

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
HUAMANGA**

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE AGRÓNOMOS



**“EFECTO DE MICROORGANISMOS
SOLUBILIZADORES DE FÓSFORO EN EL
RENDIMIENTO DEL TRIGO (*Triticum aestivum*
L.) CANAÁN 3750 msnm. – AYACUCHO”**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERA AGRÓNOMA**

PRESENTADO POR:

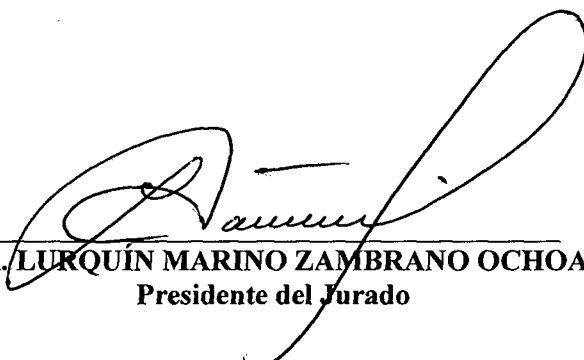
KATIA YANETT PÉREZ CONTRERAS

AYACUCHO – PERÚ

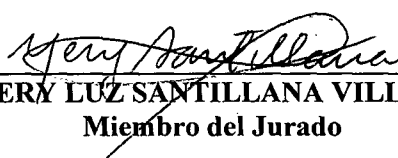
2010

**“EFECTO DE MICROORGANISMOS SOLUBILIZADORES DE FÓSFORO
EN EL RENDIMIENTO DEL TRIGO (*Triticum aestivum* L.),
CANAÁN 2750 msnm. – AYACUCHO”**

Recomendado : 01 de diciembre de 2010.
Aprobado : 23 de diciembre de 2010.



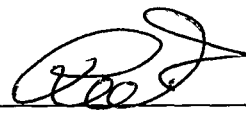
DR. LURQUÍN MARINO ZAMBRANO OCHOA
Presidente del Jurado



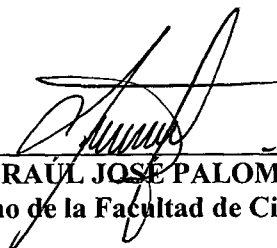
DRA. NERY LUZ SANTILLANA VILLANUEVA
Miembro del Jurado



ING. ALEX LÁZARO TINEO BERMÚDEZ
Miembro del Jurado



BLGA. ROBERTA ESQUIVEL QUISPE
Miembro del Jurado



M.Sc. ING. RAÚL JOSÉ PALOMINO MARCATOMA
Decano de la Facultad de Ciencias Agrarias

DEDICATORIA

Con gratitud y amor a mis padres, Juana y Jacinto, quienes me brindaron su apoyo y cariño en todo momento, para el logro y consolidación de mi formación profesional.

A mis hermanos por el constante aliento que me brindaron para escalar un peldaño más en el camino del saber.

Con amor y ternura para una persona muy especial, Nelson F.H.C. por su aliento y comprensión permanente.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela de Formación Profesional de Agronomía, Alma Máter de mi formación profesional.

A los señores docentes de la Facultad de Ciencias Agrarias, por sus valiosas enseñanzas y orientaciones que condujeron al logro de mis objetivos. A todos mis maestros, en especial a Dra. Nery Luz Santillana Villanueva por su asesoramiento, aporte y colaboración en el desarrollo y conducción del presente Trabajo de investigación. Así mismo, a los miembros del jurado: Ing. Alex Lázaro Tineo Bermúdez, Ing. Lurquin, Zambrano Ochoa, Blga. Roberta, Esquivel Quispe; quienes contribuyeron para hacer realidad el presente trabajo.

Al Ing. Esteban Quispe Gómez, técnico del Laboratorio de Análisis de Suelos, Aguas y Plantas "Nicolás Roulet" del Programa de Investigación en Pastos y Ganadería de la UNSCH, por su colaboración desinteresada. Así mismo al laboratorio de Rhizobiología, por el apoyo con los hongos micorrícicos y bacterias solubilizadoras.

A la Estación Experimental Canaán – UNSCH, por haberme permitido y confiado la conducción del presente trabajo de investigación.

CONTENIDO

Pág.

INTRODUCCIÓN

CAPITULO I : REVISIÓN BIBLIOGRAFICA

1.1.	ORIGEN DEL TRIGO	01
1.1.2	CLASIFICACION BOTÁNICA	02
1.1.3	MORFOLOGÍA	04
1.1.4	CLIMA	05
1.1.5	LUZ	08
1.1.6	AGUA	08
1.1.7	SUELO	09
1.1.8	VARIEDAEDES	10
1.1.9	PREPARACION DEL TERRENO	12
1.1.10	EPOCA DE SIEMBRA	12
1.1.11	MANEJO DE SEMILLA	13
1.1.12	FERTILIZACION	14
1.1.13	RIEGOS	16
1.1.14	MALEZAS	17
1.1.15	PLAGAS	18
1.1.16	ENFERMEDADES	19
1.1.17	COSECHA	20
1.2	TRIGO VARIEDAD INIA 418- EL NAZARENO	23
1.3	MICROORGANISMOS BENÉFICOS (MB)	26
1.4	HONGOS MICORRÍDICOS	30
1.5	BACTERIAS SOLUBILIZADORAS DE FÓSFORO	38
1.6	EL FÓSFORO	42

CAPITULO II : MATERIALES Y METODOS

2.1.	UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO	52
2.2	ANTECEDENTES DEL TERRENO	53
2.3	ANÁLISIS QUÍMICO DEL SUELO	53
2.4	CONDICIONES CLIMÁTICAS	54
2.5	MATERIAL VEGETAL	57
2.6	METODOLOGIA EXPERIMENTAL	57
2.7	INSTALACION Y CONDUCCION DEL EXPERIMENTO	62
2.8	VARIABLES EVALUADAS	66

CAPITULO III : RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1.	VARIABLES DE RENDIMIENTO DEL TRIGO	69
3.2.	DETERMINACION DEL FÓSFORO DISPONIBLE EN EL INCUBADO CON MB	84
3.3	MÉRITO ECONÓMICO	86

CAPITULO IV : CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1.	CONCLUSIONES	88
4.2.	RECOMENDACIONES	89
4.3.	RESUMEN	90
	REFERENCIA BIBLIOGRAFICA	91
	ANEXO	96

INTRODUCCIÓN

La roca fosfórica, es una fuente natural de fósforo, que posee un 30% de P_2O_5 ; sin embargo, es considerado como un fertilizante de segundo orden, por ser poco asimilable por las raíces de la planta debido a que no está en iones de ortofosfato primario ($H_2PO_4^-$), que es la forma como las plantas absorben el fósforo. Hoy en día se conoce que los fertilizantes sintéticos, producen daños en los ecosistemas del suelo, trayendo como consecuencia graves desequilibrios y pérdidas de fertilidad biológica, química y física del suelo; también se conoce el daño que causa los productos derivados de los fertilizantes en la salud del hombre y del animal; a esto se suma el elevado costo de los productos sintéticos. Estos hechos ponen en evidencia la necesidad de proponer tecnologías y alternativas, las cuales existen y se encuentran en constante desarrollo.

Una de las alternativas posibles es haciendo uso de los Microorganismos Benéficos, los Hongos Micorrícicos y las bacterias que tienen la capacidad de solubilizar fosfatos.

La finalidad del trabajo de investigación es conocer los efectos de los Microorganismos solubilizadores de fósforo, (Microorganismos Benéficos, Hongos Micorrícicos y Bacterias Solubilizadoras), en el rendimiento del cultivo del trigo (*Triticum aestivum L.*).

El trigo es una especie introducida del Asia que se ha adaptado muy bien a las condiciones agroecológicas de la zona andina y que actualmente constituye un producto muy importante para el poblador de esta región y la

serranía del Perú.

Las estadísticas señalan que entre 1985 y 2006 el incremento del área cosechada a nivel nacional en trigo ha sido de 80%, sin embargo, los rendimientos, se han mantenido alrededor de 1,2 t/ha. Esto se debe al empleo de variedades locales susceptibles a enfermedades que causan pérdidas hasta un 80% en el rendimiento; a esto se suma el uso de semillas de variedades con bajo potencial productivo y tecnologías inadecuadas de manejo, entre otras causas, que son comunes en toda la región andina del Perú.

La presente investigación se realizó con los siguientes objetivos:

Objetivo General:

Evaluar el efecto de Microorganismos Solubilizadores de fósforo en el rendimiento de trigo (*Triticum aestivum L.*) en Canaán.

Objetivos específicos:

1. Evaluar el efecto de la roca fosfórica incubada con Microorganismos Benéficos en el rendimiento de trigo.
2. Evaluar el efecto de los Hongos Micorrízicos, en el rendimiento del trigo.
3. Evaluar el efecto de Bacterias Solubilizadoras de fósforo en el rendimiento del trigo.

CAPITULO I

REVISIÓN DE LITERATURA

1.1 ORIGEN DEL TRIGO

La Enciclopedia Práctica de la Agricultura y Ganadería (1999), menciona que el trigo es uno de los cultivos más antiguos que se conocen y su historia se confunde con la agricultura. Se le cree originario de las zonas próximas a los ríos Tigres y Eúfrates, en Asia occidental. De hecho, actualmente la mayor diversidad genética en trigos se encuentra en Irán, Israel y zonas limítrofes. En cuanto a su panificación, Egipto fue el primer lugar donde se practicó.

Desde las zonas de Oriente, el trigo se extendió al resto del mundo. A España llegó alrededor del año 4000 A.C., y en América lo introdujo Hernán Cortés en las épocas iniciales del proceso de colonización española.

1.1.2 CLASIFICACIÓN BOTÁNICA

Según Jara (1993), el trigo se puede clasificar bajo tres formas:

Clasificación taxonómica

Clase	:	Angiosperma
Sub clase	:	Monocotiledónea
Orden	:	Graminales
Familia	:	Gramineae
Sub Familia	:	Festucoidae
Tribu	:	Triticeae
Género	:	<i>Triticum</i>
	:	<i>Triticum aestivum</i> ; <i>T. durum</i> ; <i>T. compactum</i> .

Clasificación Comercial

Textura del grano	:	duro, suave
Color de grano	:	rojo, blanco
Hábito vegetativo	:	primaveral, invernal

Clasificación con base en el número de cromosomas

Sakamura, citado por Jara (1993), clasificó al trigo con base en el número cromosómico, estableciendo tres grupos. El grupo diploide con 14 cromosomas; tetraploide con 28 cromosomas; y hexaploide con 42 cromosomas.

Botánicamente, el trigo pertenece a la familia Poaceae, y tribu Triticeae. Existen 3 grupos de especies: diploide con 14 cromosomas; tetraploide con 28 cromosomas; y hexaploide con 42 cromosomas.

La especie más importante que pertenece al grupo hexaploide, es *Triticum aestivum*, conocida como trigo común, trigo harinero o trigo de panificación. Un 90% de la producción mundial de trigo corresponde a esta especie.

Los granos de trigo harinero varían en textura, clasificándolos como duros y blandos. Los trigos harineros de grano duro son principalmente aptos para panificación, mientras que los de grano blando tienen calidad apropiada para la fabricación de galletas y productos de repostería.

La otra de importancia pertenece al grupo tetraploide, es *Triticum turgidum var. Durum*, del cual se extrae semolina que se usa para elaborar macarrones y otras pastas alimenticias. Esta especie cubre alrededor del 10 % de la producción mundial de trigo.

Los trigos pueden ser sub divididos en forma amplia en tipos de grano vítreo y opaco. El trigo harinero, *Triticum aestivum* es generalmente opaco, mientras que el trigo *durum*, *Triticum turgidum var. Durum*, y las especies diploides son vítreas. Los trigos vítreos generalmente tienen mayor valor proteico.

De acuerdo al hábito de crecimiento del cereal, son primaverales, facultativos e invernales. Los trigos primaverales no requieren de un periodo de frío (vernalización) para formar su primordio floral, se siembran donde no se producen bajas temperaturas. Los trigos facultativos tienen mayores requerimientos de frío que los trigos primaverales y menores que los invernales para formar su primordio floral. Los trigos invernales requieren un

sin número de horas frío para formación de primordio floral.

1.1.3 MORFOLOGÍA

Gispert (1984), indica que el grano de trigo es un cariósipide (fruto seco) e indehiscente, a cuya única semilla está adherido el pericarpio. Tiene forma ovoidal y lo componen el embrión, el endospermo y el involucre.

El embrión está en el extremo de la cariósipide, el papel que desempeña es la de reproducción de la planta. En él se encuentran ya formados los órganos principales del futuro individuo: la radícula, la plumilla. El embrión contiene fundamentalmente fructos, sustancias nitrogenadas, enzimas, vitaminas y hormonas.

El endospermo constituye la mayor parte del grano y está formado por una capa aleurónica externa, un parénquima interno, cuyas células son ricas en almidón y menos ricas en sustancias proteicas a medida que nos acercamos al interior del grano. El endospermo contiene asimismo pequeños porcentajes de grasas, sustancias minerales y enzimas.

El involucre del grano está formado por células del pericarpio y del espermodermo subyacente.

La raíz es fasciculada, consta de raíces seminales y adventicias o secundarias, las primeras en número de 3 a 8 siendo de origen embrionario, finas, ramificadas y ricas en pelos radicales. Las raíces secundarias surgen posteriormente a las seminales a partir del momento en que la planta ha formado su tercera o cuarta hoja. Las raíces adventicias son más gruesas y

robustas, numerosas y desarrolladas, constituyendo la gran masa del sistema radical de la planta. La profundidad que puede alcanzar las raíces depende del estado nutritivo de la planta y de la naturaleza del terreno.

El tallo del trigo es una caña, formada por nudos y entrenudos, provisto de hojas y de una inflorescencia en su extremidad superior.

Las hojas se originan en los entrenudos y se disponen en dos ringleras a lo largo de la caña: son dísticas. Cada hoja se compone de una vaina, que abraza el tallo, seguida de una larga y angosta lámina. En la línea de unión de la vaina y la lámina foliar se halla una membrana, blanca, denominada lígula.

La espiga, consta de un tallo central entrenudos cortos llamados raquis, en cada uno de cuyos nudos se asienta una espiguilla, protegida por dos brácteas más o menos coriáceas o glumas a ambos lados. Cada espiguilla presenta nueve flores incipientes, de las cuales abortan la mayor parte. Cada flor consta por dos brácteas verdes o glumillas, de las cuales la exterior se prolonga en una barba o arista en los trigos barbados.

El ovario es unilocular con estilo bifido y estigma plumoso. El número haploide de cromosomas en el trigo es 7. La poliploidía ha jugado un gran papel en el origen de las especies de trigo.

1.1.4 CLIMA

TEMPERATURA

La temperatura tiene su incidencia en los diferentes estadios del

cultivo, como germinación; macollamiento y encañado; espigado y maduración.

a) Germinación

Jara (1993), indica que la temperatura óptima es de 20 a 25 °C sin embargo, el trigo puede germinar en un rango de 1 a 35 °C a temperaturas más altas, el endosperma puede descomponerse por la acción de bacterias u hongos del suelo.

Gispert (1984), menciona que a partir de una temperatura de 3 °C y con la humedad y aireación necesarias el grano de trigo comienza a germinar, hinchándose primero por absorber agua.

b) Macollamiento y encañado.

Temperaturas de 18 a 22 °C favorecen un crecimiento activo de la planta. A medida que la temperatura sube de 22 a 42 °C, disminuyen el número de macollos, la longitud de la raíz, la altura de la planta y la coloración verde de las hojas. Entre los efectos indirectos del calor, excesivo y prolongado, se observa una disminución de la respiración, debido a una marcada reducción de las reservas de las plantas (Jara, 1993).

Gispert (1984), manifiesta que el proceso de ahijamiento, donde nacen tallos secundarios, que tiene lugar del segundo nudo del tallo de la planta madre. Las matas más ahijadas tendrán hasta veinte hijos. El poder de ahijamiento depende de la variedad de trigo utilizada, pero existen varios factores que condicionan el amacollado. Así, el número de hijos viene favorecido por la humedad, el aporcado, la siembra temprana, la riqueza del

suelo, buena temperatura y la poca densidad de siembra.

A medida que asciende la temperatura en primavera, llega un momento en que los nudos pierden su facultad de emitir hijos. A partir de este momento empieza el encañado, consistente en el crecimiento del tallo por alargamiento de los entrenudos. Durante la fase de encañado comienza un periodo de gran variedad fisiológica. La extracción de elementos nutritivos del suelo empieza a ser grande, especialmente de materias nitrogenadas y aumentan las necesidades hídricas, es al final del encañado cuando la espiga esta próxima a salir.

c) Espigado y Maduración

Jara (1993), asevera que se obtiene buena cantidad de materia seca al momento de la cosecha con una temperatura de 22 °C. En la época de espigado los cambios bruscos de temperatura o heladas, producen esterilidad; por falta de apertura de los estambres. El vaneamiento (espigas vanas) se observa siempre cuando las temperaturas sean menores a 15 °C durante la fecundación. Las temperaturas bajas o heladas durante el periodo de fecundación a grano pastoso causan plasmólisis, produciendo granos arrugados, reduciendo el rendimiento y la capacidad germinativa. Temperaturas altas durante el periodo de espigado a maduración pueden afectar la calidad proteica del grano, especialmente las características de panificación. Altas temperaturas en este estadio pueden ocasionar un secado violento de las plantas, con producción de granos arrugados por falta

de un llenado normal de los mismos.

1.1.5 LUZ

Jara (1993), hace mención que bajo ciertas condiciones y dependiendo de la variedad, la intensidad y duración de la luz, puede afectar el normal desarrollo de la planta de trigo. En algunas variedades sensibles al fotoperiodo, el cambio de estado vegetativo al reproductivo depende de la luz. Sin embargo, sus efectos pueden ser modificados por diferencias de temperatura. Los días cortos incrementan el crecimiento vegetativo y los días largos aceleran la formación de la inflorescencia. El trigo de primavera florece en cualquier longitud del día, desde menos de ocho horas de luz continua bajo temperaturas favorables. Estos trigos completan rápidamente su ciclo de vida con temperaturas de 21 °C a más, y días largos. Cuando los días son cortos en el periodo de formación maduración, el ciclo vegetativo se prolonga. Bajas intensidades de luz, cercanas a la fecha del proceso de fecundación, pueden reducir el número de flores por espiga; y, si esta poca luminosidad es posterior a la fecundación, puede afectarse el peso de los granos.

1.1.6 AGUA

El trigo es abastecido de agua por dos vías: por precipitaciones y a través de riegos por gravedad, siendo el primero común en nuestra serranía.

La precipitación optima varia de 600 a 800 mm, distribuidos durante

el ciclo del cultivo. Durante los dos últimos meses anteriores a la cosecha, se tiene de 80 a 150 mm de precipitación. El periodo de mayor consumo diario es de espigazón - cuaje, a partir de mediados de encañazón, con un máximo en espigazón floración. Durante el llenado de grano el consumo disminuye progresivamente, ya que disminuye el área foliar, a pesar que la demanda ambiental aún es elevada. La mayor demanda que no es satisfecha por el suelo desde el punto fisiológico es en meiosis del polen (Jara, 1993).

El exceso de agua en el periodo de crecimiento puede causar problemas de encharcamiento del suelo. Que a su vez, origina temperaturas muy bajas que interfieren con la aireación y nutrición, ocasionando la clorosis o muerte de plantas por asfixia. Si el exceso de humedad del suelo es acompañado de alta humedad atmosférica, pueden favorecerse el desarrollo de enfermedades, especialmente si hay temperaturas altas. El peso hectolítrico del grano y su apariencia puede verse afectado.

