repartir carbono dentro de las formas utilizables como producto económico y potencialmente producir más alimento por unidad de tiempo de tierra y de agua en comparación a otros cultivos alimenticios del mundo, Los tubérculos de una misma planta compiten entre sí por el sustrato necesario para su crecimiento. Aproximadamente el 90 % de la materia seca acumulada en los tubérculos proviene de la fotosíntesis que ocurre después del inicio de tuberización, por tanto la tasa de crecimiento de los tubérculos depende ampliamente de la fotosíntesis neta registrada durante la tuberización (**Cornejo 2002**), así mismo la materia orgánica y los ácidos húmicos favorecen el desarrollo radicular de las plantas aumentando, tanto el tamaño como el número de raíces y tallos trasladando los macro y micronutrientes desde las raíces hasta las partes aéreas de las plantas y viceversa, movilizandolos nutrientes a diferentes partes de la planta favoreciendo un equilibrio nutricional en su fisiología y por lo tanto un mayor incremento de la materia seca (**Valdez 1,996**).

Al analizar los efectos simples (cuadro N° 22) del peso promedio de materia seca de diez tubérculos en el presente experimento se puede apreciar el efecto del factor dosis de ácido fúlvico destacando el nivel de 6.0 L/ha con 268.57 g, mientras que en el factor dosis del producto a base de calcio y boro el nivel de 6.0 L/ha con 268.48 gramos de materia seca de diez tubérculos en promedio.

Por otro lado el boro cumple un papel importantísimo en los meristemas apicales, activando la división celular que determina el crecimiento de los terminales de los tallos y ramas y la formación normal de las hojas, así como en el mantenimiento de las membranas del citoplasma de las células de la raíz (plasmalema), sin el cual se reduce notablemente la absorción del fósforo y el potasio. También en la regulación del transporte de muchas sustancias a través de las membranas de las plantas (**Fuentes 2003**).

Salisbury y Ross (1,994), indican que, dada la baja movilidad del Calcio dentro de la planta, su deficiencia se aprecia inicialmente en hojas nuevas y puntos de crecimiento como brotes y yemas débiles o muertos. En el esparrago la deficiencia de calcio se observa principalmente en los turiones, apreciándose vacíos, doblados o con rajaduras, observándose este síntoma más frecuente en el esparrago blanco.

5.7 RENDIMIENTO TOTAL DE TUBÉRCULO.- (kg/ha)

En el Análisis de Variancia realizado para esta característica (cuadro N° 16) se aprecia que alcanza un coeficiente de variabilidad de 6.64% encontrándose diferencia significativa en las dosis del producto a base de calcio y boro y diferencia altamente significativa en los tratamientos en las dosis de ácido fúlvico, y en la interacción factorial por testigo.

En la Prueba de Amplitudes Significativa de DUNCAN (cuadro N° 17), encontramos que el primer lugar en orden de mérito lo obtuvieron los tratamientos con clave 9(Lignnus 30.5% 6.0 L/ha + Sett Fix Ca-B 6.0 L/ha) con 38,374 kg/ha; 8(Lignnus 30.5% 6.0 L/ha + Sett Fix Ca-B 4.5 L/ha) con 37,730 kg/ha; 6(Lignnus 30.5% 4.5 L/ha + Sett Fix Ca-B 6.0 L/ha) con 36,238 kg/ha, en segundo lugar los tratamientos 7(Lignnus 30.5% 6.0 L/ha + Sett Fix Ca-B 3.0 L/ha) con 35,500 kg/ha; 5(Lignnus 30.5% 4.5 L/ha + Sett Fix Ca-B 4.5 L/ha) con 34,640 kg/ha, en tercer lugar los tratamientos 3(Lignnus 30.5% 3.0 L/ha + Sett Fix Ca-B 6.0 L/ha) con 34,293 kg/ha; 4(Lignnus 30.5% 4.5 L/ha + Sett Fix Ca-B 3.0 L/ha) con 33,255 kg/ha, en cuarto lugar los tratamientos 2(Lignnus 30.5% 3.0 L/ha + Sett Fix Ca-B 4.5 L/ha) con 32,624 kg/ha; 1(Lignnus 30.5% 3.0 L/ha + Sett Fix Ca-B 3.0 L/ha) con 32,305 kg/ha, en quinto y último lugar el tratamiento 10(Testigo sin aplicación foliar) con 31,832 kg/ha de tubérculos en promedio.

En el rendimiento total de tubérculos por planta obtenido en el presente experimento mostró una variación de 6,542 kg/ha en promedio observándose el efecto positivo de los factores en estudio en sus diferentes fuentes y niveles, considerándose que los nutrientes penetran en las hojas a través de los estomas que se encuentran en el haz o envés de las hojas y también a través de espacios submicroscópicos denominados ectodesmos en las hojas y al dilatarse la cutícula de las hojas se producen espacios vacíos que permiten la penetración de nutrimentos. (**Gutiérrez 2001**).