Durante la cosecha, las lluvias tardías y en exceso pueden causar la germinación de los granos en las espigas. Esto afecta la calidad, el rendimiento y posterior almacenamiento. Por otra parte, el déficit hídrico altera el normal funcionamiento de las plantas, influyendo de este modo sobre el desarrollo, crecimiento y rendimiento del cultivo. Los procesos fisiológicos tienen distintos grados de sensibilidad frente al déficit de agua.

1.1.7 SUELO

Debido a la amplia adaptación del trigo, el cultivo se desarrolla en

diversos tipos de suelos.

Romero (1990), menciona, los suelos que favorecen un buen rendimiento del trigo deben reunir las siguientes características.

Textura fina : limo-arcillosos, francos o ligeramente arcillosos. Proporcionan a las raíces una amplia superficie de contacto y una eficiente nutrición.

Estructura estable : Que resista la degradación por efectos de lluvias.

Buen Drenaje : El exceso de humedad en el suelo es nocivo para el cultivo.

Suelos fértiles : Para asegurar riqueza suficiente en coloides para una buena nutrición.

Suelos de pH neutro : Siendo el óptimo de 5,5 a 7.

Terrenos planos : de pendiente moderada.

1.1.8 VARIEDADES

El proceso de crear variedades de trigo es largo, toma al menos 16 generaciones producir una nueva variedad. La vida útil de una variedad es comparativamente corta, está condicionada a organismos patógenos que tienen la capacidad de producir nuevas razas o biotipos, con genes de virulencia diferente, para los cuales la variedad no tiene los respectivos genes de resistencia. Por otra parte los investigadores logran avances genéticos que permitan mejorías cuantitativas o cualitativas en el nuevo germoplasma, lo que faculta progresos en el rendimiento y/o calidad que

hacen recomendable reemplazo de las variedades existentes por otras mejores (FAO, 1991).

En el Perú el uso de variedades recomendadas para cada zona es uno de los más importantes factores en el aumento de los rendimientos nacionales. En la sierra se recomienda cinco variedades de trigo: Wari INIAA., semiprecoz, de porte medio. El grano es de textura semidura, color blanco y de buen peso hectolítrico. Es buena para panificación, y débil para galletería. La siembra recomendada es a partir de los 2000 msnm. Andino INIAA, variedad semiprecoz, de porte intermedio. Grano de textura suave, color blanco y de buen peso hectolítrico; buena para panificación, buen potencial de rendimiento en grano; y prospera a altitudes mayores de 2000 msnm. Gavilán, variedad precoz y de porte bajo, grano de textura semidura, color blanco y de buen peso hectolítrico; buena para panificación y muy buena para galletería. Alcanza rendimientos hasta 5800 Kg.ha⁻¹. Huanca, variedad de ciclo y porte intermedios. Grano de textura suave, de tamaño mediano, color blanco y de buen peso hectolítrico. La harina es buena para panificación y galletería. Su rendimiento alcanza a 5600 Kg.ha⁻¹. Taray 85, trigo cristalino (durum) de ciclo y porte intermedios. El grano de textura duro, color ámbar y buen peso hectolítrico. El grano se usa en la sierra para pelado, y en la costa para la fabricación de fideos; el cultivo prospera en altitudes menores a 3000 msnm, alcanzando rendimientos hasta 6100 Kg.ha⁻¹. (Jara, 1993).

1.1.9 PREPARACION DEL TERRENO

Rawson y Gómez (2001), indican que la preparación del terreno antes de la siembra debería tener los siguientes objetivos:

- Crear una estructura del suelo favorable para que la emergencia de las plántulas sea rápida y uniforme y permita a las plantas jóvenes tener un rápido acceso a los recursos vitales de los nutrientes, el agua y la aireación.
- Incorporar cualquier tipo de aditivos tales como cal "composte", estiércol y agroquímicos para la nutrición de las plantas y el control de las plagas y, dependiendo del lugar, incorporar residuos de los cultivos previos.
- Controlar malezas, plagas y enfermedades.
- Dar forma a la tierra de tal manera que se pueda suministrar y drenar el agua de riego en forma eficiente, o que el agua se estanque lo menos posible; esto puede requerir nivelación, preparación de surcos, camas y otras operaciones.

1.1.10 EPOCA DE SIEMBRA

Rawson y Gómez (2001), afirman que para cada localidad hay una fecha óptima de siembra determinada principalmente por las condiciones climáticas y por la disponibilidad de tierra y riego, también por la variedad a ser usada y el probable momento de la aparición de enfermedades importantes en la región. La mejor fecha de siembra es aquella que produce los más altos rendimientos dentro de las limitaciones locales. Usualmente se calcula por medio de una cuenta regresiva desde el momento de la antesis.

Una vez que se haya determinado la mejor fecha de siembra, cualquier demora en la misma reducirá el rendimiento. La pérdida de rendimiento será por lo general mayor en las regiones más calurosas.

Jara (1993), afirma que las fechas de siembra son difíciles de establecer debido a la gran variabilidad de climas y microclimas que presentan nuestros andes. Sin embargo, tomando en cuenta el inicio de la temporada de lluvias y las posibilidades de heladas tempranas en otoño, es posible proponer el siguiente calendario de siembra:

- Sierra norte : Diciembre – febrero
- Sierra centro : Noviembre a enero.
- Sierra sur : Setiembre a diciembre

En ciertas zonas (sierra baja), es posible sembrar hasta un poco más del límite propuesto, pero bajo condiciones de riego.

1.1.11 MANEJO DE LA SEMILLA

Villanueva (1978), aconseja la selección de semillas procedentes de semilleros oficializados, para garantizar la calidad de la misma y obtener los rendimientos esperados.

Jara (1993), indica que es fundamental ver los atributos de calidad de la semilla como: mezcla varietal, semilla de malezas, materiales, daños mecánicos, humedad, apariencia, peso de la semilla (Aspecto físico); Viabilidad, vigor (Aspecto Fisiológico), patógenos que se transmiten por semilla, plagas (Aspecto sanitario).

Cuando se va a sembrar el trigo es necesario tratar la semilla como medida preventiva, para eliminar enfermedades transmitidas por estas, ejm. Carbones. La dosis de la semilla dependerá de muchos factores como: capacidad de macollamiento, resistencia al acame, cantidad de fertilizante a usar, fertilidad del suelo, preparación del terreno; así como % de germinación, peso de la semilla, pureza varietal, sistema de siembra, condición de siembra.

Método de siembra en surcos consiste en abrir con la yunta surcos de 5 a 7 cm de profundidad, separados de 30 a 40 cm, donde se deposita la semilla a chorro continuo según la dosis recomendada. Luego tapar con herramienta. Los fertilizantes pueden ser distribuidos antes de abrir el surco o se pueden abonar al fondo del surco, tapando antes de sembrar.

Senigagliaesi y García (1979), establecieron en Argentina como densidad óptima la de 200 a 300 plantas/m²; en el Brasil se recomienda 300 a 330 plantas/m².

$$\text{Kg.} = \frac{\text{Plantas/m}^2 \times \text{Peso de 1000 gramos (gr.)} \times 10,000}{100}$$

Valor Cultural x Coeficiente de logro

Valor Cultural = $\frac{\% \text{ Pureza} \times \% \text{ Germinación}}{100}$

100

1.1.12 FERTILIZACION

Enciclopedia Practica de la Agricultura y la Ganadería (1999), indica

que las cantidades medias de nutrientes extraídos por las plantas de trigo son, aproximadamente, 3 kg de nitrógeno (N), 1 kg de fosfatos (P_2O_5) y 2 kg de potasa (K_2O) por cada 100 kg de grano producido.

Debido a la movilidad del nitrógeno, la aplicación del mismo debe fraccionarse en función de las características del clima y el suelo. Habitualmente, se aplica como máximo un tercio de la cantidad del nitrógeno total en la siembra, y el resto, entre el final del ahijamiento y el comienzo del encañado. Así se favorece el incremento del número y el vigor de los tallos con espigas, la fertilidad de éstas y el desarrollo de las hojas, así mismo es importante evitar el exceso de abono nitrogenado, que puede provocar el encamado del cereal y favorecer el desarrollo de enfermedades.

La aplicación de fósforo y potasio se realiza en una sola dosis, con la siembra. Parodi y Romero (1991), mencionan que la aplicación de los fertilizantes se efectúa utilizando todo el fósforo y la mitad del nitrógeno a la siembra y la otra mitad al macollaje (30 a 45 días después de la siembra). En ciertos casos el nitrógeno puede fraccionarse para que la asimilación sea gradual esto depende del número de veces, principalmente de la textura del suelo clima. En condiciones de fuerte precipitación se recomienda fraccionar. 1/3 a la siembra y 2/3 al macollaje.

Biblioteca Agropecuaria (1970), menciona que no es recomendable la aplicación del abono orgánico. Los abonos potásicos y fosfatados ayudan notablemente a fortalecer el tejido del brote y a formar "pies" fuertes, y son la base para una posterior aplicación de nitrógeno, porque el pie firme es la

mejor prevención contra el encamado.

Rodríguez (1988), menciona que los macro elementos nitrógeno y en segundo término fósforo y potasio, se encuentran con frecuencia en cantidades inferiores a las requeridas por las plantas para alcanzar altos rendimientos. Los fertilizantes se hacen indispensables, debiendo ser agregados al suelo para proporcionar a las plantas las cantidades necesarias para optimizar su productividad.

1.1.13 RIEGOS

Parodi y Romero (1991), consideran que el riego es un factor que permite suplir la cantidad de agua necesaria para el crecimiento y desarrollo del cereal. El trigo en el Perú requiere alrededor de $5,000 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$. (500 mm) de agua de riego o una precipitación bien distribuida de 600 a 800 mm para lograr altos rendimientos.

Jara (1993), indica que después del primer riego de enseño el número y la frecuencia, de riegos deberá estar de acuerdo a las necesidades del cultivo, teniendo en cuenta la textura del suelo, clima y estadio del cultivo. Desde el espigado hasta el llenado del grano, la falta de agua es crítica, su deficiencia traerá problemas en la fecundación, formación y llenado del grano; en consecuencia merma el rendimiento y el peso. En cada región, el clima, tipo de suelo, sistema de cultivo, y otros elementos, determinará cuanto de la producción puede ser afectada por el agua.

1.1.14 MALEZAS

Parodi y Romero (1991), indican que las malezas no solo disminuyen significativamente los rendimientos de los cultivos, sino que también se asocian a enfermedades y plagas, reducen calidad, dificultan labores, especialmente la cosecha, causan problemas durante el almacenaje y producen otros daños.

Los rendimientos del trigo pueden reducirse hasta en un 80% por efecto de las malezas. Existe interacción entre algunas labores de manejo del cultivo de trigo y la reducción del rendimiento debido a las malezas. Entre estas sobresalen la preparación del suelo, el tipo y número de malezas presentes, la fertilización que puede mejorar o reducir el nivel competitivo del trigo, la densidad y método de siembra del cultivo que puede también modificar su competitividad y otras labores que permiten reducir el deterioro que las malezas ocasionan al trigo.

FAO (1991), indica que la razón principal por la que las malezas son consideradas como plantas indeseables, es que dichas plantas interfieren en el desarrollo de los cultivos, siendo capaces de reducir substancialmente su rendimiento. Los efectos negativos causados por las malas hierbas pueden ser de dos tipos. Competencia y la alelopatía. La competencia es el proceso por el cual plantas que conviven en un mismo lugar tratan simultáneamente de obtener los recursos disponibles en el medio (agua, luz y nutrientes). Por otra parte, la alelopatía es la producción de sustancias tóxicas (fenoles, terpenos, alcaloides), por ciertas plantas (en hojas, tallos y raíces) y la

consiguiente inhibición del crecimiento ocasionado en las plantas próximas.

Rawson y Gómez (2001), de igual manera, indican que las malezas compiten con el cultivo por luz, nutrientes, agua y espacio para las raíces. Algunas malezas pueden dañar el cultivo produciendo sustancias tóxicas u hospedando enfermedades. Las malezas anuales compiten más efectivamente con el trigo durante la etapa de plántula y al principio del macollaje, por lo que este es el momento crítico para su control. Una vez que el cultivo cubre el 50-70 por ciento de la superficie del suelo en el encañado, dominará la mayoría de las malezas que germinan.

Muchos herbicidas selectivos son muy efectivos contra las malezas pero pueden causar algún daño al cultivo, así como también lo pueden hacer los métodos manuales o mecánicos de control. La probabilidad de pérdida de rendimiento a causa del daño químico o mecánico debería ser evaluada frente a la posible pérdida de rendimiento causada por las malezas. Los herbicidas de pre-emergencia causan poco o ningún daño al cultivo y a menudo se obtiene mejores rendimientos que con aplicaciones tardías.

1.1.15 PLAGAS

Lecuona (1985), indica que el objetivo de cualquier sistema de manejo de plagas o control integrado, es evitar que la población del insecto cause daños económicos importantes al cultivo. Prevenir que alcance el nivel de daño económico. A la población insectil que soporta el cultivo y que aun no causa daños importantes se denomina "umbral de daño económico" este,

representa el momento en el que se deben realizar las medidas de control para prevenir que el aumento de la población vaya alcanzar el nivel de daño económico, donde el control es económicamente justificable.

FAO (1991), indica que las principales plagas del trigo en el Perú, y sus zonas de mayor incidencia son:

Áfidos o Pulgones, como grupo, los áfidos son la plaga del trigo más cosmopolita. Y una hembra madura puede producir de 20 a 100 crías en las próximas 3 a 4 semanas. Estos áfidos exudan un líquido azucarado llamado mielecilla, que puede causar diminutas manchas cloróticas o necróticas en las hojas y espigas, y favorece al desarrollo de mohos negros y otros hongos saprófitos; entre ellos pulgón verde, pulgón de la espiga, *Rhopalosiphum padi*, pulgón ruso del trigo. El control con buenas prácticas agronómicas en caso de ser grave aplicación de insecticidas específicos.

Gusanos de tierra y barrenadores, afectan el cultivo muy esporádicamente presentándose con mayor incidencia en periodos secos y calurosos; afectan especialmente en los estados iniciales de desarrollo cortando las plantas recién germinadas a la altura del cuello, los daños de estas plagas no tienen mayor significación.

1.1.16 ENFERMEDADES

Jara (1993), menciona que las enfermedades en el cultivo de trigo pueden clasificarse de diversas maneras, según su agente causal, órgano afectado, estado de crecimiento.

Biótica (virosis, bacteriosis, micosis y nematodos).

Abióticas (desbalance nutricional, toxicidad de aluminio, estrés hídrico, granizo, viento, heladas, daño de herbicida, etc.).

Entre las enfermedades bióticas que causan más daño económico al cultivo, en la sierra, tenemos royas, oidiosis, helmintosporiosis, septoriosis, punta negra del grano, y enanismo amarillo de la cebada. Ocasionalmente carbones. Las otras enfermedades abióticas son esporádicas y muchas veces corregibles con prácticas agronómicas adecuadas.

Viedma (1987), indica que la correcta identificación de la enfermedad, así como su severidad en relación a determinado estadio de desarrollo del cultivo, tiene gran importancia para la adopción de medidas adecuadas de control. Ya que la enfermedad es un disturbio causado por un patógeno o factor ambiental que interfiere en la producción, traslocación o utilización de la savia elaborada, nutrientes minerales y agua. De tal modo que la planta afectada cambia su apariencia o rinde menos, o ambas cosas.

1.1.17 COSECHA

Jara (1993), menciona que la cosecha se realiza cuando el trigo ha alcanzado la madurez fisiológica del grano. Esta etapa de madurez, se puede estimar tomando muestras de granos de trigo en el campo, si el rayable con la uña, se asocia a un 20 % de humedad, y si es frágil bajo el diente, es cuando tiene un 14 a 16 % de humedad, esta labor puede ser estimada también mediante el uso de un determinador de humedad portátil.

Cuadro 1.1: Superficie sembrada de trigo por provincias (ha)

PROVINCIA / DISTRITO	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
AYACUCHO	10860	7334	9227	7326	8375	8854	9026	9345
HUAMANGA	2087	2027	2620	1643	3012	3255	3420	3131
Ayacucho	22	18	181	125	127	207	625	460
Chiara	97	200	135	167	121	451	102	88
Ocos	70	140	163	70	217	183	204	200
Quinoa	123	62	76	5	39	84	89	84
Socos	410	360	387	250	321	266	160	87
Vinchos	250	215	460	140	267	162	136	220
CANGALLO	1267	1355	987	651	761	643	700	506
Cangallo	125	145	97	91	110	193	90	54
Chuschi	150	156	67	27	-	18	75	66
Totos	402	488	485	398	453	178	233	188
HUANTA	540	329	443	733	655	448	598	551
Huanta	91	58	89	10	133	100	132	79
Ayahuanco	87	50	60	201	168	134	122	127
Huamanguilla	83	41	128	138	94	88	180	159
Iguain	77	20	72	97	66	71	34	52
Luricocha	94	50	32	217	118	21	72	69
Santillana	108	110	62	70	76	34	58	65

Cuadro 1.2: Rendimiento de trigo por provincias (Kg.ha⁻¹)

PROVINCIA / DISTRITO	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
AYACUCHO	925	868	873	917	924	921	1029	1051	1096
HUAMANGA	965	848	909	865	893	938	1210	1284	1277
Ayacucho	835	818	1056	851	888	906	990	922	965
Acocro	1076	845	854	909	909	979	1976	2158	1849
Acos Vinchos	915	876	808	872	955	891	961	938	907
Quinua	900	846	903	816	1000	949	952	854	1012
Socos	857	841	831	853	872	975	936	869	908
Tambillo	917	839	890	859	911	901	955	878	918
Vinchos	883	860	940	848	900	914	901	831	982
CANGALLO	888	840	830	872	896	941	877	841	937
Cangallo	879	880	862	876	802	764	829	833	926
Chuschi	869	820	853	896	815	-	833	853	939
HUANTA	1006	887	872	912	970	944	920	888	949
Huanta	1076	1033	862	876	1000	887	1000	924	962
Ayahuanco	863	851	880	900	975	917	903	885	937
Huamanguilla	1029	843	878	938	971	1032	818	839	943
[guain	1000	870	950	903	918	1030	944	912	962
Luricocha	983	883	840	906	1000	932	952	903	957
Santillana	963	843	873	935	929	834	941	931	954

Fuente: DRAA – Ayacucho (2009).

1.2 TRIGO VARIEDAD INIA 418 – EI NAZARENO

La variedad INIA 418 – El Nazareno, se originó de la línea KEA/TOW/LIRA con pedigree: CM90450-1Y-0M-0Y-3M-0Y del centro internacional de mejoramiento de maíz y trigo (CIMMYT), (Altamirano, 2008); cuyos sus progenitores son:

- Progenitor Femenino : LIRA
- Progenitor masculino : KEA/TOW
- Pedigree : CM90450-1Y-0M-0Y-3M-0Y

1.2.1 Adaptación.

Es recomendable para las condiciones de Sierra del Perú entre los 2800 y 3500 msnm.

1.2.2 Características Agronómicas:

Macollamiento	: Regular
Nº promedio macollos/planta	: 8
Tipo de espiga	: Aristada
Densidad de espiga	: Intermedia
Tamaño promedio de espiga (cm)	: 10 a 13
Color de grano	: Amarillo ambar
Tamaño de semilla (mm)	: 7.1(intermedio)
Número promedio de semillas/espiga	: 48
Peso Hectolítico kg/hl	: 78
Peso de mil semillas (g)	: 41.90

Altura de planta (cm)	: 85
Días a espigado	: 77
Días a madurez	160
Vitriosidad de la semilla	: Parcialmente vítrio
Número espiguillas por espiga	18 a 20
Rendimiento potencial	: 6150 Kg.ha ⁻¹
Rendimiento promedio en campo de agricultores	: 3950 Kg.ha ⁻¹

1.2.3 Reacción a Enfermedades:

Roya amarilla o lineal
(*Puccinia striiformis*) : Moderadamente resistente

Roya de la hoja
(*P. recóndita*) : Resistente

Roya del tallo
(*p. graminis f.sp.tritici*) : Resistente

Manchas foliares
(*Alternaria tritici*) : Tolerante

Roña de la espiga : Tolerante
(*Fusarium spp.*)

1.2.4 Manejo del Cultivo.

1.2.4.1 Rotación.

Como otros cereales puede ser útil en rotaciones con leguminosas

(arveja, lenteja, frijol, haba) papa y maíz.