Así mismo la incorporación de ácido fúlvico en las plantas estimula el metabolismo, provee respiración, aumenta el metabolismo de proteínas y la actividad de múltiples enzimas, incrementa la permeabilidad de las membranas celulares, la división celular y su elongación, colabora con la síntesis de la clorofila, tolera la sequía, beneficia las cosechas, estabiliza el pH del suelo, asiste la dinitrificación por los microbios, contribuye al balance electroquímico tanto como donante o como receptor, descompone la sílice para liberar los nutrientes minerales esenciales, desintoxica los agentes contaminantes tales como pesticidas y herbicidas, (**Nutrir es vida, complejos orgánicos agrícolas 2,013**).

Al analizar los efectos simples (cuadro N° 22) del rendimiento total de tubérculos en el presente experimento se puede apreciar el efecto del factor dosis de ácido fúlvico destacando el nivel de 6.0 L/ha con 37,202 kg/ha, mientras que en el factor dosis del producto a base de calcio y boro el nivel de 6.0 L/ha con 36,302 kg/ha de tubérculos en promedio.

Biblioteca de la Agricultura (1,998), hace referencia que el calcio tiene un papel importante en las diferentes fases de la vida vegetal, su presencia en el jugo celular es esencial para el desarrollo de la planta además de proporcionar resistencia a los tejidos vegetales.

Por otro lado el boro interviene en los procesos enzimáticos de síntesis de sacarosa y almidón, así como en la formación de la glucosa-fosfato.

Forma complejos azúcar-borado que facilitan el transporte de los azúcares a través de las membranas vegetales. En casos de carencia de boro, la célula pierde el control de la síntesis de los fenoles, que se acumulan en los tejidos necróticos (**Alarcon 2008**).

Coincidiendo con **Pérez y Ore (2016)** quienes en el rendimiento total de tubérculos pudieron apreciar el efecto positivo de los factores en estudio en sus diferentes niveles, sobresaliendo el factor dosis de ácido fúlvico el nivel de 6.0 L/ha con 33,591 kg/ha, mientras que en el factor dosis de calcio y boro el nivel de 6.0 L/ha con 34,639 kg/ha en promedio.

Así mismo Cajamarca y Max (2014), en su tesis titulada “Respuesta de la aplicación foliar de calcio y de boro en diferentes dosis en el cultivo de papa (*S. tuberosum*), cultivar UNICA, en la zona media del valle de Ica”, encontraron un efecto positivo de los factores en estudio en sus diferentes fuentes y niveles, sobresaliendo el factor dosis de aplicación el nivel 6.0 l/ha con una producción de 37,567 kg/ha, mientras que en el factor fuentes de calcio y boro sobresalió el producto Fert All Ca-B con 37,011 kg/ha.

5.8 RENDIMIENTO DE TUBÉRCULOS DE PRIMERA Y SEGUNDA CATEGORÍA.- (kg/ha)

En el Análisis de Variancia realizado para esta característica (cuadro N° 18) se aprecia que alcanza un coeficiente de variabilidad de 7.83% encontrándose diferencia significativa en las dosis del producto a base de calcio y boro y diferencia altamente significativa en los tratamientos en las dosis de ácido fúlvico, y en la interacción factorial por testigo.

En la Prueba de Amplitudes Significativa de DUNCAN (cuadro N° 19), encontramos que el primer lugar en orden de mérito lo obtuvieron los tratamientos con clave 9(Lignnus 30.5% 6.0 L/ha + Sett Fix Ca-B 6.0 L/ha) con 35,347 kg/ha; 8(Lignnus 30.5% 6.0 L/ha + Sett Fix Ca-B 4.5 L/ha) con 34,503 kg/ha; 6(Lignnus 30.5% 4.5 L/ha + Sett Fix Ca-B 6.0 L/ha) con 32,961 kg/ha; 7(Lignnus 30.5% 6.0 L/ha + Sett Fix Ca-B 3.0 L/ha) con 32,294 kg/ha, en segundo lugar los tratamientos 5(Lignnus 30.5% 4.5 L/ha + Sett Fix Ca-B 4.5 L/ha) con 31,238 kg/ha; 3(Lignnus 30.5% 3.0 L/ha + Sett Fix Ca-B 6.0 L/ha) con 30,824 kg/ha, en tercer lugar los tratamientos 4(Lignnus 30.5% 4.5 L/ha + Sett Fix Ca-B 3.0 L/ha) con 30,055 kg/ha; 2(Lignnus 30.5% 3.0 L/ha + Sett Fix Ca-B 4.5 L/ha) con 39,093 kg/ha, en cuarto y último lugar los tratamientos 1(Lignnus 30.5% 3.0 L/ha + Sett Fix Ca-B 3.0 L/ha) con 28,986 kg/ha; 10(Testigo sin aplicación foliar) con 28,412 kg/ha de tubérculos de primera y segunda categoría en promedio.

En el rendimiento de tubérculos de primera y segunda categoría obtenido en el presente estudio mostró una variación de 6,935 kg/ha en promedio observándose el efecto positivo de los factores en estudio en sus diferentes fuentes y niveles.