1.2.4.2 Época de Siembra.

En la sierra campaña grande, entre noviembre y diciembre; en campaña chica entre junio y julio.

Es una variedad que responde bien a la siembra de campaña chica de preferencia sembrar en surco, para facilitar el riego.

1.2.4.3 Densidad de Siembra.

Siembra al voleo 140-150 Kg.ha⁻¹

Siembra en líneas en yunta 120 Kg.ha⁻¹

1.2.4.4 Fertilización.

Abonar de acuerdo el análisis del suelo; se recomienda un nivel de fertilización de 80-80-40 N, P₂O₅, K₂O. Aplicando a la siembra el 50 % de nitrógeno, con el fosforo y potasio; y el 50 % de nitrógeno restantes en el macollamiento.

1.2.4.5 Control de Malezas.

Buenas prácticas de rotación de cultivos y de preparación del suelo evitaran la invasión de malezas. Es recomendable mantener el campo libre de malezas, al menos, hasta la fase del macollamiento para favorecer la mayor producción de macollos por planta y el uso optimo del abono.

Para malezas de hoja ancha se puede hacer un control químico habiendo diversos productos en el mercado. Las malezas de hojas angostas deben ser extraídas manualmente.

1.2.4.6 Humedad del Suelo.

Es muy importante mantener la humedad óptima en el campo durante el desarrollo del cultivo principalmente en las fases de macollamiento floración y llenado de granos.

1.2.4.7 Cosecha y Almacenamiento.

La cosecha debe realizarse cuando se observa la resistencia del grano al diente (16 a 18% de humedad), a fin de obtener un producto de buena calidad y evitar las pérdidas por desgrane o el deterioro del grano. Si se realiza la tría tradicional con animales, el uso de mantas sobre las eras es una práctica muy útil para obtener granos limpios y de buena calidad.

Para evitar pérdidas de granos en el almacenamiento, estos deben estar secos (menos del 14 % de humedad) y guárdese en embases herméticos y lugares fríos y bien ventilados. (Altamirano, 2008)

1.3 MICROORGANISMOS BENÉFICOS (MB).

1.3.1 Definición.

Chujo (2004), indica que los MB contiene organismos beneficiosos de 3 géneros principales: bacterias fototróficas, bacterias de ácido láctico y levadura. Estos microorganismos benéficos, cuando entran en contacto con materia orgánica, secretan sustancias beneficiosas como vitaminas, ácidos orgánicos, minerales quelatos y antioxidantes. Cambian el micro y macro flora de la tierra y mejora el equilibrio natural de manera que la tierra que causa enfermedades se convierte en tierra que suprime enfermedades.

FAO (2007), señala que los MB son una mezcla de todos los tipos de microbios que ocurren de manera natural, como los fijadores de N, solubilizadores de P, productores de hormonas/vitaminas, descomponedores de la celulosa, organismos controladores de enfermedades, etc. y que se emplean para elevar la productividad del cultivo.

Bacterias Fototrópicas. Son bacterias autótrofas que sintetizan sustancias útiles a partir de secreciones de raíces, materia orgánica y gases dañinos, usando la luz solar y el calor del suelo como fuentes de energía.

Las sustancias sintetizadas comprenden aminoácidos, ácidos nucleicos, sustancias bioactivas y azúcares, promoviendo el crecimiento y desarrollo de las plantas. Los metabolitos son absorbidos directamente por ellas, y actúan como sustrato para incrementar la población de otros microorganismos benéficos.

Bacterias Ácido Lácticas. Producen ácido láctico a partir de azúcares y otros carbohidratos sintetizados por bacterias fototróficas y levaduras. El ácido láctico es un fuerte esterilizador, suprime microorganismos patógenos e incrementa la rápida descomposición de materia orgánica. Las bacterias ácido lácticas aumentan la fragmentación de los componentes de la materia orgánica, como la lignina y la celulosa, transformando esos materiales sin causar influencias negativas en el proceso.

Levaduras. Sintetizan sustancias antimicrobiales y útiles para el crecimiento de las plantas a partir de aminoácidos y azúcares secretados por bacterias fototróficas, materia orgánica y raíces de las plantas.

Las sustancias bioactivas, como hormonas y enzimas, producidas por las levaduras, promueven la división celular activa. Sus secreciones son sustratos útiles para Microorganismos Eficaces como bacterias ácido lácticas y actinomicetos.

Actinomicetos. Funcionan como antagonistas de muchas bacterias y hongos patógenos de las plantas debido a que producen antibióticos (efectos biostáticos y biocidas). Benefician el crecimiento y actividad del azotobacter y de las micorrizas.

1.3.2 Los MB y su Acción Solubilizante.

Alexander (1981), menciona que los microorganismos no solo asimilan el fósforo, sino que también hacen solubles una gran proporción de ellos, liberando en cantidades superiores, actúan solubilizando sales de Fe, Al, Mg, Mn y otros fosfatos. El principal mecanismo de solubilización se debe a la producción microbiana de ácidos orgánicos, que disuelven los fosfatos inorgánicos haciéndolos asimilables para las plantas.

Muchos microorganismos del suelo producen ácido láctico, glicólico, acético, cítrico, fórmico, etc; que pueden solubilizar fosfatos tricálcicos y apatitos naturales.

FAO (2007), menciona que las bacterias, hongos y actinomicetos pueden solubilizar formas insolubles de fósforo. Las bacterias solubilizadoras

de P (BSP) incluyen *Bacillus megatherium* var. *phosphaticum*, *Bacillus polymyxa*, *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas striata*, *Agrobacterium* sp; *Acetobacter diazotrophicus*, etc. Los hongos solubilizadores del P (HSP) incluyen: *Aspergillus awamori*, *Penicillium digitatum*, *Penicillium belaji*, levadura (*Saccharomyces* sp.) etc. Los actinomicetos solubilizadores de P (ASP) incluyen a *Streptomyces* sp, *Nocardia* sp.

Generalmente los Microorganismos Solubilizantes del Fósforo secretan ácidos orgánicos que disuelven el fosfato insoluble. Estos microbios ayudan en la solubilización del P de la roca fosfórica y otras formas escasamente solubles del P del suelo, mediante la disminución del tamaño de sus partículas, reduciéndolas a formas casi amorfas.

Alexander (1981), indica que la degradación no es inhibida por el fósforo inorgánico, por lo que la mineralización se lleva a cabo rápidamente aun con sitios con suficiente fósforo, siendo las enzimas encontradas con más frecuencia las llamadas fosfatasas. El proceso predominante de mineralización e inmovilización está determinada por el % de P y su relación C:P en los residuos vegetales en descomposición y los requerimientos nutricionales de la población de microorganismos. La relación C:P que produce la inmovilización es 300:1 y se producirá una mineralización neta cuando la relación C:P sea 200:1. Si su concentración excede al requerimiento de los microorganismos el exceso aparece como fosfato inorgánico, si es inadecuado, el efecto neto será la inmovilización.

1.4 HONGO MICORRÍCICOS.

1.4.1 Introducción.

Gonzales (2006), indica que, las micorrizas son asociaciones beneficiosas entre hongos microscópicos del suelo y las raíces de la mayoría de las plantas terrestres. Se estima que más del 90% de las especies vegetales existentes son susceptibles de formar micorrizas.

Las micorrizas desempeñan actividades de considerable incidencia en el sostenimiento de los agrosistemas ya que son fundamentales para la absorción de nutrientes y agua por las plantas, a las que protegen del impacto negativo de estreses bióticos y abióticos.

La planta hospedadora proporciona al hongo los componentes carbonados necesarios para su desarrollo. Por su parte, el hongo suministra a la planta nutrientes minerales y agua que extrae del suelo mediante la red de hifas externas que se desarrollan en el mismo.

Existen distintos tipos de propágulos con capacidad para establecer la simbiosis, como son las esporas, que constituyen las formas de resistencia de estos hongos, los fragmentos de raíces micorrizadas de plantas preexistentes y finalmente, las redes de hifas que sobreviven en el suelo. En condiciones favorables como la presencia de exudados radicales, pueden favorecer a que las esporas germinen y se inicie el establecimiento de la simbiosis micorrícica.

1.4.2 Ventajas de la Micorrización.

Wang (2006), indica que, las ventajas proporcionadas por la

micorrización para las plantas son numerosas. Gracias a ella, la planta es capaz de explorar más volumen de suelo del que alcanza con sus raíces, al sumársele en esta labor las hifas del hongo; también capta con mayor facilidad ciertos elementos (fósforo, nitrógeno, calcio y potasio) y agua del suelo. La protección brindada por el hongo hace que, además, la planta sea más resistente a los cambios de temperatura y la acidificación del suelo derivada de la presencia de azufre, magnesio y aluminio. Por si todo esto fuera poco, algunas reacciones fisiológicas del hongo inducen a la raíz a mantenerse activa durante más tiempo que si no estuviese micorrizada.

Todo esto redundando en una mayor longevidad de la planta: de hecho, se ha comprobado que algunos árboles, como los pinos, son incapaces de vivir más de dos años cuando están sin micorrizar. En otras especies, esta unión es tan estrecha que sin ella la planta no puede subsistir, como es el caso de las orquídeas. Las plantas cuyas semillas carecen de endosperma (sustancias alimenticias de reserva) dependen completamente del hongo para alimentarse y germinar posteriormente.

La infección de la raíz por el hongo se produce a partir de propágulos presentes en el suelo. Pueden ser esporas y trozos de hifas del hongo y también raíces ya micorrizadas. Con el fin de asegurar el éxito de la siembra, la siembra de la mayoría de plantas comestibles o de decoración y las repoblaciones forestales que se llevan a cabo en la actualidad acompañan las nuevas plantas y brotes con fragmentos del hongo más adecuado para establecer asociaciones micorrícicas con cada especie que

se vaya a cultivar.

1.4.3 Micorrizas y Tolerancia Frente a Estréses.

Calvente (2006), indica que, las plantas ya sean especies vegetales de interés agrícola, forestal, ornamental o paisajístico sufren con frecuencia numerosos estréses de distinta índole. En las últimas décadas numerosos grupos científicos de reconocido prestigio han investigado los mecanismos por los cuáles las plantas micorrizas resisten y/o toleran estréses de tipo abiótico y biótico. La simbiosis micorrícica contribuye a incrementar la resistencia/tolerancia de las plantas a salinidad, sequía, estados de deficiencia en nutrientes, exceso de metales pesados, degradación del suelo, ataques de patógenos del suelo etc. A continuación se ofrece un resumen del efecto de las micorrizas ante cada caso de situación.

1.4.4 Suelos con Desequilibrada Fertilidad.

El efecto beneficioso más y mejor estudiado que ejercen las micorrizas sobre las plantas es, sin duda, el que conduce a una mejora del crecimiento así como de su estado nutricional. Este efecto es mayor y más patente en suelos con una baja o desequilibrada fertilidad. Las plantas micorrizadas presentan un aporte extra de nutrientes absorbidos por el micelio externo de los hongos micorrícicos. Este micelio es capaz de captar P en forma de ión fosfato, así como N en forma de nitrato o amonio. Sin duda el P, es el elemento nutricional que es aportado cuantitativamente de forma más importante a la planta. Asimismo, otros nutrientes importantes como el Zn, Fe o Cu son también absorbidos y transferidos a la planta de

microhabitats distantes hasta 25 cm de la superficie de la raíz (mucho más allá de la zona de agotamiento que la rodea) y transferírseles a las plantas con las que se asocian. De esta forma el alcance de la planta a los nutrientes del suelo y al agua está considerablemente potenciado por la micorriza.

1.4.5 Estados de Déficit Hídrico.

En diversos estudios se ha demostrado que las micorrizas ayudan a la planta a superar situaciones de estrés hídrico. Particularmente se ha demostrado que el micelio externo se despliega por la rizósfera absorbiendo y transportando agua hacia la planta. Asimismo, las hifas de los hongos micorrícicos, con un diámetro de 2-5 μm , pueden penetrar en poros del suelo que resultan inaccesibles incluso para las raíces más finas (10-20 μm de diámetro).

De esta forma las plantas micorrizadas exploran y explotan en mayor medida los recursos hídricos disponibles. Pero también una planta micorrizada tolera y se recupera antes de periodos de sequía gracias a otros mecanismos indirectos como son la mejora del ajuste osmótico, cambios en las propiedades del suelo y en la capacidad de retención de agua, cambios en las propiedades del suelo y en la capacidad de retención de agua, estimulación de actividades asimilativas esenciales para la planta y protección frente al daño oxidativo generado por la limitación hídrica.

1.4.6 Micorrizas y Control Integrado de Enfermedades.

Los microorganismos patógenos son componentes habituales de los

ecosistemas naturales y agronómicos, que pueden causar importantes pérdidas en el rendimiento agrícola como consecuencia de su ataque y el consiguiente desarrollo de enfermedades. En las últimas décadas se han venido utilizando elevadas cantidades de agroquímicos para paliar estas enfermedades, pero dado que se crean resistencias a los mismos, que producen serios problemas de contaminación ambiental, y que llevan implícito un elevado riesgo sanitario, se están estudiando nuevas estrategias alternativas a su uso. Una de tales estrategias se basa en el uso de microorganismos rizosféricos capaces de ejercer algún tipo de antagonismo sobre microorganismos patógenos para la planta y que, por tanto, beneficiarán indirectamente el desarrollo de ésta. Tal estrategia implica el manejo racional y dirigido de microorganismos antagonistas apropiados como agentes de control biológico de enfermedades. Además del uso de tales microorganismos antagonistas, en los últimos tiempos despierta un elevado interés el papel que las micorrizas ejercen confiriendo una mayor resistencia/tolerancia a las plantas frente al ataque de patógenos que causan enfermedades a los cultivos. Tales efectos son difíciles de generalizar y dependen en gran medida de la especie vegetal implicada, del hongo micorrícico, el patógeno y su nivel de virulencia y de las condiciones medioambientales.

En general se ha descrito que las micorrizas reducen los síntomas cuando se trata de enfermedades que afectan al sistema radical. Una condición imprescindible para que se manifieste esta protección es que la

simbiosis esté establecida antes de que se produzca el ataque del patógeno.

1.4.7 Mecanismos Sugeridos Para Explicar el Efecto de las Micorrizas en el Control de Patógenos.

➤ Mejora de la nutrición de la planta.

Numerosos estudios avalan que la mejora del estado nutricional en plantas micorrizadas les proporciona una mejor situación fisiológica, lo cual les permite a su vez combatir, de forma más efectiva al patógeno.

❖ Competición por fotosintetizados.

Dado que es fundamental que la simbiosis esté bien establecida antes del ataque del patógeno para ser efectiva, el hongo micorrícico tiene un acceso prioritario a los productos carbonados sintetizados por la planta.

❖ Competición por sitios de colonización/infección.

Al igual que ocurre con la competición por fotosintetizados, puede ocurrir competición por sitios de infección de forma que cuando llega el patógeno, éstos están ya ocupados por el hongo micorrícico. Existe un trabajo de investigación que muestra como las células que contienen arbusculos no son invadidas por determinados patógenos.

❖ Producción de cambios histológicos en el sistema radical.

La colonización micorrícica incrementa la lignificación de las células endodérmicas de la raíz lo que dificulta la entrada de microorganismos patógenos. Este aumento en la lignificación es debido a la inducción de la ruta de biosíntesis de fenilpropanoides y la consecuente formación de precursores de la pared celular.

➤ Inducción de cambios en las poblaciones de microorganismos en la micorrizosfera.

Las modificaciones fisiológicas que experimentan las raíces micorrizadas provocan cambios en la cantidad y composición de los exudados radicales que liberan al suelo, y en el pH de la rizósfera (más correctamente denominada micorrizósfera cuando se trata de plantas micorrizadas), lo cual puede inducir cambios en los equilibrios microbianos de la misma.

➤ Activación de los mecanismos de defensa.

En general, las plantas permiten la penetración de los hongos micorrícicos en la raíz, así como su desarrollo inter e intracelular, sin oponer resistencia a su avance. Sin embargo, la planta hospedadora ejerce un control sobre el crecimiento del hongo permitiendo que solamente colonice el cortex de la raíz. Los hongos micorrícicos inducen inicialmente respuestas de defensa en las plantas hospedadoras que colonizan, pero éstas son localizadas, débiles y transitorias. La colonización micorrícica produce cambios bioquímicos en los tejidos de la planta hospedadora.

1.4.8 Manejo Biológico del Fósforo en el Suelo.

Montesinos (2004), indica que, los hongos micorrícicos son hongos pertenecientes a diversas especies que establecen una asociación simbiótica -llamada micorriza- con la mayor parte de las especies vegetales a través de sus raíces. Mientras las plantas entregan energía al hongo, éste entrega agua y nutrientes a la planta. Las micorrizas son especialmente

eficientes en aumentar los niveles de abastecimiento de fósforo.

Los mecanismos utilizados por los hongos micorrícicos para aumentar la capacidad de absorción parecieran ser la producción de gran cantidad de micelios, lo que aumenta el volumen del suelo explorado y la superficie de absorción. También es importante la capacidad para acumular fósforo intracelularmente en forma activa, contra fuertes gradientes de concentración. Esto permite a las micorrizas extraer fósforo en forma más eficiente, especialmente de soluciones de muy baja concentración. Un factor adicional de eficiencia de extracción es que las raíces con micorrizas se mantienen funcionales durante más tiempo.

Se ha detectado la presencia de hongos micorrícicos o prácticamente en todo tipo de suelos, pero su población y actividad dependerán de condiciones ambientales. La presencia de nutrientes solubles y agroquímicos, los extremos de humedad (especialmente el exceso) y los extremos de temperatura disminuyen su actividad y capacidad de crecimiento. La presencia de materia orgánica y la actividad biológica del suelo tienen efectos positivos, aunque determinadas especies de hongos, bacterias y nemátodos pueden alimentarse de hongos micorrícicos.

Diversos estudios indican que, en un amplio rango de condiciones, el estímulo del crecimiento y actividad de las micorrizas ya presentes en el suelo mediante manejo ambiental puede ser suficiente para lograr un efecto importante sobre la nutrición de la planta. Sin embargo, en suelos altamente erosionados o en la producción de plántulas para trasplante, la introducción

de micorrizas mediante inoculación pareciera ser una medida complementaria necesaria.

1.5 BACTERIAS SOLUBILIZADORAS DEL FÓSFORO.

Delgado (2008), indica que, son los microorganismos más abundantes y pequeños (0,1 a 1 micras) pueden ser aerobias (crecen con oxígeno), anaerobias (crecen sin oxígeno) o facultativas (crecen con o sin oxígeno). Pueden tolerar pH ácido (acidófilas), pH básico (basófilas) o pH neutro (neutrófilas). En suelos ácidos algunas bacterias neutrófilas tienen la capacidad de neutralizar el suelo donde se están desarrollando para cumplir su función importantes para las plantas son heterótrofas, aerobias y mesófilas.

Algunas bacterias producen endosporas y quistes latentes que les proporcionan resistencia a las variaciones de temperatura, los niveles extremos de pH y a la desecación del suelo. De esta forma pueden crecer de nuevo cuando encuentran condiciones favorables. Otras se protegen de la depredación y de la desecación emitiendo una cápsula de sustancias mucoides. Otras se desplazan en la solución del suelo mediante un flagelo para encontrar más fácilmente el sustrato alimenticio.