Al analizar los efectos simples (cuadro N° 22) del rendimiento de primera y segunda categoría en el presente experimento se puede apreciar el efecto del factor dosis de ácido fúlvico destacando el nivel de 6.0 L/ha con 34,048 kg/ha, mientras que en el factor dosis del producto a base de calcio y boro el nivel de 6.0 L/ha con 33,044 kg/ha de tubérculos de primera y segunda categoría en promedio.

Es bien conocido que ciertas etapas del desarrollo de la planta resultan de la mayor importancia en la determinación del rendimiento final, la nutrición foliar con fertilizantes totalmente solubles en agua aumenta sensiblemente los rendimientos y mejora su calidad. Dado que la absorción de nutrientes a través del follaje es considerablemente más rápida que a través de las raíces, la aplicación foliar es también el método a elegir cuando se necesita una corrección de las deficiencias nutricionales. (**Haifa 2016**).

Así mismo, **Serviagricola del Bajío S.A. (2,005)**, mencionan que el calcio ayuda al temprano crecimiento de pelos radiculares, mejora el vigor de la planta y da consistencia al tallo, impulsa y mejora la producción de la semilla, en cierta forma corrige la acidez del suelo y estimula el crecimiento de los microorganismos en el suelo. El calcio intercambiable Ca^{++}), se refiere al calcio que está adherido a la partícula del suelo y puede ser intercambiado con otros iones de carga positiva, estos iones pueden ser magnesio, sodio y potasio.

Por otro lado, el boro se usa con calcio en la síntesis de las paredes celulares y es esencial para la división celular (creación de células de plantas nuevas). Los requisitos de boro son mucho más altos para el crecimiento reproductivo, por lo que ayuda con la polinización y el desarrollo de frutas y semillas. Otras funciones incluyen la traslocación de azúcares y carbohidratos, el metabolismo del nitrógeno, la formación de ciertas proteínas, la regulación de niveles de hormonas y el transporte del potasio hacia los estomas (lo que ayuda a regular el equilibrio interno del agua). Como el boro ayuda a transportar azúcares, su deficiencia causa una

reducción de exudados y azúcares en las raíces de la planta, lo que puede reducir la atracción y colonización de hongos micorrícicos. (**Promix 2017**).

Coincidiendo con **Pérez y Ore (2016)** quienes en el rendimiento de primera y segunda categoría pudieron apreciar el efecto positivo de los factores en estudio en sus diferentes niveles, sobresaliendo el factor dosis de ácido fúlvico el nivel de 6.0 L/ha con 30,890 kg/ha, mientras que en el factor dosis de calcio y boro el nivel de 6.0 L/ha con 32,092 kg/ha en promedio.

Así mismo **Carrión y Castro (2016)**, en su trabajo de tesis titulado “Respuesta de la aplicación foliar de calcio y de boro en diferentes dosis en el cultivo de papa (*S. tuberosum*), cultivar UNICA, en la zona media del valle de Ica”, observaron el efecto positivo de los factores en estudio en sus diferentes fuentes y niveles, sobresaliendo el factor fuentes de Ca y B, los productos Sett y Fert All Ca-B con 32,983 y 33,595 kg/ha, mientras que en el factor dosis de aplicación sobresalió el nivel 6.0 l/ha con 34,515 kg/ha.

5.9 RENDIMIENTO DE TUBÉRCULOS DE TERCERA CATEGORÍA.- (kg/ha)

En el Análisis de Variancia realizado para esta característica (cuadro N° 20) se aprecia que alcanza un coeficiente de variabilidad de 10.60% no encontrándose diferencia significativa en las fuentes de variabilidad.

En la Prueba de Amplitudes Significativa de DUNCAN (cuadro N° 21), no se encontró diferencia estadística en el orden de mérito obteniéndose promedios similares de 3,027 a 3,531 kg/ha de tubérculo de tercera categoría en promedio.

5.10 ANÁLISIS ECONÓMICO.-

En el cuadro N° 23 correspondiente al análisis económico se observa que la mayor rentabilidad desde el punto de vista económico lo obtuvo el tratamiento 9(Lignnus 30.5% 6.0 L/ha + Sett Fix Ca-B 6.0 L/ha) con una producción de 38,374 kg/ha de tubérculo de papa, obteniendo el mayor ingreso neto con S/10,415 soles y una relación beneficio costo de 0.77 esto significa que el agricultor con la aplicación de dichos tratamiento obtuvo una rentabilidad de S/0.77 soles por cada sol invertido en el proceso productivo del cultivo de papa. El menor ingreso neto lo obtuvo el tratamiento 10(Testigo sin aplicación foliar) con 31,832 kg/ha y una relación beneficio costo de menos 0.48.

6. COMPROBACION DE LA HIPÓTESIS.

6.1 CONTRASTACION DE LA HIPOTESIS GENERAL.

H_0 = Sin aplicación foliar.

H_1 = Con aplicación foliar.