Su capacidad de multiplicación les permite crear poblaciones muy grandes en un tiempo muy corto, colonizando rápidamente los sustratos a degradar. La clase y abundancia de bacterias presentes en una fracción de suelo dependen de los sustratos que la compongan y de sus condiciones

(suelo ácido, con materia orgánica alta, anegado, de sabana, etc). Los grupos bacterianos que actúan primero sobre los sustratos disponibles son dominantes hasta que termina su acción y luego dan oportunidad a que otros grupos crezcan en el residuo del metabolismo de los primeros. Por lo tanto hay grupos bacterianos que permanecen y otros que entran en latencia hasta que encuentran condiciones favorables para su crecimiento. Las bacterias tienen especial importancia en la relación suelo-planta y son responsables del incremento o disminución en el suministro de nutrientes.

Los suelos agrícolas que están sometidos a la mecanización continua, al monocultivo, al riego, a la aplicación de agroquímicos y fertilizantes de síntesis, a la compactación y a las quemas, tienen una flora microbiana muy baja que afecta su fertilidad.

Las bacterias benéficas del suelo son indispensables para recuperar la estructura perdida por las prácticas agrícolas, para hacer disponibles los nutrientes que hay en el suelo y para incorporarle la materia orgánica que necesita para mejorar la fertilidad.

Entre los géneros bacterianos más importantes agrícolamente por la transformación de los compuestos orgánicos e inorgánicos y que favorecen la nutrición de las plantas están: *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Azotobacter*, *Azospirillum*, *Beijerinckia*, *Nitrosomonas*, *Nitrobacter*, *Clostridium*, *Thiobacillus*, *Lactobacillus*, y *Rhizobium*.

1.5.1 El Fósforo y los Microorganismos del Suelo.

Gonzales (2006), indica que, el grupo bacteriano, y particularmente

una de sus especies *Pseudomonas fluorescens*, han demostrado una gran capacidad por parte de algunas de sus cepas de solubilizar las fracciones orgánicas e inorgánicas del fósforo presente en el suelo y consecuentemente se han transformado en microorganismos más que interesantes para ser aislados, purificados y multiplicados con el propósito de elaborar inoculantes microbianos de alta eficiencia solubilizadora del nutriente fósforo. Estos inoculantes bacterianos han tenido un excelente impacto en el crecimiento y desarrollo de los cultivos, especialmente de gramíneas como el trigo, y han impactado favorablemente sobre el aumento de rendimiento de los mismos.

Rizofos Liq Trigo es un inoculante bacteriano a base de cepas especialmente seleccionadas de *Pseudomonas fluorescens* ensayados en diferentes condiciones agroclimáticas que han demostrado una muy buena performance sobre el crecimiento y desarrollo de los cultivos de trigo como así también un incremento importante en el rendimiento en grano de los mismos.

Rodas (2006), indica que, el uso de bacterias solubilizadoras de fósforo como inoculantes, aumenta la cantidad de fósforo disponible para las plantas en las raíces se han utilizado e investigado cepas de los géneros *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Rhizobium*, *Burkordelia*, *Achromobacter*, *Agrobacterium*, *Micrococcus*, *Aereobacter*, *Flavobacterium* y *Erwinia*, ya que son las bacterias que favorecen en gran magnitud la solubilización de fosfatos y su hábitat es el suelo y la rizósfera.

Para que las plantas puedan utilizar el fósforo, las bacterias deben hidrolizar los compuestos fosfatados para dejar al fósforo en su forma inorgánica (ION), para ello las bacterias producen enzimas llamadas fosfatasas ácidas, las cuales cambian el pH del entorno y así facilitan que el Pi (fósforo inorgánico) sea liberado por intercambio protónico al medio, reemplazando los Pi por iones Calcio.

Algunas de las especies de bacterias que han sido utilizadas como biofertilizantes, debido a la capacidad solubilizante de fósforo son las siguientes:

Bacterias promotoras del crecimiento vegetal (PGPR's), y las cuales poseen varios mecanismos para promover dicho desarrollo vegetal, y por lo tanto el efecto benéfico es un resultado de la suma de diferentes procesos que las bacterias llevan a cabo. Los métodos de actuación son los siguientes: Fijación de Nitrógeno atmosférico, Producción de fitohormonas (giberelinas, auxinas, citocininas, etileno, ácido indol-3-ácetico), producción de nitritos y nitratos, solubilización de fósforo, producción de sustancias antimicrobianas y antifúngicas (contra patógenos), etc. los datos de los estudios que se han realizado muestran que las especies de los géneros Rhizobium, Pseudomonas Y Bacillus son las que presentan mayor actividad solubilizadora de fósforo. Aun que muchas bacterias solubilizadoras de fósforo (BSF) se encuentran presentes en el suelo, su número no es suficiente para competir con la gran variedad de bacterias que se encuentran ya establecidas en diferentes rizósferas, por lo tanto para obtener una alta

solubilización de P, es necesario inocular las BSF en una alta concentración; causa efecto una inoculación en suelos que dispongan sobre 1,5 por ciento de materia orgánica. Se han realizado experimentos para demostrar los beneficios ejercidos por las BSF, algunos ejemplos: *Burkholderia cepacia*, aumenta la producción de tomate, cebolla, papa, plátanos, cítricos y café. *Rhizobium leguminosarium* mejora el desarrollo de raíces y el crecimiento de lechuga y maíz, *Pseudomonas putida* estimula el crecimiento del canelo. Cuando se emplean mezclas de diferentes bacterias para ser utilizadas como biofertilizantes, es preciso aclarar que los efectos benéficos que puede ocasionar una bacteria o mezcla de bacterias sobre una planta se deben a una combinación de procesos (fijación de N, fitohormonas, sustancias antimicrobianas, solubilización de fósforo, etc) ,y no a uno sólo de ellos, las bacterias que promueven el desarrollo vegetal, por lo general presentan varias formas o procesos, que en su conjunto dan como resultado el beneficio a la planta.

1.6 EL FÓSFORO.

Buckman y Brady (1985), mencionan que exceptuando el nitrógeno, ningún elemento es tan decisivo para el crecimiento de las plantas, como el fósforo.

Fassbender (1986), señala que el fósforo es relativamente estable en los suelos, no presenta compuestos inorgánicos como los nitrogenados que pueden ser lixiviados y volatilizados. Esta estabilidad se debe a su baja

solubilidad, que a veces causa deficiencias de disponibilidad para las plantas.

Los fosfatos se originan del mineral "Apatita", que está constituido 90% de fosfato tricálcico, conteniendo F y Ca en forma de sal doble, cierta cantidad de ácido sílico y en ciertas ocasiones Fe y Mn. Los cristales de apatita se encuentran en la mayoría de las rocas ígneas y metamórficas, que al meteorizarse, la apatita y su fosfato componente se incorporan al suelo.

FAO (2007), menciona que el fósforo es un macro nutriente esencial a las plantas. Peso atómico 31.0. Es absorbido por las raíces principalmente como H_2PO_4^- y en menor grado como $\text{H}_2\text{PO}_4^{=}$. El contenido en la materia seca de las plantas es 0.1 - 0.4%. Se menciona en el mercado de los fertilizantes como P_2O_5 (Pentóxido de fósforo) ($\text{P} \times 2.29 = \text{P}_2\text{O}_5$). El fósforo en las plantas está involucrado en la transferencia de energía, división celular, desarrollo de tejido y en el crecimiento. Es un constituyente del ADN, ARN, así como de las moléculas portadoras de energía ADP, ATP, etc. Juega un papel importante en la promoción del crecimiento de la raíz, desarrollo del grano y la sincronización de la maduración. Después del N, es el nutriente más importante.

La condición asociada con el nivel insuficiente de P en el sistema suelo - planta, se refiere como deficiencia de P retarda el crecimiento del cultivo, desarrollo de las raíces y demora la maduración. Los síntomas de deficiencia comienzan a aparecer en las hojas más viejas. Se desarrolla un color verde - azulado a rojizo que puede conducir a tintes bronceados y color rojo. La deficiencia de fósforo en los suelos alcalinos neutros se indica por

menos de 10 Kg P.ha⁻¹ en la capa arable, mediante la extracción con bicarbonato de sodio (Olsen).

Tume (2005), indica que en todas las formas de vida, los fosfatos desempeñan un papel esencial en los procesos de transferencia de energía, como el metabolismo, la fotosíntesis, la función nerviosa y la acción muscular. Los ácidos nucleicos, que entre otras cosas forman el material hereditario (los cromosomas), así como cierto número de coenzimas. Los esqueletos de los animales están formados por fosfato de calcio.

1.6.1 El Fósforo en el Suelo.

Black (1975), indica que el fósforo en el suelo se encuentra casi exclusivamente como ortofosfato, derivándose todos los compuestos de ácido fosfórico. Puede clasificarse como orgánico e inorgánico, dependiendo de la naturaleza en el que se halla.

La fracción inorgánica puede clasificarse por su naturaleza física, mineralógica o química y/o por combinación de ellas en formas cristalizadas con el Fe, Al, F, y Ca; así como fosfatos amorfos y ocluidos.

Fassbender (1986), menciona que factores como la temperatura, precipitación, grado de desarrollo de los suelos, acidez, actividad biológica; determinan la participación de las fracciones orgánicas e inorgánicas del fósforo.

1.6.2 El Fósforo en la Solución del Suelo.

Thompson (1974), indica que los iones fosfato en la solución suelo a pH de 2 y 7, predominan los iones H₂PO₄⁻ y entre 7 a 12, iones

H_2PO_4^- . La concentración del fosfato monobásico es máximo a pH 4 y mínimo a pH de 9, lo contrario ocurre con el fosfato di básico. Los dos iones se encuentran en equilibrio a un pH de 7.2.

Entre el pH 5.5 a 6.0, la solución acuosa del suelo contiene la máxima concentración de fosfato monobásico; estando en equilibrio con los fosfatos de Fe, Al y Ca.

1.6.3 El Fósforo en la Planta.

a) Absorción del Ácido Fosfórico.

Black (1975), señala que la absorción de iones ortofosfato, están influenciados por otros aniones minerales; disminuye cuando aumenta en la solución del suelo las concentraciones de los iones NO^{-3} y SO^{-4} , aumenta en presencia del catión NH^{+4} .

Domínguez (1989), afirma que las plantas absorben elementos nutritivos por contacto directo de las raíces con las partículas sólido del suelo, pequeñas cantidades de fósforo; pero lo hacen mayormente por difusión de la solución del suelo en forma de ión ortofosfato monobásico y en menor cantidad como ión ortofosfato dibásico. También pueden absorber moléculas de iones fosfatos orgánicos.

b) Distribución del Ácido Fosfórico en la Planta.

Russell y Russell (1968), mencionan que el ácido fosfórico es un componente esencial de las plantas, se encuentra combinado con otras sustancias o con cuerpos simples, formando fosfatos minerales o en la mayoría de los casos son sustancias complejas, que forman combinaciones

orgánicas (lecitinas, fitinas, ácido nucléico, fosfolípidos y metabolitos fosforilados).

El ácido fosfórico abunda en los órganos jóvenes de las plantas, se almacena en las semillas en forma de sustancias de reserva. Las plantas lo absorben sobre todo durante el período de crecimiento activo y al final de la vegetación, se aprecia el traslado del ácido fosfórico hacia los órganos de reserva de la planta.

c) Rol del Fósforo en la Planta.

Tisdale y Nelson (1987), declaran que los compuestos citados anteriormente y otros orgánicos fosforados, son los responsables de la mayoría de los cambios de energía en los procesos de vida aeróbicos y anaeróbicos. Estos compuestos fosfóricos son esenciales para la fotosíntesis, la interconversión de carbohidratos y compuestos afines: glicólisis, metabolismo del azufre oxidaciones biológicas y otros procesos. El fósforo es un elemento esencial y constituyente de los procesos de transferencia de energía tan vitales para la vida y en crecimiento de las plantas.

El fósforo en la planta, constituye e interviene favorablemente en las siguientes funciones:

- División celular y crecimiento.
- Floración, fructificación y formación de la semilla.
- Desarrollo radicular.
- Robustecimiento de la paja de los cereales, contrarrestando el acame.

- Mejora la calidad de las cosechas.
- En las leguminosas favorece el desarrollo de los nódulos.
- Incrementa el peso y el tamaño de los cultivos que se explota por sus raíces y tubérculos.
- Desarrollo rápido y vigoroso de las plantas jóvenes.
- Precocidad al acelerar la floración y fructificación.

d) Síntomas de Deficiencia de Fósforo.

Devlin (1970); Black (1975); Tisdale y Nelson (1987), expresan, que la deficiencia en fósforo en los cultivos, muestran los siguientes síntomas:

- Lento crecimiento y desarrollo de la planta.
- Poco desarrollo del xilema y floema.
- Escasa floración y fructificación.
- Retraso en la maduración de las cosechas.
- Las hojas, muestran una coloración verde oscura con matices rojizos (antocianina).
- Menor peso y tamaño de las plantas.
- Tallos pequeños, delgados y débiles.
- Los granos pequeños no germinan.
- Bajo rendimiento en grano, frutos y semillas.

1.6.4 Roca Fosfórica o Fosfatos Naturales.

Alarcón citado por Huaraca (2010), basado en fuentes del Laboratorio Químico de la Universidad de Piura, menciona que en el desierto de Sechura (Piura), se encuentra ubicado uno de los yacimientos más ricos

del mundo, posee una reserva de unos 4500 millones de toneladas, con una ley de 8 a 12 % de P_2O_5 ; dentro de ésta, cuenta unos 2000 millones de toneladas, con una concentración de 25 a 28 % de P_2O_5 . Esta reserva geológica es de origen marino, se halla mezclada con capas de arena y diatomita, otras sales minerales marina. En la unidad de producción de Bayóbar, se obtiene mediante procesos físicos naturales, el fosfato concentrado denominado "FOSBAYOVAR" tiene una capacidad de trabajo de 2000 Tm/año de producción de roca fosfatada, de 30 % de P_2O_5 , que por flotación y lavado se concentra a 30.5 % de P_2O_5 . La molienda es a malla de 200 Mesh; el fosbayóvar es el más reactivo del mundo, el 100 % de fósforo soluble total en la tercera extracción en ácido cítrico 2 %.

Sus características y composición son las siguientes:

Aspecto	: Arenoso, marrón oscuro.
P_2O_5	: 30.5 %, malla 100 – 60 %
CaO	: 46.9 %
Azufre	: 1.7 %
Magnesio	: 0.6 %
Materia Orgánica	: 3.2 %
K_2O	: 0.1 %
SiO_2	: 6.08 %
$SO^{=4}$: 5.0 %
Al_2O_3	: 0.79 %
F	: 2.98 %

<u>Solubilidad:</u>	<u>%</u>
P ₂ O ₅ Sin pulverizar, soluble en ácido cítrico al 2 %	12.1
P ₂ O ₅ Pulverizado, soluble en ácido cítrico al 2 %	15.3

Fuente: Laboratorio Químico de U. P. de Bayóbar.

FAO (2007), menciona que es un mineral que sirve como materia prima (fuente de P) para la producción de fertilizantes de fósforo. Consiste en varios tipos de apatitas (fosfato tricálcico) y contiene entre 15 - 35 % P₂O₅. La calidad de RF depende de su edad, tamaño de partícula, grado de sustitución en la estructura del cristal y solubilidad en los ácidos. Las rocas reactivas también pueden emplearse directamente como fertilizantes de P en los suelos ácidos.

El fosfato rocoso también contiene varios micronutrientes, con un promedio de 42 ppm de Cu, 90 ppm de Mn, 7 ppm de Mo, 32 ppm de Ni y 300 ppm de Zn. El contenido de cadmio de la roca fosfórica varía desde 1 a 87 mg/Kg (con un contenido de P₂O₅ de 30 %, el Cd también puede expresarse como 8 - 665 mg/Kg de P ó 3 - 290 mg/Kg de P₂O₅). En los fosfatos rocosos para la aplicación directa, el contenido de Cd (un metal pesado potencialmente tóxico) no deberá exceder preferiblemente los 90 mg de Cd/Kg de P₂O₅ (o alrededor de 27 mg/Kg de RF).

Fassbender (1986) y Bornemisza (1987), indican que la solubilidad de la roca fosfórica es ínfima. En estudios realizados se han encontrado gran dependencia del pH, el cual se explica a partir del producto de solubilidad de las apatitas hidroxidadas. Al aumentar el pH

del suelo, su solubilidad aumenta en forma exponencial. La velocidad de disolución varía con el grado de finura y el grado de calcinación.

Fassbender (1986) y Bornemisza (1987), señalan que en América del Sur los depósitos de roca fosfórica, se hallan concentrados en Brasil, Venezuela, Chile y Perú (Sechura – Piura); siendo la riqueza de P_2O_5 del fosfato de Sechura o fosfato de Bayóbar de 25 a 28 %.

Finck (1985) y Rodríguez (1982), indican que cuando la roca fosfórica se utiliza como fertilizante su eficiencia depende de ciertas características del suelo; como del contenido de M.O, formas y disponibilidad de fosfatos nativos; de su reacción, del contenido de Fe y Al, de la humedad; temperatura; cultivos, etc. Así mismo de las características inherentes de la roca como son: contenido de fosfatos, solubilidad, su disolución, su localización, dosis, finura y su dureza.

Finck (1985) y Catedra IX (1982), mencionan que la roca fosfórica se compone de diversos apatitos (fosfatos de calcio), de origen en parte magmático, y en parte orgánico; pero generalmente son de origen marino. Los cuales dieron lugar a la acumulación de apatitas a partir de minerales primarios o restos de animales que contengan fósforo, luego de procesos climáticos extremos y transformaciones en la corteza terrestre.

Rodríguez (1982), indica que la roca fosfórica es una materia prima indispensable, para la industria del ácido fosfórico. La forma usual de producir fertilizantes fosfatados es tratando la roca fosfatada con ácido sulfúrico o

fosfórico; este hecho hace que se incremente el costo de este fertilizante.

Thompson (1974), menciona que la roca fosfatada, se encuentra bajo la forma de fosfato tricálcico; contiene de 18 % a 81 % de fosfato tricálcico y pequeñas cantidades de compuestos nitrogenados. Posiblemente se haya formado como consecuencia de los procesos químicos y biológicos del despojo de los animales prehistóricos, acumulados en grandes cantidades, dado que los dientes y huesos aún pueden reconocerse en los yacimientos. Tales acumulaciones podrían haberse formado en los depósitos marinos, que posteriormente quedaron al descubierto, cuando los cambios de clima y otras alteraciones violentas, causaron la muerte súbita de gran número de animales.

Tume (2005), sobre el origen de los fosfatos de Bayóvar, indica que son; de origen sedimentario marino. Se trata de depósitos secundarios originados por sedimentos de origen animal y vegetal, peces y algas hace millones de años. El depósito de Sechura presenta una estructura de capas sedimentarias uniformes, casi horizontales y próximas a la superficie, lo que facilita la extracción de roca.

CAPITULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO.

El presente trabajo de investigación se desarrolló en dos etapas, por lo que se ocupó dos ambientes diferentes.

- La fase de incubación de la roca fosfórica se realizó en el invernadero del área de suelos ubicado en el Programa de Investigación en Pastos y Ganadería de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, en Pampa del Arco - Ayacucho a 2760 msnm. cuyas coordenadas son 13°09'56" Latitud Sur y 74°13'40.2" Longitud oeste.
- La instalación, conducción y la evaluación de los tratamientos se realizó en parcelas ubicadas en la Estación Experimental Canaán – Ayacucho a 2750 msnm, cuyas coordenadas UTM son 13°08' Latitud

sur y 74°12' Longitud Oeste clasificado como una zona de vida: estepa Espinoza Montano Bajo Subtropical, ee-MBS, (ONERN 1976).

2.2 ANTECEDENTES DEL TERRENO

En el terreno utilizado para el presente trabajo de investigación, durante la campaña anterior se sembró, girasol, avena, papa, lechuga, fue utilizada como una parcela experimental para los estudiantes, por lo que no se cuenta con la fórmula de abonamiento que utilizaron.