Realizado el estudio Efecto de la aplicación foliar de tres dosis de ácido fúlvico y tres dosis de calcio y boro en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.), cultivar UNICA, en la zona alta del valle de Ica, se pudo constatar el efecto de la combinación del ácido fúlvico y los elementos calcio y boro en sus diferentes dosis, superando ampliamente al testigo (H_0), obteniéndose una hipótesis positiva (H_1), encontrándose dentro de la zona de aceptación a un nivel de significación de alfa 0.05 con 95% de confiabilidad.

6.2 CONTRASTACION DE LA HIPOTESIS ESPECIFICA.

- El uso del ácido fúlvico y los elementos calcio y boro en sus diferentes dosis, mejoraron los eventos fisiológicos del cultivo incrementando la producción de papa, comparándolo con el testigo (H_0), obteniéndose una hipótesis positiva (H_1), encontrándose dentro de la zona de aceptación a un nivel de significación de alfa 0.05 con 95% de confiabilidad.
- El uso de del ácido fúlvico y los elementos calcio y boro incrementaron la rentabilidad del cultivo de papa (*S. tuberosum*), cultivar UNICA, obteniendo la mayor relación beneficio costo, comparándola con el testigo.

7. CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos en la evaluación de cada una de las características del cultivo de papa, cultivar UNICA, en la zona alta del valle de Ica, y a la interpretación de dichos resultados llegamos a las siguientes conclusiones:

1. Existe un buen grado de certeza con respecto a los resultados obtenidos, toda vez que los coeficientes de variación presentan valores permisibles que dan una buena confianza al presente estudio cuya variación va de 2.24% a 21.75%.
2. En el rendimiento total de tubérculos obtenido en el presente experimento se puede apreciar el efecto del factor dosis de ácido fúlvico destacando el nivel de 6.0 L/ha con 37,202 kg/ha, mientras que en el factor dosis del producto a base de calcio y boro el nivel de 6.0 L/ha con 36,302 kg/ha de tubérculos en promedio. Coincidiendo con **Pérez y Ore (2016)** quienes en el rendimiento total de tubérculos pudieron apreciar el efecto positivo de los factores en estudio en sus diferentes niveles, sobresaliendo el factor dosis de ácido fúlvico el nivel de 6.0 L/ha con 33,591 kg/ha, mientras que en el factor dosis de calcio y boro el nivel de 6.0 L/ha con 34,639 kg/ha en promedio.
3. Con respecto a los efectos principales se observó diferencias estadística en las combinaciones de los factores en estudio donde el ácido fúlvico y el producto a base de calcio y boro en sus diferentes dosis superaron ampliamente al testigo quien obtuvo una producción de 31,832 kg/ha, destacando las combinaciones 9(Lignnus 30.5% 6.0 L/ha + Sett Fix Ca-B 6.0 L/ha) con 38,374 kg/ha; 8(Lignnus 30.5% 6.0 L/ha + Sett Fix Ca-B 4.5 L/ha) con 37,730 kg/ha; 6(Lignnus 30.5% 4.5 L/ha + Sett Fix Ca-B 6.0 L/ha) con 36,238 kg/ha.
4. En el rendimiento de primera y segunda categoría obtenida por hectárea en el presente experimento se puede apreciar el efecto del factor dosis de ácido fúlvico destacando el nivel de 6.0 L/ha con 34,048 kg/ha, mientras que en el factor dosis del producto a base de calcio y boro el nivel de 6.0 L/ha con 33,044 kg/ha de tubérculos de primera y segunda categoría en promedio. Coincidiendo con **Pérez y Ore (2016)** quienes en el rendimiento de primera y

segunda categoría pudieron apreciar el efecto positivo de los factores en estudio en sus diferentes niveles, sobresaliendo el factor dosis de ácido fúlvico el nivel de 6.0 L/ha con 30,890 kg/ha, mientras que en el factor dosis de calcio y boro el nivel de 6.0 L/ha con 32,092 kg/ha en promedio.

5. En el rendimiento de tercera categoría obtenida en el presente experimento no se encontró diferencia estadística en el orden de mérito obteniéndose promedios similares de 3,027 a 3,531 kg/ha de tubérculo de tercera categoría en promedio.
6. La mayor rentabilidad desde el punto de vista económico lo obtuvo el tratamiento 9(Lignnus 30.5% 6.0 L/ha + Sett Fix Ca-B 6.0 L/ha) con una producción de 38,374 kg/ha de tubérculo de papa, obteniendo el mayor ingreso neto con S/10,415 soles y una relación beneficio costo de 0.77 esto significa que el agricultor con la aplicación de dichos tratamiento obtuvo una rentabilidad de S/0.77 soles por cada sol invertido en el proceso productivo del cultivo de papa.