2.3 ANÁLISIS QUÍMICO DEL SUELO

El análisis químico del suelo, se realizó en el Laboratorio de Análisis de Suelos, Aguas y Plantas, "Nicolás Roulet" del Programa de Investigación en Pastos y Ganadería de la UNSCH, cuyos resultados e interpretación se muestra en el cuadro 2.1.

Cuadro 2.1: Resultados del análisis Químico del suelo de Canaán-
2750 msnm – Ayacucho.

COMPONENTES	CONTENIDO	MÉTODO	INTERPRETACIÓN
pH	8.04	Potenciómetro	Moderadamente alcalino
Materia Orgánica (%)	1.22	Walkley y Black	Bajo
N total (%)	0.06	Kjeldahl	Pobre
P Disponible (ppm)	14.54	Bray – Kurtz	Medio
K Disponible (ppm)	52.6	Turbidimetría	Bajo

De acuerdo a los resultados del análisis químico del suelo se encontró que: el contenido de materia orgánica, el nitrógeno total son de un nivel pobre, y a su vez el potasio disponible un nivel bajo; el fósforo disponible tiene casi un nivel medio, el pH es alcalino, está dentro de lo recomendable para el trigo.

2.4 CONDICIONES CLIMÁTICAS

En el cuadro 2.2 se muestra los datos mensuales de temperatura (mínimas, máximas y promedios), precipitaciones promedios mensuales y total anual registrados en la Estación Meteorológica Canaán del INIA – Ayacucho a 2720 msnm, situado en las coordenadas de 74°13'14" longitud oeste y 13°08'14" latitud sur, datos que sirvieron para elaborar el balance hídrico, según la metodología propuesta por ONERN, cuyos resultados se resumen en el cuadro 2.2 y gráfico 2.1.

La precipitación total anual registrada desde abril del 2009 a marzo del 2010 fue de 572.40 mm con una distribución irregular. Los meses de alta precipitación fueron diciembre del 2009, enero y febrero del 2010, hubo exceso de humedad en el suelo. En el cuadro 2.2, se muestra que las temperaturas promedio mensual máxima, mínima y promedio son 24.66, 9.53 y 17.09 °C respectivamente, siendo los meses mas cálidos, durante el periodo vegetativo del cultivo de trigo, los meses de diciembre del 2009 y marzo del 2010. La temperatura mínima que se registró, fue casi uniforme durante los meses donde no estaba el cultivo.

Cuadro N° 2.2 : Temperatura Máxima, Media, Mínima y Balance Hídrico correspondiente a la Campaña Agrícola 2009-2010, de la Estación experimental meteorológica Canaán del INIA, Ayacucho a 2720 msnm.

Distrito	:	Ayacucho	Altitud	:	2720 msnm.
Provincia	:	Huamanga	Latitud	:	13°08'14"
Dpto.	:	Ayacucho	Long.	:	74°13'14"

AÑO	2009 - 2010													
	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	TOTAL	PROM
MESES														
T° Máxima (°C)	24.00	25.00	25.20	24.00	26.50	27.00	27.50	22.40	24.20	22.90	23.10	24.10	24.66	24.66
T° Mínima (°C)	9.50	6.30	4.00	5.40	5.70	9.10	9.60	13.00	13.60	12.60	12.80	12.70	9.53	9.53
T° Media (°C)	16.75	15.65	14.60	14.70	16.10	18.05	18.55	17.70	18.90	17.75	17.95	18.40	17.09	17.09
Factor	4.80	4.96	4.80	4.96	4.96	4.80	4.96	4.80	4.96	4.96	4.64	4.96		
ETP(mm)	80.40	77.62	70.08	72.91	79.86	86.64	92.01	84.96	93.74	88.04	83.29	91.26	1,000.82	0.5719
Precipitación (mm)	46.40	12.00	0.00	7.60	1.80	8.10	39.90	48.80	107.80	106.20	136.80	57.00	572.40	
ETP Ajust. (mm)	45.98	44.40	40.08	41.70	45.67	49.55	52.62	48.59	53.62	50.35	47.64	52.20		
H del suelo (mm)	0.42	-32.40	-40.08	-34.10	-43.87	-41.45	-12.72	0.21	54.18	55.85	89.16	4.80		
Déficit (mm)		-32.40	-40.08	-34.10	-43.87	-41.45	-12.72							
Exceso (mm)	0.42							0.21	54.18	55.85	89.16	4.80		

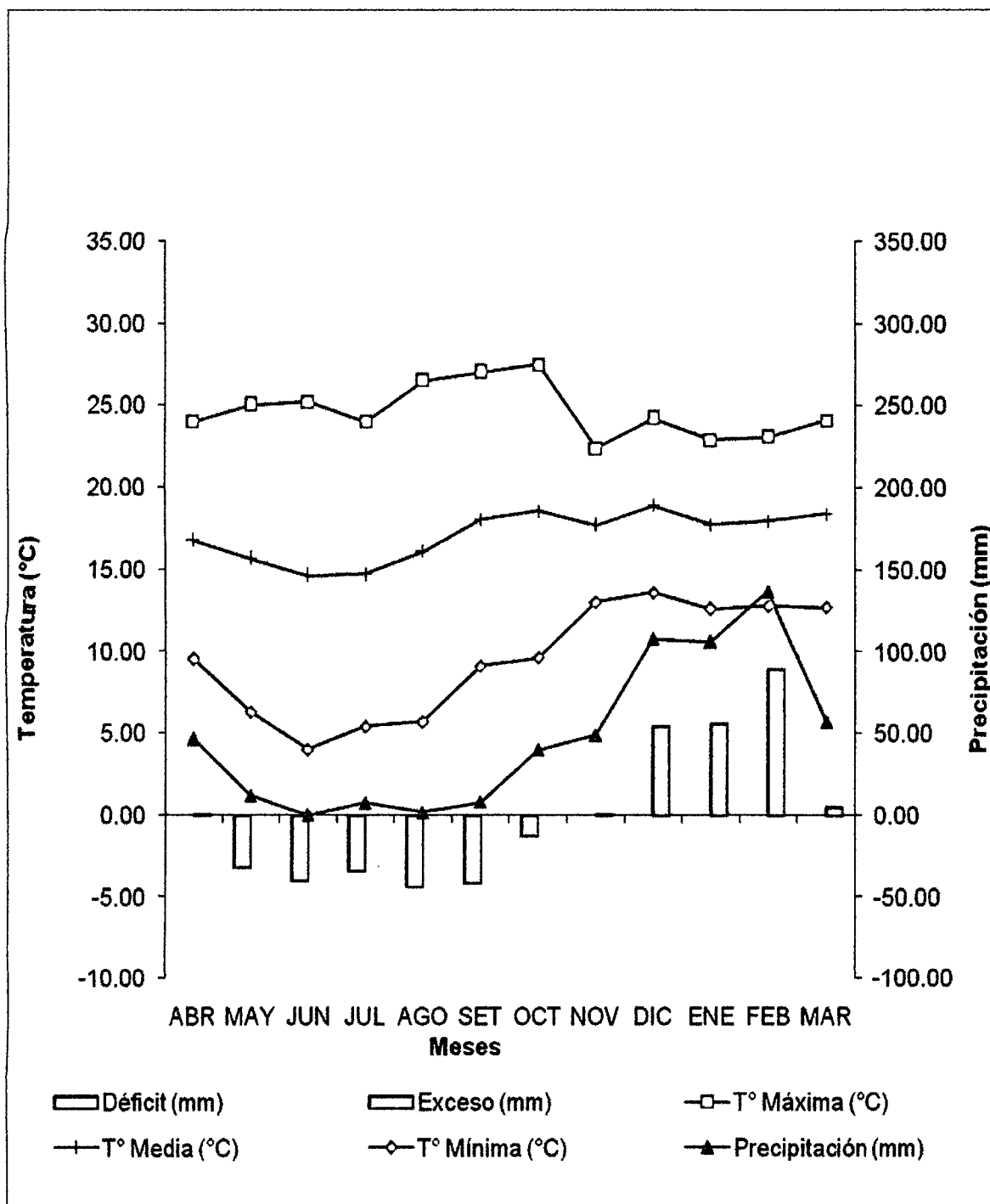


Gráfico 2.1: Diagrama ombrotérmico de temperatura Vs precipitación y balance hídrico correspondiente a la campaña 2009 – 2010. Estación Meteorológica INIA, 2720 msnm – Ayacucho.

2.5 MATERIAL VEGETAL

El material vegetal utilizado fue la nueva variedad INIA 418 – El Nazareno, que se originó de la línea KEA/TOW/LIRA con pedigree: CM90450-1Y-0M-0Y-3M-0Y del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) (Altamirano, 2008).

2.6 METODOLOGIA EXPERIMENTAL.

2.6.1 Factores en Estudio:

El factor en estudio fue la roca fosfórica incubada con una solución de microorganismos benéficos (MB) durante 20 días. Asimismo se agregó 11 días después de la siembra y teniendo 10 cm de altura el cultivo de trigo, los Hongos Micorrícicos, en tanto que las Bacterias Solubilizadoras, fueron agregadas a los 13 días, respectivamente, de acuerdo al DBCA, como se muestra en el cuadro 2.3. Habiéndose propuesto como nivel medio 500 Kg de roca fosfórica:

2.6.1.1 Roca Fosfórica (R.F.) Incubada y Sin Incubar (f)

R.F. Incubada con M.B. (f1).

R. F. Sin Incubar (f2).

2.6.1.2 Microorganismos Adicionados (a):

Microorganismos Benéficos (a1).

Hongos Micorrícicos (a2).

Bacterias Solubilizadoras (a3).

2.6.2 Análisis Estadístico

Con los resultados de las variables evaluadas, se realizarán los análisis de variancia y análisis de regresión correspondientes, utilizando la metodología del Diseño de Bloque Completamente Randomizado (DBCR).

Cuadro 2.3: Dosis de Microorganismos Solubilizadores de fósforo: Microorganismos Benéficos (M.B.), Hongos Micorrícicos (H.M.), Bacterias Solubilizadoras (B.S.), y su equivalente por el área de aplicación (20.25 m²), tanto para cada uno de los tratamientos: tanto la roca fosfórica sin incubar (R.F.S.I), como para la roca fosfórica incubada. (R.F.I.)

Roca F. (Kg.Ha ⁻¹)	M. B.(Kg)	H. M. (ml)	B. S.(ml)
500 R.F.I.	1.52	30.375	30.375
500 R.F.S.I.	1.52	30.375	30.375

2.6.3 Diseño Experimental

El presente trabajo de investigación se condujo con el Diseño de Bloque Completamente Randomizado (DBCR) dentro de un arreglo factorial de 2 tipos de roca fosfórica (TRF) x 3 MICRORGANISMOS, (6 tratamientos) y 3 repeticiones.

CUADRO 2.4: Describe los tratamientos a estudiar:

DESCRIPCION DE TRATAMIENTOS	Clave 2 TRF x 3 Aditivos
T1 =Roca Fosfórica Incubada con M.B. (500 kg.ha ⁻¹) + Hongos Micorrícicos.	f1a1
T2 =Roca Fosfórica Incubada con M.B. (500 kg.ha ⁻¹) + Bacterias solubilizadoras.	f1a2
T3 =Roca Fosfórica Incubada con M.B. (500 kg.ha ⁻¹).	f1a3
T4 =Roca Fosfórica sin incubar (500 kg.ha ⁻¹) + Hongos Micorrícicos.	f2a1
T5 =R. F. sin Incubar (500 kg.ha ⁻¹) + Bacterias solubilizadoras.	f2a2
T6 =Roca Fosfórica sin Incubar (500 kg.ha ⁻¹).	f2a3

2.6.5 Características del Campo Experimental.

a. Parcela Experimental

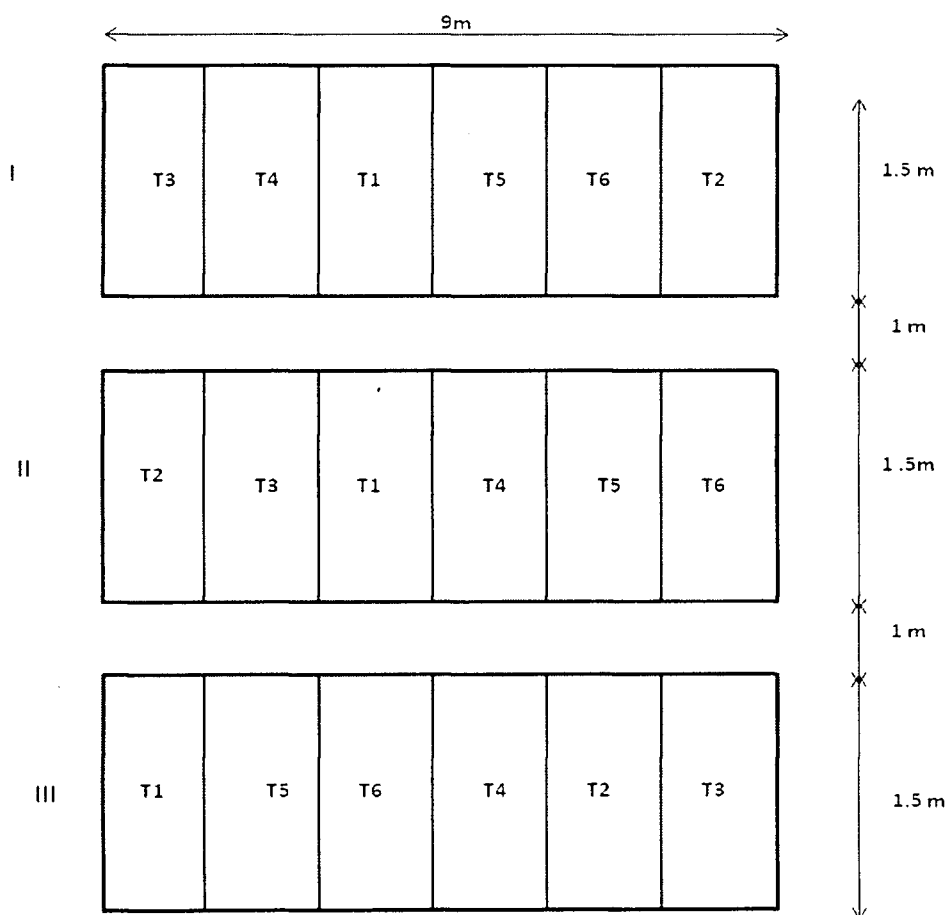
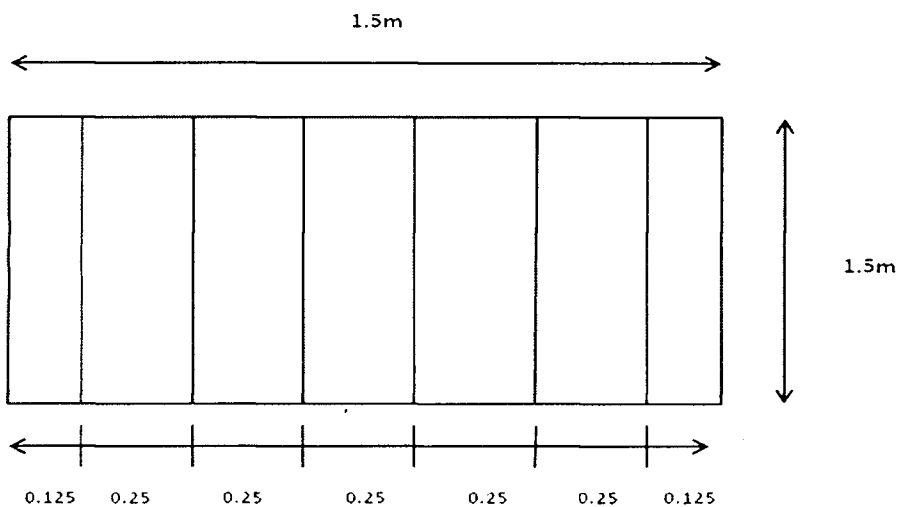
- Largo de la parcela, en m : 1.5
- Ancho de las parcelas, en m : 1.5

- Distancia entre surcos, en m : 0.25
- Distribución a chorro continuo
por surcos, en g : 6.75
- Semilla total a usar en área
Experimental, en g/ m² : 729/60.75

b. Bloques

- N° de parcelas en bloque : 6
- N° de surcos por parcela : 6
- N° de repeticiones : 3
- Densidad de siembra : 120 Kg.ha⁻¹
- Semilla a chorro
continuo por surco : 6.75 g
- Largo : 9.0 m
- Ancho : 1.5 m
- Número de bloques : 3
- Área de bloque : 20.25 m²
- Ancho de calle : 1.0 m.
- Área experimental : 60.75 m²
- Área total : 87.75 m²

c. Croquis del Campo Experimental.

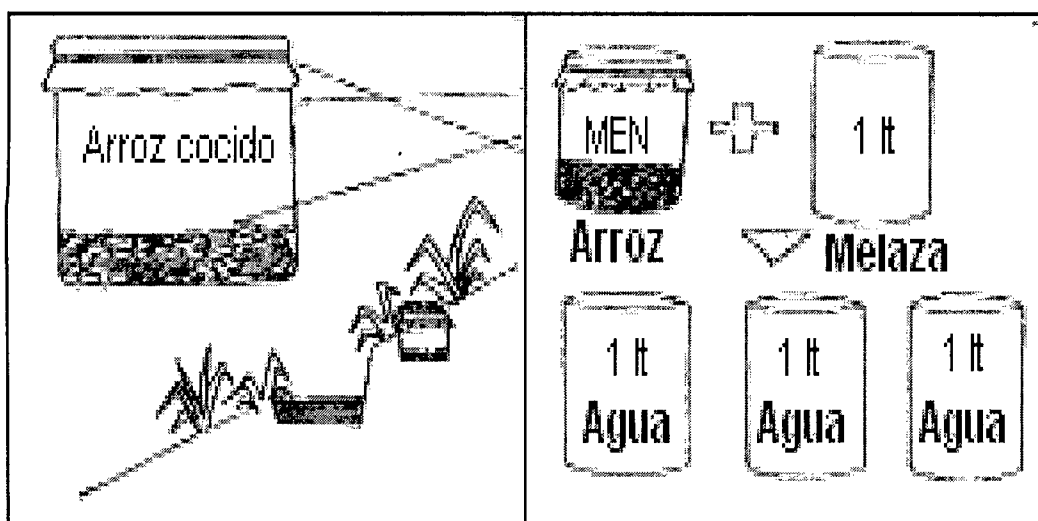


2.7 INSTALACIÓN Y CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO.

2.7.1 Solución Natural con los Microorganismos Solubilizadores.

Para contar con la solución natural con MB, se procedió con su captura, bajo una técnica sencilla, que consiste en colocar un frasco con arroz cocido, cubierto con un pedazo de nylon, en una compostera del área de suelos, por un tiempo de 10 días. Luego de este período se extrajo el arroz (impregnado con microorganismos), se licuó y se mezcló con 0.5067 litros de melaza y 1.0133 litros de agua (Proporción 1:3 de melaza y agua respectivamente); sometiéndose a una fermentación anaeróbica durante una semana, obteniéndose así la Solución Madre de MB (Suquilanda, 2001).

Gráfico 2.2: procesos mediante el cual se obtiene la roca fosfórica incubada con microorganismos benéficos



En tanto que los Hongos Micorrícicos y las Bacterias Solubilizadoras,

fueron facilitados por el laboratorio de Rhizobiología del Programa de Investigación en Pastos y Ganadería (PIPG) en una proporción de 1.0 y 1.0 lt, respectivamente.

2.7.2 Roca Fosfórica Incubada con Microorganismos Benéficos.

Una vez obtenida la solución madre de MB, se procedió a incubar la roca fosfórica en envases, durante 20 días. La proporción de RF y MB utilizados en la incubación fueron 1.52 Kg y 1.52 litros respectivamente en la proporción 1:1.

Luego de someter la roca fosfórica a la acción solubilizadora de los MB durante 20 días, se procedió a su respectivo secado al ambiente y bajo sombra, la roca fosfórica impregnada con MB, fueron distribuidas a chorro continuo en el campo experimental.