8. RECOMENDACIONES

De acuerdo a las conclusiones obtenidas en el presente trabajo de investigación se recomienda lo siguiente:

- 1.** Ensayar el presente experimento por dos o tres veces sucesivamente en las zonas media y baja del valle de Ica, a fin de obtener una información más confiable que incluya la variación de los factores ambientales y diferentes clases de suelos.
- 2.** Realizar una rotación de cultivo con la finalidad de prevenir ciertas plagas y enfermedades.
- 3.** Probar los productos estudiados en combinación con bioestimulantes o extracto de algas marinas, a fin de buscar una mayor productividad y rendimiento de este cultivo.
- 4.** De acuerdo al análisis estadístico y económico, se sugiere realizar la aplicación foliar de los productos Lignus 30.5% y Sett Fix Ca-B en las dosis de 6.0 L/ha.
- 5.** Difundir la importancia de la aplicación foliar de ácido fúlvico y de los elementos calcio y boro en el cultivo de papa, así como en otros cultivos, especialmente en los de agro exportación, para poder determinar su acción en la fisiología de la planta.

9. FUENTES DE INFORMACION

1. **ALARCÓN, V. A. 2008.** *“Nutrición mineral de las plantas”*. Dpto. Producción Agraria. Área Edafología y Química Agrícola. ETSIA. Universidad Politécnica de Cartagena
2. **ALVAREZ, M. M. (2002)** *“Oportunidades para el desarrollo de productos de papas nativas en el Perú”*
3. **BALLÓN, A., E. y CERRÓN, P., C. 2,002.** *“Terminología agraria andina. Nombres quechumaras de la papa”*. Cuzco: Centro de Estudios Regionales Andinos Bartolomé de las Casas (CBC), [Centro Internacional de la Papa](#) (CIP). [ISBN 9972691438](#).
4. **BIBLIOTECA DE LA AGRICULTURA. 1,998.** Editorial Lexus Barcelona – España.
5. **CAJAMARCA , H. A. y MAX, H. C. 2014.** *“Respuesta de la aplicación foliar de calcio y de boro en diferentes dosis en el cultivo de papa (**S. tuberosum**), cultivar UNICA, en la zona media del valle de Ica”*. Tesis UNICA Facultad de Agronomía. Ica Perú.
6. **CALZADA, B., J. 1970.** *“Métodos estadísticos para la investigación”* editorial Jurídica Lima- Perú.
7. **CAMPOS, V. A. 2,011.** *“Usos de los ácidos húmicos y fúlvicos en la nutrición vegetal”*. Conferencia presentada en el 1er. Congreso Internacional de Nutrición y Fisiología Vegetal Aplicadas.
8. **CARPIO, CH: H. Y GOMEZ, H. C. 2,016.** *“Respuesta a la aplicación foliar de tres dosis de bioestimulante y de ácido fúlvico en el cultivo de papa (**S. tuberosum**), cultivar Perricholi, en la zona alta del valle de Ica”*. Tesis Ingeniero Agrónomo- Facultad de Agronomía. UNICA.
9. **CARRION, R. L. y CASTRO, M. E. 2016.** *“Respuesta de la aplicación foliar de calcio y de boro en diferentes dosis en el cultivo de papa (**S. tuberosum**), cultivar UNICA, en la zona media del valle de Ica”*. Tesis UNICA Facultad de Agronomía. Ica Perú.
10. **CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA. 2002.** *“Informe Técnico Anual 2.001-2.002 del Proyecto FONTAGRO, Selección y Utilización de Variedades de Papa con Resistencia a Enfermedades para el Procesamiento Industrial de América Latina”*. Centro Internacional de la Papa – CIP. Lima, Perú. 84 p.

11. **DROKASA 2003.** “Ácidos húmicos de uso agrícola” Ficha técnica. s/n . Perú.
12. **FUENTES, Q., F. 2003.** “Apuntes del curso fertilidad de los suelos”. Profesor Principal D.E., de la Facultad de Agronomía de la UNICA. Ica-Perú.
13. **GUTIÉRREZ, S., M. V. 2011.** “Aplicaciones foliares”. Estación Experimental Fabio Baudrit M. Universidad de Costa Rica.
14. **JONES, J. J. B. 1998.** “Plant Nutrition Manual”. CRC Press;LLC. Boca Ratón. Florida.
15. **JUSCAMAYTA, V., MA. A. y MAYURI, C. J. 2013.** “Respuesta a la aplicación foliar de tres dosis de extractos de algas marinas y de ácido fúlvico en el cultivo de papa (*S. tuberosum*), cultivar Canchan INIAA, en la zona alta del valle de Ica”. Tesis Ingeniero Agrónomo- Facultad de Agronomía. UNICA.
16. **HUAMÁN, Z. y SPOONER, D. M. 2,002.** “Reclassification of landrace populations of cultivated potatoes (*Solanum sect. Petota*)”. Am. J. Bot. 89: 947-965.
17. **LABORATORIOS ASOCIADOS S.A. 1997.** “Las hormonas vegetales y los fitoreguladores”. Dirección de Investigación y Desarrollo. Publicación N° 1.
18. **LORENTE, H, J. B. 1997.** “Biblioteca de la agricultura”. Impresión Emege Industria Gráfica. Barcelona España. Página 94.
19. **OIKOS “La base orgánica de los productos OIKOS”** Monografía técnica N° 21. Ecological resources, Inc Junio **1,996**.
20. **PEREZ, A. L. y ORE, A, J. 2016.** “Respuesta de la aplicación foliar de tres dosis de ácido fúlvico y tres dosis de calcio y boro en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum L.*), cultivar Canchan INIAA, en la zona media del valle de Ica”. Tesis Ingeniero Agrónomo- Facultad de Agronomía. UNICA.
21. **RAMIREZ, A., L, A. 2003** “Apuntes del curso de tuberosas” Profesor asociado D.E de la Facultad de Agronomía de la UNICA.
22. **ROJAS, A. 1,991.** “Criterios para la interpretación del análisis mineralógico de arcillas”. Fundamentos para la interpretación de Análisis de Suelos, Plantas y Aguas para riego. Sociedad Colombiana de Ca del Suelo, Bogotá.
23. **RONEN, E., B. 2012.** “Fertilización Foliar”. Otra exitosa forma de nutrir a las plantas, Biblioteca de fertilidad y fertilizantes en español. Mendoza. Argentina.
24. **ROMHELD, V. y FOULY, C. 2017.** “Aplicación foliar de nutrientes”. Informaciones Agronómicas N° 48 Bangkok , Thailand.