Cada tratamiento recibió 28.2 g de roca fosfórica, ya sea de roca fosfórica incubada con MB o sin incubar como lo muestra el cuadro 2.4.

2.7.3 Hongos Micorrícicos y Bacterias Solubilizadoras.

Una vez instalado el experimento, como lo muestra el cuadro N° 2.3 y el croquis de campo se procedió a la incorporación de los Hongos Micorrícicos y las Bacterias Solubilizadoras; en proporción de 30.375 ml y 30.375 ml por parcela, respectivamente. Debido que la cantidad por tratamiento fue mínimo (5.1ml) se procedió al incremento de agua hervida hasta medio litro para facilitar la aplicación en el terreno definitivo, previo a

la aplicación se homogenizó tanto bacterias como hongos.

2.7.4 Conducción del Experimento.

a) Preparación del Terreno y Surcado

Estas operaciones se realizaron el viernes 27 del mes de noviembre del 2009, habiéndose iniciado con una pasada de arado de discos en forma cruzada, seguido de una rastra para el desterronado, mullido y nivelado considerando los distanciamientos entre surcos 25 cm.

b) Demarcación y Estacado del Terreno

Esta labor se realizó el día viernes 04 de diciembre del 2010 de acuerdo al croquis del experimento utilizando: yeso, cordel, wincha y estacas con los que se procedió a la demarcación de los bloques, parcelas, calles, bordes de cabecera y laterales respectivamente.

c) Siembra

La siembra se llevó a cabo el día viernes 04 de diciembre del 2009, bajo la forma de chorro continuo en surcos, depositando 6.75 g de semillas por surco. El distanciamiento entre surcos fue de 0.25 m.

d) Abonamiento

Las unidades experimentales seleccionadas al azar recibieron un abonamiento de roca fosfórica, incubadas durante 20 días, y de un abonamiento básico de 80 - 00- 40 de N - P - K, utilizándose la Urea (45 % de N) y Cloruro de Potasio (60 % de K₂O). A la siembra se aplicó la mitad del N, todo el K y toda la roca fosfórica sin incubar e incubadas durante 20 días, la

otra mitad del N se aplicó en el aporque.

e) Riegos

Se suministró el primer riego el día sábado 05 de diciembre del 2009, un día después del día de la siembra, el otro riego el día lunes 07, y finalmente el día martes 08 del mismo mes en curso, no se realizó mas riego por la precipitación casi constante durante el ciclo vegetativo del cultivo.

f) Deshierbo

Se realizó oportunamente durante el desarrollo del cultivo para evitar la competencia que ocasiona las malezas, y así evitar la reducción en el rendimiento. El primer deshierbo se efectuó el día martes 12 de enero, aprovechando el aporque y la aplicación de la segunda dosis del nitrógeno, posteriormente el siguiente deshierbo se efectuó el día viernes 19 de febrero del 2010, el deshierbo fue manualmente, en inicio de floración.

g) Aporque

El aporque se realizó el día martes 12 de enero del 2009 a los 38 días después de la siembra. Esta labor se realizó con la ayuda de un azadón, arrimando una cantidad de tierra adecuada a la base de la planta, con el propósito de dar una mayor estabilidad a la planta, para evitar el tumbado o acame por el viento y así dar mejor anclaje a las raíces adventicias y fasciculadas. Previa a esta labor se realizó la segunda aplicación de nitrógeno utilizando la urea.

h) Cosecha

La cosecha se realizó el día sábado 30 de marzo del 2010, para lo

cual se realizó de manera separada manteniendo la identificación de cada una de las muestras para la evaluación correspondiente.

2.8 VARIABLES EVALUADAS:

Variables de Rendimiento. Dentro de estas variables tenemos:

a) Número de espigas por metro cuadrado.

Se contó el número de tallos con espigas de cada tratamiento de un metro cuadrado.

b) Número de Espiguillas por Espiga.

Se tomó 10 plantas al azar antes de la cosecha de la parte central de cada tratamiento, cuyo conteo fue individual, y se obtuvo el promedio.

c) Peso de Mil Granos.

Se determinó para cada tratamiento, contando 100 granos al azar para luego ser pesado en una balanza de precisión y por medio de una regla de tres simple se llevó a peso de mil granos.

d) Longitud de Espiga.

Se realizó antes de la cosecha, con la ayuda de una wincha en cm para lo cual se tomaron 10 plantas al azar.

e) Número de Granos por Espiga.

Se contó 10 espigas al azar de la parte central de cada tratamiento, y se desgranó individualmente para contar el número de granos.

f) Altura de la Planta.

Se midió en centímetros días antes de la cosecha considerando desde la base del tallo hasta el ápice de la espiga (sin considerar las aristas), muestreándose 10 plantas al azar de cada tratamiento y repetición.

g) Peso Hectolítrico.

Se determinó mediante el uso de la balanza hectolítrica del Programa de Pastos y Ganadería de la UNSCH, se anotó el promedio de 3 pesadas por cada tratamiento: se expresa en kg por 100 lt (Kg/Hl).

h) Índice de Cosecha

Se determinó después de realizar la cosecha, mediante la relación: peso de grano por planta entre el peso total de la paja por planta mas el peso de grano, multiplicando por cien.

i) Rendimiento.

Se cosechó de la parte central de cada tratamiento los cuatro surcos centrales equivalente a una área efectiva de 1.5 m², luego se realizó la trilla y el venteado, los granos se pesaron en una balanza de precisión cuyos resultados se llevó a kg.ha⁻¹.

j) Mérito Económico.

Se determinó el análisis económico para tener una aproximación de lo que podría ser la rentabilidad de la producción de trigo. En base al cálculo de los costos de producción, rendimiento promedio, interés al capital invertido, rentabilidad bruta, rentabilidad neta y mérito económico en porcentaje.

Los costos de producción incluyen los costos directos e indirectos, los costos directos están determinados por la mano de obra (siembra, labores culturales, control fitosanitario, cosecha), tracción mecánica (preparación de terreno, siembra, cosecha), insumos (semilla, fertilizantes, pesticidas), transporte y pagos, leyes sociales y los costos indirectos incluye; costos administrativos, asistencia técnica e imprevistos.

El merito económico se determinó en base a los rendimientos máximos y mínimos, considerando el nivel de abonamiento, la densidad de siembra, y de los factores en estudio.

CAPITULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 VARIABLES DE RENDIMIENTO: Número de espigas /m², número de espiguillas y peso de 1000 semillas.

La tabla 3.1: De los Cuadrados Medios, indica alta significación estadística para la incubación en el número de espigas/m², así mismo para el número de espiguillas /espiga; con respecto al peso de 1000 semillas no existe diferencia estadística. Los coeficientes de variación muestran buena precisión del experimento.

Tabla 3.1: Cuadrados Medios de las variables de rendimiento de trigo Nazareno. Canaán 2750 msnm.

F. Variación	G.L	CUADRADOS MEDIOS		
		Nº espigas / m ²	Nº de espiguillas/espiga	Peso de 1000 semilla
Bloque	2	5324.22 **	1.166 ns	11.72 **
Incuba (I)	1	10176.88 **	9.388 **	0.055 ns
Microorga (M)	2	576.22 ns	1.166 ns	0.388 ns
Inter (I x M)	2	153.55 ns	1.055 ns	2.388 ns
Error	10	478.08	0.433	1.455
Total	17			
C.V. (%)		4.91	3.76	2.96

En el Grafico 3.1, se puede notar que la incubación de la roca fosfórica tiene una respuesta en el número de espigas/m², que se muestra con un promedio de 468.6 esta variable está relacionada con el rendimiento, así mismo la roca fosfórica sin incubar presenta un valor de 421.0

El resultado observado es el promedio de la roca fosfórica incubado y los microorganismos en estudio, en la práctica significan que con cualquier microorganismo se va a tener una respuesta siempre y cuando se incube la roca fosfórica. Para el número de espiguillas/espiga también existe una mayor respuesta a la incubación (18.2) y 16.8 de la roca fosfórica sin incubar; en lo referente al peso de 1000 semillas no se observa respuesta alguna, mostrando valores entre 40 y 41.3 g.

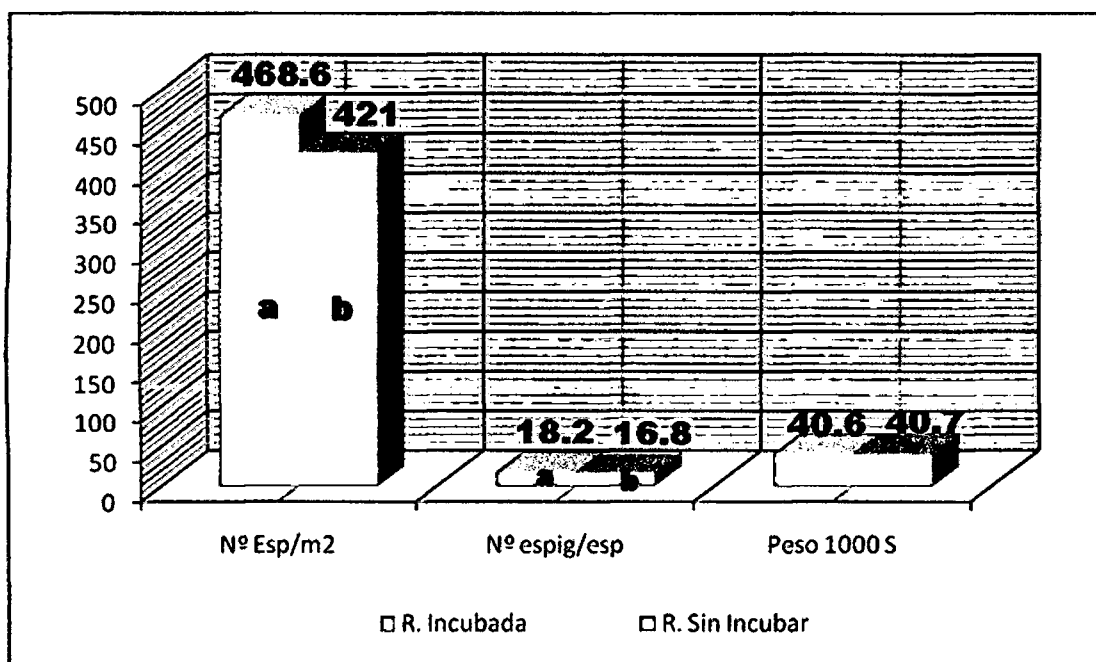


Grafico 3.1: Prueba de Tukey de los efectos principales del número de espigas/m², longitud de espiga, y número de espiguillas /espiga, en promedio de los microorganismos. Canaán 2750 msnm.

a) Número de Espigas /m²

El menor número de espigas /m² se obtuvo con el tratamiento T₅ (R.F.S.I.+ Bacterias Solubilizadoras de fosfato.), en tanto que el mayor número de espigas /m² se obtuvo con el tratamiento T₁ R.F.I.+ Hongos Micorrícicos (H.M.); con 415.6 y 477.6 unidades respectivamente; los cuales se muestran en el anexo a.1.

El resultado obtenido en el presente trabajo, son inferiores a los encontrados por Montero (1993), en su trabajo de investigación, estudio factorial en dos sistemas, tres densidades de siembra con tres fórmulas de

abonamiento para el rendimiento de trigo (*Triticum sativum*) variedad Mexi – 3, en Canaán a 2750 msnm. Ayacucho, quién encontró cifras que varían: entre 844 a 597, y 302 unidades de número de espigas /m². Así mismo Condori, citado por Montero (1993), asevera haber encontrado resultados que fluctúan entre 524 a 1 048 espigas /m².

Las diferencias de número de espigas /m², entre una y otra variedad probablemente se deba al factor genético, y a la influencia de los factores ambientales. Se hacen estas comparaciones con otras variedades de trigo debido a que no se encontraron trabajos de investigación con la variedad utilizada. En tanto que INIA Ayacucho lugar donde fue liberada dicha variedad tampoco describe las características agronómicas (Altamirano, 2008).

En el Grafico 3.2 de la prueba de Tukey (0.05) de los efectos principales, se observa que no existe diferencia estadística entre los tratamientos con roca fosfórica solubilizada más los microorganismos. Los mismos resultados se observaron para la roca fosfórica sin incubar. Sin embargo, se encontró diferencias significativas entre tratamientos con roca incubada y sin incubar. Se observó mayor número de espigas con el tratamiento Microorganismos benéficos + Hongos micorrícicos con incorporación de roca fosfórica incubada (477.6 espigas /m²) y sin incubar (428.3 espigas /m²).

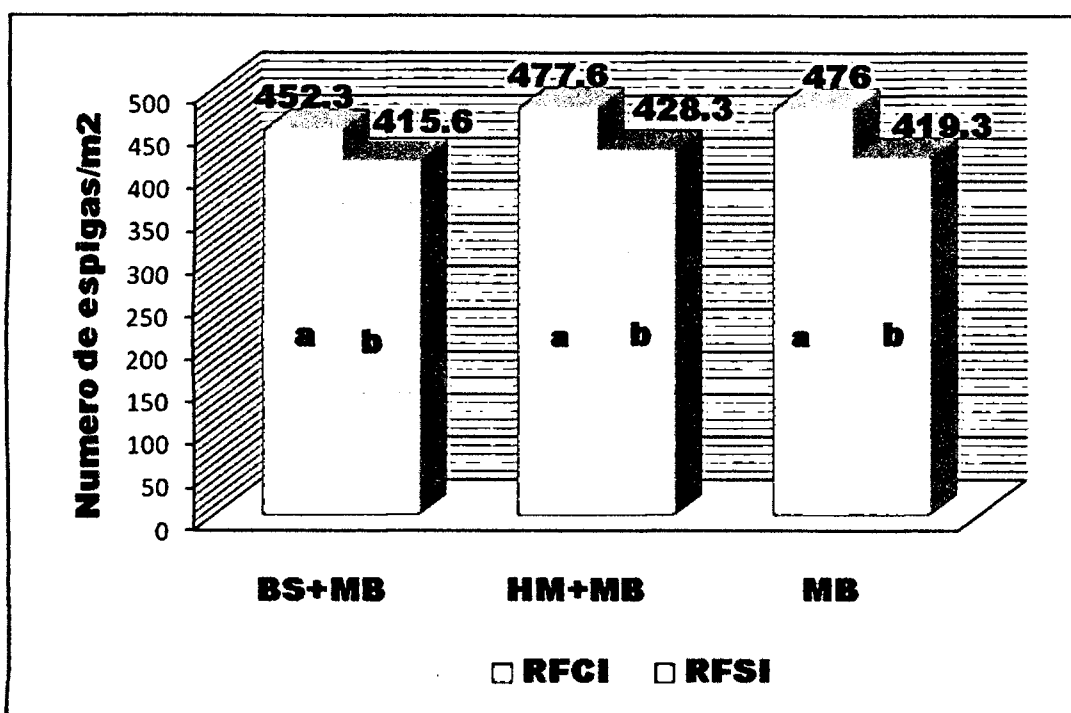


Grafico 3.2: Prueba de Tukey de los efectos principales del número de espigas/m². Canaán 2750 msnm.

b) Número de espiguillas por espiga

El número de espiguillas por espiga (anexo a.2), varía entre 18.3 granos con los tratamientos T₂ roca fosfórica incubadas con Microorganismos Benéficos + Bacterias Solubilizadoras (R.F.I.M.B + B.S.) y el tratamiento T₃ roca fosfórica incubadas + (R.F.I.M.B), y 16.0 con el tratamiento T₅ roca fosfórica sin incubar + bacterias solubilizadoras (R.F.S.I.+ B.S.), en tanto que INIA Ayacucho, lugar donde fue liberado la nueva variedad de trigo INIA 418 el Nazareno, reporta 18 - 20, superando a todos los tratamientos en la investigación realizada. Esta diferencia

posiblemente se debe al efecto de la granizada, y a factores climáticos que pudieron haber influenciado. Sin embargo Montero (1993), en su trabajo de investigación Estudio factorial en dos sistemas, tres densidades de siembra con tres fórmulas de abonamiento para el rendimiento de trigo (*Triticum sativum*) variedad Mexi – 3, en Canaán a 2750 msnm. Ayacucho, afirma haber encontrado entre 18.1 y 15.3 espiguillas / espiga. Diferencias que podrían deberse al efecto de los microorganismos solubilizadores o a factores genéticos.

c) Peso de mil semillas

El peso de mil semillas (anexo a.3), varió desde 40.0 con los tratamientos T₂ R.F.I.+ Bacterias Solubilizadoras (B.S.) y T₄ roca fosfórica sin incubar + Hongos Micorrícicos (R.F.S.I. + H.M.); y 41.3 con los tratamientos T₁ roca fosfórica incubado + Hongos Micorrícicos y el T₆ R.F.S.I.

La variedad Centenario liberada por la Universidad Nacional Agraria la Molina UNALM, dicha característica alcanza el peso de 42.9 g, en tanto que la variedad Wari – INIA pesa entre 36 y 42 g, sin embargo, Altamirano (2008) afirma que el peso en gramos que alcanza la nueva variedad El Nazareno es de 41.9 similar al peso encontrado en el presente trabajo.

3.1.2 VARIABLES DE RENDIMIENTO: Para las variables evaluadas: Longitud de espiga, número de granos /espiga, y altura de planta del trigo.

La tabla 3.2 de los cuadrados medios, nos muestra la existencia de diferencia estadística de alta significación para los tratamientos que han recibido roca fosfórica incubada, en promedio de los microorganismos, para las variables de la longitud de espiga, número de granos/ espiga y la altura de planta en el trigo. El coeficiente de variación del experimento nos indica buena precisión.

Tabla 3.2: Cuadrados Medios de las variables de rendimiento de trigo Nazareno. Canaán 2750,msnm.

F. Variación	G.L	CUADRADOS MEDIOS		
		Lóng. de espiga	Nº de granos Por espiga	Altura de Planta
Bloque	2	0.1666 ns	36.1666 *	4.388 ns
Incuba (I)	1	2.0000 **	112.500 **	46.722 **
Microorga (M)	2	0.1666 ns	0.1666 ns	1.388 ns
Inter (I x M)	2	0.1666 ns	7.1666 ns	2.055 ns
Error	10	0.1000 ns		3.722
Total	17			
C.V. (%)		3.79	5.60	2.76

En el Grafico 3.3, de la prueba de Tukey (0.05) se observa la respuesta en forma general para la incubación de la roca fosfórica con cualquier microorganismo, con la longitud de espiga se observa una longitud de 9.0 cm para la roca incubada superando a la roca sin incubar (8.0) , el número de granos por espiga que es la variable de mayor importancia relacionada con el rendimiento, nuevamente la roca incubada es la que nuestra mayor valor con 43 granos/espiga y (36.0) sin incubar, finalmente en

la altura de planta con roca fosfórica incubada alcanza el mayor valor de 71.7 cm frente a 67.0 de la roca sin incubar..