25. RUIZ, J. M. (2,003). *“Preliminary studies on the involvement of biosynthesis of cysteine and glutathione in the resistance to boron toxicity in sunflower plants”*. Plant Science 165, 811,817.
26. SALISBURY, F.B., C.W. ROSS. 1,994. *“Fisiología Vegetal”*. Editorial Iberoamericana. México D.F.
27. SERVIAGRICOLA DEL BAJIO S.A 2,005. *“Materiales para invernaderos. Información técnica”*. Querétaro. México.
28. STEVENSON, F.J 1,994. *“Humus Chemistry, genesis, composición, reactions”*. 2da Edición. Wiley, New Yor.
29. VENEGAS, G. J.; LENOM, C. J.; TRINIDAD, S. A.; GAVI R, F.; SÁNCHEZ ,G. P. 2,005. *“Análisis químico de compost y efecto de su adición sobre la producción de biomasa en zarzamora”*. TERRA Latinoamericana, Vol. 23, Núm. 3. pág. 285-292 Universidad Autónoma Chapingo, México.
30. http://www.haifagroup.com/spanish/knowledge_center/fertilization_methods/foiliar_nutrition/. HAIFA.2016. Revisión en línea el 12 de mayo del 2016.

REVISION POR INTERNET

31. INTERNET. NUTRIR ES VIDA COMPLEJOS ORGANICOS AGRICOLAS. 2,013. www.lignoquim.com.ec. Revisión en línea el 12 de febrero del 2013
32. INTERNET. REVISTA INDUSTRIAL DEL CAMPO. 2,013.
33. <http://www.fao.org/potato-2008/es/lapapa/cultivo.html>. INTERNET. FAO Revisión en línea el 10 de julio del 2014.
34. <http://www.infoagro.com/hortalizas/patata.htm>. INFOAGRO. INTERNET. Revisión en línea el 11 de julio del 2,015.

10. ANEXOS

10.1 CARACTERISTICAS DE LOS PRODUCTOS EN ESTUDIO.

a) Sett-Fix (Stoller Perú)

Es un fertilizante líquido para aplicaciones foliares, a base de calcio y boro rápidamente asimilable, para reducir la caída de los frutos, bellotas, vainas y botones florales. El calcio y el boro son nutrientes cuyos periodos más críticos dentro del crecimiento de las plantas se dan en la etapa de fructificación. El problema se da en que estos dos nutrientes se encuentran en bajísima concentración dentro de la planta y son pocos móviles, es por ello que deben ser aplicados básicamente por vía foliar. El calcio controla la velocidad de la respiración ósea la pérdida de azúcares y almidones, así mismo reduce la producción de etileno dentro de la planta, uno de los responsable de la caída de frutos; por otro lado el boro controla el movimiento de estos azúcares y almidones de la hoja a la fruta.

Composición química.

- Calcio 11%
- Boro 1.3%

a. Lignnus. (Farmagro Perú)

Es un poderoso complejo 100% orgánico de lignosulfonatos concentrado, que se puede aplicar tanto foliar como radicularmente. Es un producto que aporta gran cantidad de extractos húmicos totales, en especial el ácido fúlvico, que son moléculas de cadena corta altamente asimilables por las plantas, además aporta macro y micro nutrientes, así como aminoácidos, obtenidos en su totalidad a partir de la materia orgánica vegetal. Su composición química es la siguiente: (p.v)

- Acido fúlvico 30.5%
- Nitrógeno 1.5%
- Fósforo 2.7%
- Potasio 7.65%
- Acido carboxílico 2.0%
- Boro 0.03%
- Hierro 01.15%
- Molibdemo 0.003%

- Zinc 0.075%
- Cobre 0.075%
- Manganeso 0.075%.