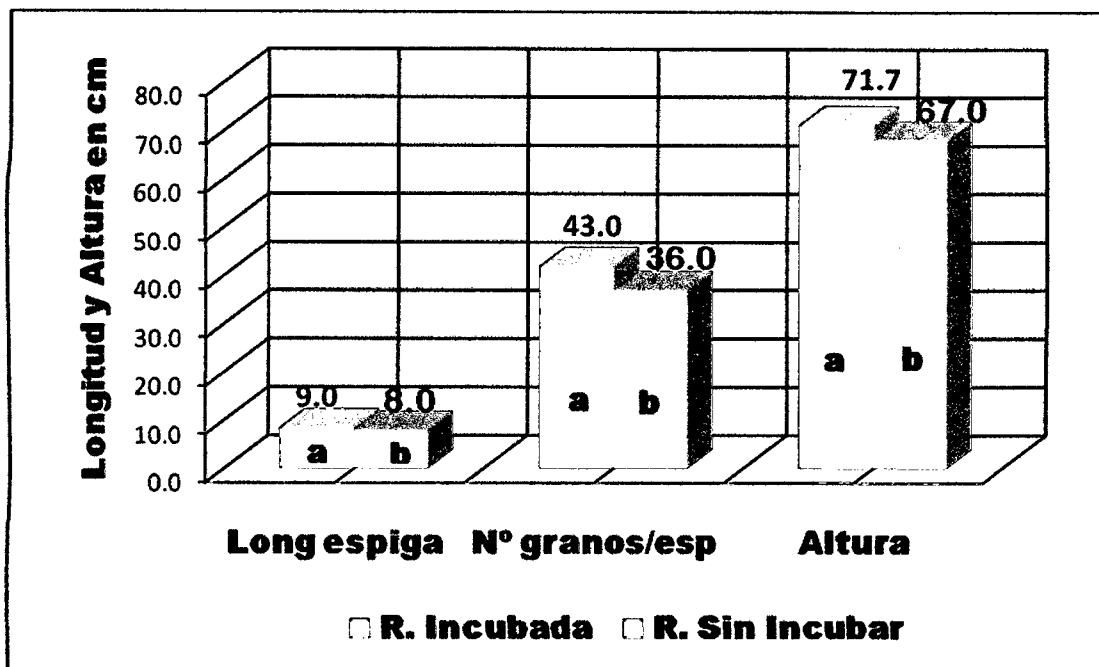


Grafico 3.3: Prueba de Tukey de los efectos principales de la longitud de espiga, número de granos/espiga y altura de planta, en promedio de los microorganismos. Canaán 2750 msnm.

d) Longitud de espiga

La longitud de espiga del trigo (anexo a.4), varía entre 8.0 cm con los tratamientos T₄, T₅, T₆ roca fosfórica sin incubar, pero añadido bacterias solubilizadoras y los hongos micorrícicos, como lo muestra el cuadro 2.4, y 9.0 cm con el tratamiento T₁ R.F.I. + Hongos Micorrícicos, (H.M.) en tanto que INIA Ayacucho, lugar donde fue liberado dicha variedad, reporta 10 - 13 cm de longitud de espiga, superando a todos los tratamientos en el presente trabajo, posiblemente se debió al efecto de la granizada, que cayó durante la

formación de las espigas Sin embargo, Montero (1993), en su trabajo de investigación con (*Triticum sativum*) variedad Mexi – 3, en Canaán a 2750 msnm. Ayacucho, informa que la longitud de espiga promedio varió entre 7.05 a 5.38 cm. Gómez, citado por Montero (1993), en su trabajo de tres épocas por tres densidades y dos entradas en Canaán, encontró que la primera época con un promedio de las dos entradas, mayor longitud de espiga con 8.50 cm frente a la tercera época con 7.35 cm (época diciembre- enero), de igual manera para las entradas (E-1 = Mexi 19, E-2 = Mexi 24) , en tanto que Llactahuamán (2007) en su trabajo de investigación influencia del deshierbo y fertilización NPK en el rendimiento de trigo harinero (*Triticuma estivum L.*), en Canaán a 2750 msnm. afirma haber encontrado, longitud de espiga variante entre 7.40 y 9.0 cm. Se debe tener en cuenta que las épocas de siembra influyen en los factores de rendimiento, así como la carga genética de la variedad. Los resultados obtenidos en el presente trabajo son similares a los obtenidos por los autores mencionados, a excepción de INIA Ayacucho, y ello se puede atribuir a factores climáticos.

e) Número de granos por espiga

El número de granos por espiga (anexo a.5), tuvo una variación desde 36.0 hasta 43.0 granos con el tratamiento T₅ roca fosfórica sin incubadar + Bacterias Solubilizadoras (R.F.I.M.B + B.S.) y el T₂ roca fosfórica incubadas con Microorganismos Benéficos + Bacterias Solubilizadoras (R.F.I.M.B + B.S.) respectivamente.

Altamirano (2008), reporta un promedio de 48 granos o semillas por espiga. Llactahuamán (2007) en su trabajo de investigación influencia del deshierbo y fertilización NPK en el rendimiento de trigo harinero (*Triticum aestivum L.*), en Canaán a 2750 msnm. afirma haber encontrado 32 granos por espiga. Montero (1993) encontró valores fluctuantes entre 39.5 y 48.0 granos/espiga, Gómez citado por Montero (1993) encontró un valor promedio de 41.6 granos/espiga. El resultado obtenido en el presente trabajo se encuentra entre los valores reportados por los diferentes autores mencionados.

f) Altura de planta

La altura de planta en el cultivo del trigo (anexo a.6), varió entre 71.7 cm con el tratamiento T₁ roca fosfórica incubadas con Microorganismos Benéficos + Hongos Micorriçicos (R.F.I.M.B + H.M.) y 67.0 cm con el tratamiento T₆ roca fosfórica sin incubar. El cual es inferior a lo descrito por INIA Ayacucho, quienes reportan 85 cm, la diferencia, pudo darse por efecto de la granizada del mes de enero del 2010. Montero (1993), encontró en cm alturas entre 21.3 hasta 86.5. Llactahuamán (2007), encontró alturas entre los 45.0 y 70.0 cm, Huallanca, citado por Montero (1993), asevera que en su trabajo comparativo de 30 variedades de trigo Cristalino encontró alturas entre 70 a 125 cm. superando así a los tratamientos. Pudiendo ser por los factores climáticos, condiciones del suelo; pero no por el factor genético de dichas variedades, pues los trabajos en esas variedades en la región de

Ayacucho no reportan alturas tan elevadas como las que afirman dichos autores.

3.1.3 VARIABLES DE RENDIMIENTO: Índice de Cosecha, Peso Hectolitrico y Rendimiento de grano.

La tabla 3.3: Muestra los Cuadrado Medios del índice de cosecha, el peso hectolitrico y el rendimiento de grano. Los dos primeros no muestran diferencia estadística, en el caso del rendimiento de grano existe alta significación estadística para la incubación de la roca fosfórica. El coeficiente de variación en este último caso se muestra como de buena precisión. Así mismo esto nos permite el análisis de los efectos principales, pero aun cuando no sea significativo la interacción es de importancia en el análisis de los efectos simples para una mejor discusión.

Tabla 3.3: Cuadrados Medios de las variables de rendimiento de trigo Nazareno. Canaán 2750 msnm.

F. Variación	G.L	CUADRADOS MEDIOS		
		Índice de cosecha	Peso hectolitrico	Rendimiento de grano
Bloque	2	5.555 ns	0.222 ns	184497.4 ns
Incuba (I)	1	0.500 ns	0.055 ns	1351916.1 **
Microorga (M)	2	3.388 ns	0.055 ns	30660.7 ns
Inter (I x M)	2	0.166 ns	0.388 ns	14263.7 ns
Error	10	2.088	1.288	93423.6
Total	17			
C.V. (%)		3.54	1.48	9.72

g) Peso hectolítrico

Esta variable (anexo a.7) tuvo una variación de 76.0 con T₄ roca fosfórica sin incubar + Hongos Micorrícicos (R.F.S.I. + H.M) y 76.7 Kg/hl con los tratamientos T₆ roca fosfórica sin incubar, y el T₁ roca fosfórica incubadas con Microorganismos Benéficos + Hongos Micorrícicos (R.F.I.M.B + H.M.). INIA Ayacucho (2008) reporta que la variedad el Nazareno alcanza 78 Kg/hl, similar a lo obtenido en el presente experimento.

h) Índice de cosecha

El índice de cosecha en el cultivo del trigo (anexo a.8), varía entre 42.0 % con el tratamiento T₄ roca fosfórica sin incubar + Hongo Micorrícicos (R.F.S.I.+ H.M.) y 39.7 % con el tratamiento T₃ roca fosfórica incubadas con Microorganismos Benéficos, (R.F.I.M.B). Los resultados obtenidos son inferiores a lo encontrado por Montero (1993), quién afirma haber encontrado entre 86 a 54 % I.C. Mendoza, citado por Montero (1993), en Canaán Ayacucho, muestra valores similares al presente trabajo de investigación con la variedad SAP "S" x MCN "S x CM – 40392-17M-1Y- 2M-OY, con 42%. Condori, citado por Montero (1993), en Canaán encontró rangos desde 58.7 hasta 63.2 %.

Los resultados son relativamente bajos debido a que la altura de planta también es baja, disminuyendo así el peso del follaje. Otro factor importante para que nos muestren una mediana capacidad para transformar materia seca en comparación con otras variedades, la variedad estudiada INIA 418 el Nazareno, es moderadamente resistente a la roya amarilla,

resistente a la roya de la hoja, mientras que las otras variedades son susceptibles a dichas enfermedades. INIA Ayacucho no describe la característica agronómica de la variable evaluada, por ello se realiza comparaciones con otras variedades.

i) Rendimiento

El rendimiento del grano del trigo (anexo a.9), varía desde 3456.7 Kg.Ha⁻¹ con el factor en estudio de la roca fosfórica incubada con los Microorganismos Benéficos, en tanto que el otro factor en estudio la roca fosfórica sin incubar alcanza rendimiento hasta 2982.3 como lo muestra el gráfico 3.4.

Montero (1993), asevera que obtuvo rendimientos que variaron entre 7,117.5 y 4,613.1 Kg.Ha⁻¹. Llactahuamán (2007), encontró resultados en Kg.Ha⁻¹, rendimientos que variaron desde 5,436.0 hasta 7,344, con fórmulas de abonamientos 100 N - 63 P₂O₅ - 78 K₂O; 200-N, 126-P₂O₅ 156- K₂O respectivamente Gómez citado por Montero (1993), afirma que en Canaán, encontró rendimientos de 3159.7 Kg.Ha⁻¹ a 4305.6 Kg.ha⁻¹ mientras que en Huayllapampa Peña, también citado por Montero(1993), asegura haber encontrado rendimientos que varían desde 1659.3 hasta 5013.5 Kg.ha⁻¹. Así mismo De la Cruz, con una densidad de 500 plantas / m² obtuvo el mayor rendimiento con la variedad con 7708.1, y 5897.1 Kg.ha⁻¹ Romero (1990), en Huancayo reporta rendimientos desde 4464.6 a 7000.0, así mismo Inipa, en Huaráz reporta rendimientos de 5119 a 5320 Kg.ha⁻¹. En tanto que INIA Ayacucho (2008), reporta que la variedad El Nazareno en campo de los

agricultores encontraron rendimientos tales como: rendimiento potencial con 6150 Kg.ha⁻¹, y rendimiento promedio en campo 3950 Kg.ha⁻¹.

La variación de los rendimientos de un lugar a otro, de una año a otro e inclusive dentro el mismos año para una misma variedad pueden cambiar por la gran variabilidad de microclimas y suelos en la zona del cultivo que condiciona el comportamiento varietal muy diverso, la humedad relativa, la precipitación, la acción de los patógenos entre otros, todos estos factores influyen en la actividad fisiológica de la planta, dando un resultado final a un mayor o menor rendimiento.

Huaraca (2010), en su trabajo de investigación, roca fosfórica y diatomita incubadas con microorganismos benéficos en el rendimiento de cebada, afirma haber obtenido la mayor producción aplicando el nivel máximo de roca fosfórica y diatomita (1000 - 400 Kg.ha⁻¹).

Grafico 3.4: Prueba de Tukey de los efectos principales del rendimiento de grano en promedio de los microorganismos. Canaán 2750 msnm. La prueba de Tukey (0.05) nos muestra respuesta positiva a la incubación de la roca fosfórica con el que se obtiene un rendimiento de trigo de 3456.7 en Kg.ha⁻¹, superando estadísticamente al tratamiento sin incubar que alcanza un rendimiento de 2982.3 en Kg.ha⁻¹.

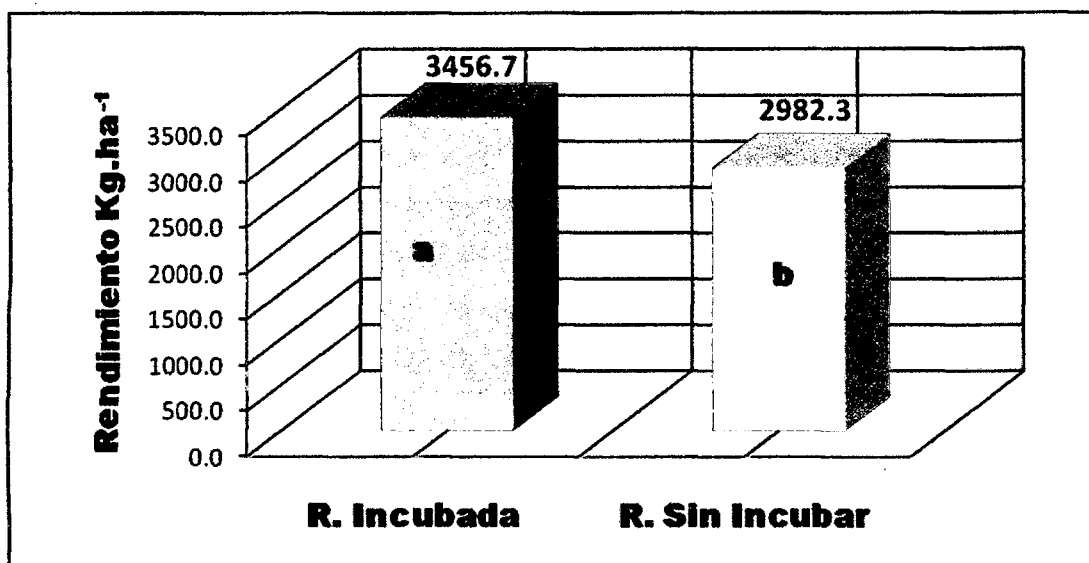


Gráfico 3.4: Muestra el rendimiento en Kg.ha⁻¹ de trigo INIA 418 el Nazareno con la prueba de Tukey de la roca fosfórica incubada y sin incubar.

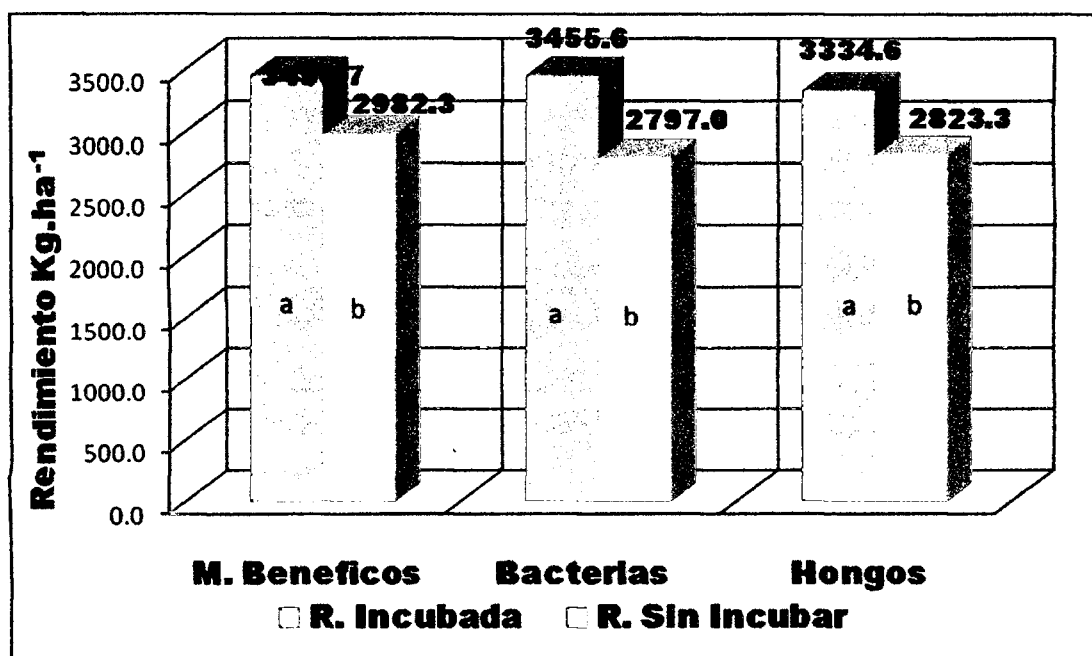


Gráfico 3.5: Prueba de Tukey de los efectos simples del rendimiento de grano con roca fosfórica incubada y sin incubar y los diferentes microorganismos. Canaán 2750 msnm.

El análisis de los efectos simples del rendimiento permite observar que una mayor respuesta se da con la roca fosfórica incubada, pero al utilizar los microorganismos benéficos, tal como se muestra en el Grafico 3.5, alcanzando una producción de 3456.6 en Kg.ha⁻¹. Otra característica a notar es que con los hongos micorrízicos se tiene una menor respuesta (3334.6 Kg.ha⁻¹), mientras que con las bacterias solubilizadoras se obtuvo una producción intermedia (3455.6 Kg.ha⁻¹).

3.2 DETERMINACIÓN DEL FÓSFORO DISPONIBLE EN EL INCUBADO CON MICROORGANISMOS BENÉFICOS (M.B.).

Se realizó el análisis correspondiente de la roca fosfórica tratada para el periodo de incubación de 20 días; encontrándose que la roca fosfórica incubada con los Microorganismos Benéficos posee 2.14% de P₂O₅ disponible para la planta, en comparación con 0.001145% de P₂O₅ existente en la roca fosfórica sin tratar. La tabla 3.2.1 muestra al detalle el análisis químico realizado:

Tabla 3.2.1: Contenido de fósforo (P₂O₅) total presente en la roca fosfórica.

Roca fosfórica sin tratar					
Solubilidad del P en ácido cítrico					
Días de tratamiento	D.O. (1)	D.O (20)	Lr	ppmP	% P₂O₅
Total de Fósforo en la roca fosfórica	-	0.7	1.57	125600	28.76

Fuente: Huaraca (2010)

Tabla 3.2.2: Fósforo disponible (expresado como P₂O₅) liberado a partir de roca fosfórica por acción de la solución de M. B.

Roca fosfórica tratada						
Solubilidad del P en Agua						
Días de tratamiento	D.O. (1)	D.O (20)	Lr	ppmP	% P₂O₅	
0 días	0.001	-	0.002	5	0.001145	
20 días	1.591	0.081	0.187	9350	2.14115	

Fuente: Huaraca (2010)

En consecuencia, se afirma que la solución de MB, con un pH de 3.5, tuvo un efecto solubilizante en la roca fosfórica, esto posiblemente por la acción de los ácidos presentes en la solución, como también por las sustancias quelantes producidas por los microorganismos, los cuales también liberan al fósforo insoluble. Coyne (2000), manifiesta que existen 3 mecanismos básicos para solubilizar el fósforo mineral y hacer que resulte más disponible: la quelación, la reducción del hierro y la acidificación; todos estos métodos desestabilizan los minerales en los que se encuentra el fósforo. Los compuestos orgánicos fabricados por los microorganismos, como el ácido oxálico, pueden unir Ca⁺², Mg⁺² y Fe⁺³, desestabilizando así el mineral de fosfato y solubilizando el fósforo. La producción de ácido por parte de los microorganismos disuelve los minerales. De esta manera, los

ácidos orgánicos, el ácido nítrico (producido por agentes nitrificantes), el ácido sulfúrico (producido por los tiobacilos) y el ácido carbónico (H_2CO_3) libera fósforo procedente de formas minerales.

Huaraca (2010), afirma haber obtenido 2.14 % de P_2O_5 disponible tratado por 20 días; asimismo en cuanto al fósforo total de la roca fosfórica sin tratar obtuvo 28.76 % de P_2O_5 .