CARACTERISTICA DEL CULTIVAR UNICA.-

UNICA, es una variedad de papa que fue seleccionada y evaluada por el CIP durante más de 7 años, sembrada en experimentos en más de 20 localidades. Tiene atributos de resistencia y precocidad que la hacen atractiva para los agricultores involucrados en el cultivo de papa. La adaptación de la UNICA a diferentes ambientes permite una amplia distribución geográfica, en regiones de la Costa y Sierra del Perú. Las buenas características para el consumo en fresco y para el procesamiento en tiras, representan una alternativa de mejores ingresos para los agricultores por la demanda que puede generar en el mercado.

Origen

La selección inicialmente se realizó durante 3 años y en diferentes épocas, entre los cuales se incluyeron las progenies seleccionadas en el diseño genético (Línea x Probador). **La genealogía de la UNICA** se realizó con el clon identificado con el código del investigador o campo: C92.140 y con el código del CIP No. 392797.22, posteriormente fue denominado el cultivar UNICA.

La UNICA es el resultado de las investigaciones participativas con los agricultores (Asociaciones de Productores), las instituciones nacionales de investigación en el sector agrícola (Universidad Nacional “San Luis Gonzaga” de Ica) y el Centro Internacional de la Papa (CIP). El nombre de UNICA, **es un reconocimiento a la Universidad Nacional “San Luis Gonzaga” de Ica, como alma mater de los profesionales en dicha región y representa una abreviación e iniciales de dicha universidad.**

Entre sus principales atributos resaltan la resistencia a virus (**PVY**), su tolerancia al calor, su moderada resistencia al nematodo del nudo (**Meloidogyne ssp.**), su precocidad, su estabilidad de rendimiento en varias épocas de siembra y su leve tolerancia a sales. En los últimos años a presentado un incremento de la oferta en los mercados de papa fresca y un posicionamiento en los mismos, debido a un mayor nivel de adopción entre los agricultores peruanos. **(CIP 2013)**

10.1 MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES		<u>INSTRUMENTOS</u>
General	General	General	Independiente	Indicadores	
<p>a) Problema general.</p> <ul style="list-style-type: none"> ¿Qué efecto tiene la aplicación foliar de tres dosis de ácido fúlvico y tres dosis de un producto a base de Ca-B, para mejorar la producción y calidad del tubérculo, en el cultivo de papa (<i>S. tuberosum</i>), ¿cultivar UNICA en la zona alta del valle de Ica? 	<ul style="list-style-type: none"> Evaluar la respuesta del cultivo de papa (<i>S. tuberosum</i>) cultivar UNICA, a la aplicación foliar de tres dosis de ácido fúlvico y tres dosis de los elementos calcio y boro, comparándola con el testigo. 	<ul style="list-style-type: none"> La aplicación foliar de ácido fúlvico energético y los elementos calcio y boro, en diferentes dosis el cultivo de papa cultivar UNICA, en el valle de Ica, posiblemente incrementen la producción y calidad del tubérculo por unidad de superficie debido a la acción positiva que se producirá en la fisiología de la planta, con la correspondiente correlación de los factores ambientales, incidencia de plagas, enfermedades y labores agronómicas. 	<ul style="list-style-type: none"> La aplicación de ácido fúlvico y los elementos calcio y boro. (x_1) 	<ul style="list-style-type: none"> Lignnus 30.5% y Sett fix Ca-B Tres dosis de aplicación. 	<ul style="list-style-type: none"> - Libreta de campo - Etiquetas de identificación - Útiles de escritorio - Balanza - Calculadora - Movilidades - Vermóreles - Contenedores - Mandiles - Mascaras. - Overoles
Específico	Específico	Específico	Dependiente	Indicadores	
<ul style="list-style-type: none"> ¿De qué manera el ácido fúlvico y los elementos calcio y boro en diferentes dosis aplicados por vía foliar pueden mejorar la producción, calidad y otras características biométricas en el cultivo de papa (<i>S. tuberosum</i>) UNICA en la zona alta del valle de Ica? ¿En cuánto se incrementará la rentabilidad del cultivo? 	<ul style="list-style-type: none"> Determinar la mejor dosis de ácido fúlvico y de los elementos calcio y boro, aplicados por vía foliar, con respecto a la producción y otras características biométricas en el cultivo de papa (<i>S. tuberosum</i>) cultivar UNICA. Realizar un análisis económico de los tratamientos en estudio en general, que permita determinar su rentabilidad. 	<ul style="list-style-type: none"> El uso de ácido fúlvico y los elementos calcio y boro, en diferentes dosis el cultivo de papa mejorará los eventos fisiológicos incrementando la producción del tubérculo. El uso de ácido fúlvico y los elementos calcio y boro, en diferentes dosis, incrementaran la rentabilidad del cultivo de papa cultivar UNICA. 	<ul style="list-style-type: none"> Incremento de la producción de tubérculos. (y_1) 	<ul style="list-style-type: none"> Incremento de la producción del cultivo de papa cultivar UNICA, por unidad de superficie. 	

COSTO DE PRODUCCIÓN DE PAPA POR HÁ

- Cultivo	: Papa	- Tecnología	: Media
- Cultivar	: UNICA	- Provincia	: Ica
- Distanciamiento	: 0.90 x 0.2m	- Riego	: Gravedad
- Jornal	: S/ 35.00	- T.C.	: S/. 3.25

I. Costos de cultivo

Labores	Jornales		Hora maquina		Total S/.	Total U.S. \$
	Nº	Costo	Nº	Costo		
a) Preparación del terreno						
- Arado en seco			2	80.00	160.00	49.23
- Gradeo y planchado			2	80.00	160.00	49.23
- Rayado para machaco			1	60.00	60.00	18.46
- Tomeo y riego de machaco	2	35.00			70.00	21.53
- Arado en húmedo			2	80.00	160.00	49.23
- Gradeo y planchado			2	80.00	160.00	49.23
- Rayado para siembra			1	60.00	60.00	18.46
- Tomeo	1	35.00			35.00	10.76
b) Siembra						
- Desinfección de semilla	4	35.00			140.00	43.07
- Siembra	12	35.00			420.00	129.23
- Tapado de semilla			1	60.00	60.00	18.46
c) Labores culturales						
- Primer abonamiento	8	35.00			280.00	86.16
- Cultivo y deshierbo			2	60.00	120.00	36.92
- Segundo abonamiento	4	35.00			140.00	43.07
- Aporque			2	60.00	120.00	36.92
- Rectificación de aporque	2	35.00			70.00	21.53
- Deshierbos	6	35.00			210.00	64.61
- Riego	8	35.00			280.00	86.16
- Control fitosanitario	12	35.00			420.00	129.23
- Desbroce			1	60.00	60.00	18.46
- Cosecha	8	35.00	2	80.00	440.00	135.38
- Guardianía	10	35.00			350.00	107.69
Sub total	77		19		3,975.00	1,223.07

II. Costos especiales

Concepto	cantidad	Unidad	Precio Unitario S/.	Costo S/.	Costo US\$
- Semilla	2,500	Kg	1.00	2,500	769.23
- Fertilizantes (200-100-150)					
- Nitrato de amonio	303	Kg	1.74	527	162.15
- Urea	132	Kg	1.42	187	57.53
- Fosfato diamonico	218	Kg	2.10	457	140.61
- Sulfato de potasio	300	Kg	2.28	684	210.46
- Guano de invernada	2	Tm	140	280	86.15
- Agua	12,000	m ³	0.12	1,440	443.07
- Pesticidas				1,200	369.23
- Herbicidas				145	47.38
- Análisis de suelo (1/10)			120.00	12	3.69
- Asistencia técnica				500	153.84
Sub total				7,932.00	2,440.61

Nota.- No se considera los costos del ácido fúlvico y del producto a base de Ca-B, por considerarse como un costo variable.

III. Gastos Generales

- Leyes sociales	S/. 493.00	\$ 151.70
- Gastos Administrativos	300.00	92.31
Imprevistos	300.00	92.31
	S/ 1,093.00	\$ 336.32

RESUMEN

I. Gastos de cultivo	S/. 3,975.00	\$ 1,223.07
II. Gastos especiales	7,932.00	2,440.61
III. Gastos generales	1,093.00	336.32
	S/ 13,000.00	\$ 4,000.00

Datos para el cálculo del análisis económico

a. Costo variables

Productos utilizados

- Lignnus 30.5% S/ 43.00 litro
- Sett Fix Ca-B S/ 35.00 litro

Otros

- Precio de la papa 1ra, 2da categoría S/ 0.65 el Kg
- Precio de la papa 3ra categoría S/ 0.30 el Kg

b. Cálculo.

Clave	Tratamientos	Acido fúlvico S/.	Producto a base de Ca-B	Total S/.
1	Lignnus 30.5% 3.0 L/ha + Sett Fix Ca-B 3.0 L/ha	129	105	234
2	Lignnus 30.5% 3.0 L/ha + Sett Fix Ca-B 4.5 L/ha	129	158	287
3	Lignnus 30.5% 3.0 L/ha + Sett Fix Ca-B 6.0 L/ha	129	210	339
4	Lignnus 30.5% 4.5 L/ha + Sett Fix Ca-B 3.0 L/ha	194	105	299
5	Lignnus 30.5% 4.5 L/ha + Sett Fix Ca-B 4.5 L/ha	194	158	352
6	Lignnus 30.5% 4.5 L/ha + Sett Fix Ca-B 6.0 L/ha	194	210	404
7	Lignnus 30.5% 6.0 L/ha + Sett Fix Ca-B 3.0 L/ha	258	105	363
8	Lignnus 30.5% 6.0 L/ha + Sett Fix Ca-B 4.5 L/ha	258	158	416
9	Lignnus 30.5% 6.0 L/ha + Sett Fix Ca-B 6.0 L/ha	258	210	468
10	Testigo (sin aplicación foliar)	.-	.-	.-