3.3 MÉRITO ECONÓMICO

En la tabla 3.3.1 se muestra el mérito económico expresado en la rentabilidad de los tratamientos estudiados en las aplicaciones de roca fosfórica incubadas con una solución de MB y la roca fosfórica sin incubar en el rendimiento del trigo. Se deduce que el tratamiento T_3 (roca fosfórica incubadas con Microorganismos Benéficos) obtiene la mayor tasa de rentabilidad con 40.83 %, esto debido a su mínimo costo de producción, y a que los rendimientos fueron elevados, el análisis del suelo arrojó datos de niveles medios, que pudieron ser mas que suficiente, y a su vez fue favorecida por las precipitaciones frecuentes durante toda la fenología del cultivo, a excepción de la primera semana. Por otro lado, dentro de los tratamientos tratados con la roca fosfórica incubadas con microorganismos benéficos, destaca el tratamiento T_2 al que fue incorporado las Bacterias solubilizadoras, con una rentabilidad de 29.50%, a sí mismo el tratamiento T_6 roca fosfórica sin incubar, y sin ningún ningún tipo de microorganismo obtiene una rentabilidad de 35.26%, esto debido a que al hacer el análisis de

suelo poseía un nivel medio de fósforo en tanto que las menores rentabilidades, están representados por los tratamientos T₄ y T₅ con 16.71 y 15.64% respectivamente.

Es importante mencionar que la aplicación de roca fosfórica incubadas con una solución de Microorganismos Solublizadores, proporciona valor agregado a los suelos agrícolas y a las cosechas; puesto que el suelo donde se ejecutó el presente trabajo de investigación, ya sea por efecto residual, presentará buenas condiciones para el siguiente cultivo.

Tabla 3.3.1: Análisis económico de la rentabilidad por tratamientos.

Trat.	Costo total de producción	Rendimiento Kg.ha ⁻¹	Costo por kilo S/	Valor bruto de producción S/	Utilidad S/	Rentabilidad (%)
T ₃	3681.7	3,456.6	1.5	5,184.9	1,503.2	40.83
T ₆	3307.2	2,982.3	1.5	4,473.4	1,166.2	35.26
T ₂	4002.7	3,455.6	1.5	5,183.4	1,180.7	29.50
T ₁	4002.7	3,334.6	1.5	5,001.9	999.2	24.96
T ₄	3628.3	2,823.3	1.5	4,234.6	606.3	16.71
T ₅	3628.2	2,797.0	1.5	4,195.5	567.3	15.64

CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los resultados obtenidos bajo las condiciones en las que se condujo el presente trabajo permiten establecer las siguientes conclusiones y recomendaciones.

4.1 CONCLUSIONES

1. Se encontró respuesta significativa de la incubación de la roca fosfórica con microorganismos benéficos, en las siguientes variables: número de espigas /m², número de espiguillas/ espiga, longitud de espiga, numero de granos/ espiga, altura de planta y rendimiento de grano de planta de trigo.

2. No se observó repuesta significativa de la incubación de la roca fosfórica en las siguientes variables: Peso de 1000 semillas, índice de cosecha y peso hectolitrico.

3. No se observó respuesta significativa de la aplicación de hongos micorrícicos y bacterias solubilizadoras de fosfato, debido posiblemente al bajo contenido de materia orgánica y un contenido medio del fósforo en el suelo en estudio.

4. La mayor rentabilidad se obtuvo con el tratamiento T₃ (Roca fosfórica incubada con microorganismos benéficos) ofreciendo una utilidad de 1503.2 nuevos soles.

4.2 RECOMENDACIONES

1. Recomendar la incubación de la roca fosfórica por 20 días con los microorganismos benéficos, en un tiempo determinado, aplicar a los cultivos de trigo.

2. Utilizar con mayor énfasis la roca fosfórica, por ser éste un recurso natural del país, y la importancia que viene adquiriendo en la actualidad. probando niveles crecientes y utilizando una mezcla idónea de estos microorganismos, para un incremento en el rendimiento del trigo y de los principales cultivos de la zona.

RESUMEN

Con el objetivo de evaluar la solubilidad de la roca fosfórica en una solución de microorganismos benéficos y el efecto de la incorporación de microorganismos solubilizadoras en el rendimiento del trigo INIA - el Nazareno, se efectuó un ensayo en el Centro Experimental Canaán – UNSCH a 2750 msnm. En una primera fase se sometió la roca fosfórica a la acción solubilizante de una solución de microorganismos benéficos con un pH de 3.5, durante 20 días, Se encontró respuesta significativa de la incubación de la roca fosfórica con microorganismos benéficos, en las siguientes variables: número de espigas /m², número de espiguillas/ espiga, longitud de espiga, numero de granos/ espiga, altura de planta y rendimiento de grano de planta de trigo. No se observó repuesta significativa de la incubación de la roca fosfórica en las siguientes variables: Peso de 1000 semillas, índice de cosecha y peso hectolítrico. No se observó respuesta significativa de la aplicación de hongos micorrícicos y bacterias solubilizadoras de fosfato, debido posiblemente al bajo contenido de materia orgánica y un contenido medio del fósforo en el suelo en estudio. La mayor rentabilidad se obtuvo con el tratamiento T₃ (Roca fosfórica incubada con microorganismos benéficos) ofreciendo una utilidad de 1503.2 nuevos soles.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

1. ALEXANDER, M. 1981. "Introducción a la microbiología del suelo" A. G. T. Editor S.A. México D. F. 371 p.
2. ALTAMIRANO, A. 2008. INIA 418 – el Nazareno. Disponible en: <http://www.inia.gob.pe/eventos/evento0430/>. Accesado el 05 de julio del 2009.
3. BIBLIOTECA AGROPECUARIA 1970. Los cereales. Edit. Mercurio S.A. Lima – Perú.
4. BLACK, C. 1975. Relaciones suelo – planta. Edit. Hemisferio Sur. Buenos Aires. 420 p.
5. BORNEMISZA, E. 1987. Introducción a Química de Suelos. OEA. Washington. 1982. 74 p.
6. BUCKMAN H. y BRADY N. 1985. Naturaleza y propiedades de los suelos. Editorial UTEHA. México. 590 p.
7. CALVENTE, R. 2006. Micorrizas y tolerancia frente a estreses: disponible en: <http://www.mycosym.com/documents/phytoma%2006- reunion%20olivo. Pdf>. Accesado el 26 de setiembre del 2009.
8. CATEDRA IX. 1982. Química del suelo y los fertilizantes. 3 era. Edición. Universidad Politécnica. Madrid. 127 p.
9. COYNE M. 2000. Microbiología del Suelo: un enfoque exploratorio. Edit. Paraninfo Madrid. 524 p.
10. CHUJO, L. 2004. ¿Qué es EM? [En línea] España, disponible en: <http://chujosl.com>. Accesado el 20 mayo del 2009.

11. DELGADO, M. 2008. Soluciones con Biotecnología Para La Producción Agropecuaria Sostenible. Disponible en:
<http://www.oriusbiotecnologia.com/portal/content/view/16/7/>. Accesado el 25 del setiembre del 2009.
12. DEVLIN R. 1970. Fisiología vegetal. Edic. Omega S.A. Barcelona. Madrid. 601p.
13. DOMINGUEZ, A. 1989. Tratado de fertilizantes. Edit. Mundi prensa. Madrid. 601 p.
14. ENCICLOPEDIA PRACTICA DE LA AGRICULTURA Y LA GANADERIA, 1 999. Editorial Oceano/Centrum, Barcelona España.
15. FAO. 1991. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). Producción del trigo primaveral en el Perú. Ministerio de agricultura. Lima Perú.
16. FAO. 2007. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Disponible en:
[\http://www.fao.org/ag/agl/agll/ipns/indexes.jsp?term=es45&letter=M
Accesado el 27 de setiembre del 2009.
17. FASSBENDER, H. 1986. Química de suelos, con énfasis en los suelos de América Latina. 5ta. Edición. Editorial IICA. San José – Costa Rica. 420 350 p.
18. FINCK, A. 1985. Fertilizantes y fertilización. Edit. Reverté. S.A. Barcelona. 227 p.
19. GISPERT, C. 1984. Biblioteca práctica agrícola y ganadera.

Barcelona, Océano- Éxito.

20. GONZALES, R. 2006. Jornada técnica científica sobre el uso de micorrizas en la problemática del olivo: disponible en:

<http://www.mycosym.com/documents/phytoma%2006-reunione%20olivo>. Pdf.

Accesado el 26 de setiembre del 2009.

21. HUARACA, N. 2010. Roca fosfórica y diatomita incubadas con microorganismos benéficos, en el rendimiento de cebada (*Hordeum vulgare* L.), Canaán 2750 msnm – Ayacucho. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Ayacucho – Perú.

22. INIA 2008 Trigo el Nazareno 418. Investigación para el desarrollo. Nota de Prensa 058-2007-INIA-PW.

23. JARA, J. 1993. Cultivo de trigo en la sierra del Perú Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA) Lima-Perú.

24. LECUONA, P. 1985. Algunas consideraciones sobre el control de los pulgones que atacan el cultivo de trigo. Informe N° 78. Carpeta de producción vegetal. Tomo VII.

25. LLACTAHUAMÁN, R. 2007, Influencia del deshierbo y fertilización NPK en el rendimiento de trigo harinero (*Triticum aestivum* L.), en Canaán a 2750 msnm. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Ayacucho – Perú.

26. MONTESINOS, C. 2004. Manejo Biológico del Fósforo en el Suelo: disponible en: <http://www.clades.cl/revistas/8/rev8art4.htm>. Accesado el 26 de setiembre del 2009.

27. MONTERO, O. 1993. Estudio factorial en dos sistemas, tres densidades de siembra con tres fórmulas de abonamiento para el rendimiento de trigo (*Triticum sativum*) variedad Mexi – 3, en Canaán a 2750 msnm.
28. PARODI, P. y ROMERO, L. 1991. Producción de trigo primaveral en el Perú. Lima. FAO. manual técnico.
29. RODAS, A. 2006. ¿Porqué el Fósforo es Importante Para el Desarrollo de las Raíces?: disponible en:
http://www.engormix.com/articulo_porque_fosforo_es_forumsvi10009.htm.
Accesado el 29 de setiembre del 2009.
30. RODRIGUEZ, F. 1982. Fertilizantes, nutrición vegetal. A. G. T. Editor S.A. México 75 p.
31. RODRIGUEZ, J. 1988. Fertilización del cultivo de trigo. In PC. Parodi manejo tecnológico, costos, comercialización, calidad, procesamiento e investigación. Departamento de ciencias vegetales. Facultad de Agronomía, Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago de Chile.
32. ROMERO, L. 1990. Manual técnico del cultivo de trigo primaveral. Lima. UNALM.
33. RAWSON, H. y GOMEZ, H. 2001. Trigo regado. manejo del cultivo. Roma FAO.
34. RUSSELL J y RUSSELL, W. 1968. Condiciones del suelo y crecimiento de las plantas. Edit. Aguilar. Madrid. 217 p.
35. SUQUILANDA, M. 2001. Curso internacional sobre elaboración de

abonos orgánicos. Corporación PROEXANT. Quito, disponible en: http://www.pidecafe.com.pe/textos/txt_6.doc. Accesado el 25 de setiembre del 2009.

36. SENIGAGLIESI y GARCIA 1979. Efecto de la densidad de las plantas sobre la productividad del trigo en relación a la fertilidad del suelo. Pergamino, Argentina, INTA, informe N°17. Carpeta de Producción Vegetal. Tomo II.

39. TISDALE y NELSON. 1987. Fertilidad de los Suelos y Fertilizantes. Edit. UTEHA. México. 498 p.

40. THOMPSON, L. 1974. El suelo y su fertilidad. Edit Reverté. Madrid. 356 p.

41. TUME, H. 2005. ¿QUÉ SABE USTED DE LOS FOSFATOS? “El regional de Piura”. Disponible en: [http://\(elregionalpiura.com.pe/archivosnoticias/2005_03/marzo/fosfatos_teria.htm\)](http://(elregionalpiura.com.pe/archivosnoticias/2005_03/marzo/fosfatos_teria.htm)). Accesado el 24 de setiembre del 2009.

42. VIEDMA, L.Q, y OTROS 1 987. Principales enfermedades del trigo en el Paraguay. Asunción. Programa Nacional de Trigo. Boletín de divulgación N° 18-A.

43 VILLANUEVA, N.R. 1978. Trigo participación. Lima, Ministerio de Agricultura y Alimentación. Boletín N° 3.

44. WANG, B. 2006. Micorriza: disponible en: <http://es.wikipedia.org/wiki/Micorriza>. Accesado el 24 de setiembre del 2009.

ANEXO

ANEXO A: Resultados de las evaluaciones de los factores de rendimiento.

a.1. Número de espigas /m²						
BLOQUE	T6 R.F.S.I	T5 R.F.S.I +BAC. SOLUB.	T4 R.F.S.I + HON. MICOR.	T3 R.F.I. (M.B.)	T2 R.F.I +BACT. SOLUBIL.	T1 R.F.I + HON. MICOR.
I	385	380	407	430	426	450
II	438	435	440	545	453	514
III	435	431	438	453	478	469
SUMATORIA	1258	1247	1285	1428	1357	1433
PROMEDIO	419.3	415.6	428.3	476	452.3	477.6
SUMA DE PROMEDIOS	R.F.S.I. 1263.2			R.F.I 1405.9		
PROMEDIO TOTAL	421.0			468.6		

a.2. Numero de espiguillas por espiga						
BLOQUE	T6 R.F.S.I	T5 R.F.S.I +BAC. SOLUB.	T4 R.F.S.I + HON. MICOR.	T3 R.F.I. (M.B.)	T2 R.F.I +BACT. SOLUBIL.	T1 R.F.I + HON. MICOR.
I	18	15	17	19	19	18
II	18	17	17	19	18	18
III	17	16	16	17	18	18
SUMATORIA	53	48	50	55	55	54
PROMEDIO	17.7	16.0	16.7	18.3	18.3	18.0
SUMA DE PROMEDIOS	R.F.S.I 50.4			R.F.I 54.6		
PROMEDIO TOTAL	16.8			18.2		

a.3. Peso de 1000 semillas.						
BLOQUE	T6 R.F.S.I	T5 R.F.S.I +BAC. SOLUB.	T4 R.F.S.I + HON. MICOR.	T3 R.F.I. (M.B.)	T2 R.F.I +BACT. SOLUBIL.	T1 R.F.I + HON. MICOR.
I	42	43	40	42	43	44
II	41	40	41	39	39	40
III	41	40	39	41	38	40
SUMATORIA	124	123	120	122	120	124
PROMEDIO	41.3	41	40	40.7	40	41.3
SUMA DE PROMEDIOS	R.F.S.I 122.3			R.F.I 122		
PROMEDIO TOTAL	40.6			40.7		

a.4. Longitud de espiga						
BLOQUE	T6 R.F.S.I	T5 R.F.S.I +BAC. SOLUB.	T4 R.F.S.I + HON. MICOR.	T3 R.F.I. (M.B.)	T2 R.F.I +BACT. SOLUBIL.	T1 R.F.I + HON. MICOR.
I	8	8	8	9	9	9
II	8	8	8	8	9	9
III	8	8	8	8	8	9
SUMATORIA	24	24	24	25	26	27
PROMEDIO	8.0	8.0	8.0	8.3	8.7	9.0
SUMA DE PROMEDIOS		R.F.S.I 24			R.F.I 26	
PROMEDIO TOTAL		8.0			8.7	

a.5. Numero de granos por espiga						
BLOQUE	T6 R.F.S.I	T5 R.F.S.I +BAC. SOLUB.	T4 R.F.S.I + HON. MICOR.	T3 R.F.I. (M.B.)	T2 R.F.I +BACT. SOLUBIL.	T1 R.F.I + HON. MICOR.
I	40	35	37	43	48	43
II	40	36	39	42	43	45
III	35	37	34	38	38	38
SUMATORIA	115	108	110	123	129	126
PROMEDIO	38.3	36.0	36.7	41.0	43.0	42.0
SUMA DE PROMEDIOS		R.F.S.I 111			R.F.I 126	
PROMEDIO TOTAL		37			42	

a.6. Altura de planta						
BLOQUE	T6 R.F.S.I	T5 R.F.S.I +BAC. SOLUB.	T4 R.F.S.I + HON. MICOR.	T3 R.F.I. (M.B.)	T2 R.F.I +BACT. SOLUBIL.	T1 R.F.I + HON. MICOR.
I	70	70	71	72	71	70
II	63	68	67	72	71	73
III	68	69	67	70	71	72
SUMATORIA	201	207	205	214	213	215
PROMEDIO	67.0	69.0	68.3	71.3	71.0	71.7
SUMA DE PROMEDIOS		R.F.S.I 204.3			R.F.I 214	
PROMEDIO TOTAL		68.1			71.3	

a.7. Peso hectolitrico						
BLOQUE	T6 R.F.S.I	T5 R.F.S.I +BAC. SOLUB.	T4 R.F.S.I + HON. MICOR.	T3 R.F.I. (M.B.)	T2 R.F.I +BACT. SOLUBIL	T1 R.F.I + HON. MICOR.
I	77	76	75	78	76	77
II	77	76	77	75	76	78
III	76	77	76	76	77	75
SUMATORIA	230	229	228	229	229	230
PROMEDIO	76.7	76.3	76.0	76.3	76.3	76.7
AUMA DE PROMEDIOS	R.F.S.I 229			R.F.I 229.3		
PROMEDIO TOTAL	76.3			76.4		

a.8. Índice de cosecha						
BLOQUE	T6 R.F.S.I	T5 R.F.S.I +BAC. SOLUB.	T4 R.F.S.I + HON. MICOR.	T3 R.F.I. (M.B.)	T2 R.F.I +BACT. SOLUBIL.	T1 R.F.I + HON. MICOR.
I	43	42	43	39	42	42
II	39	41	43	40	38	41
III	39	39	40	40	42	41
SUMATORIA	121	122	126	119	122	124
PROMEDIO	40.3	40.7	42.0	39.7	40.7	41.3
SUMA DE PROMEDIOS	R.F.S.I 123			R.F.I 121.7		
PROMEDIO TOTAL	41			40.6		

a.9. Rendimiento						
BLOQUE	T6 R.F.S.I	T5 R.F.S.I +BAC. SOLUB.	T4 R.F.S.I + HON. MICOR.	T3 R.F.I. (M.B.)	T2 R.F.I +BACT. SOLUBIL.	T1 R.F.I + HON. MICOR.
I	3136	2421	2474	3420	3091	3246
II	3161	2916	2992	3130	3264	3406
III	2650	3054	3004	3820	4012	3352
SUMATORIA	8947	8391	8470	10370	10367	10004
PROMEDIO	2982.3	2797.0	2823.3	3456.7	3455.7	3334.7
SUMA DE PROMEDIOS	R.F.S.I 8602.6			R.F.I 10247.1		
PROMEDIO TOTAL	2867.5			3415.7		

ANEXO B : COSTO DE PRODUCCIÓN DEL TRIGO POR TRATAMIENTOS.

TRATAMIENTO 01

CULTIVO : Trigo
 VARIEDAD : INIA 418 – el Nazareno
 EXTENSION : 1.00 ha
 UBICACIÓN : 2750 msnm

MES DE SIEMBRA : Diciembre 2009
 MES DE COSECHA : Marzo 2010
 SISTEMA RIEGO : Gravedad
 TECNOLOGÍA : Media

ACTIVIDADES	UNIDAD	CANTIDAD	P.U (S/.)	TOTAL (S/.)
II. COSTOS DIRECTOS				
A. MAQUIMARIA.				1210
Arado/discado	H. Máq.	5	70	350
Rastra	H. Máq.	3	70	210
Tapado - semilla	H. Máq.	3	50	150
Trilladora combinada	H. Máq.	2	100	200
Selección	H. Máq.	3	100	300
B. ANÁLISIS QUÍMICO DEL SUELO				60
Análisis químico del suelo		1	60	60
C. MANO DE OBRA				454.86
Adecuación de terreno	Jornales	1	21.66	21.66
Siembra	Jornales	2	21.66	43.32
Primer abonamiento	Jornales	2	21.66	43.32
Riegos	Jornales	2	21.66	43.32
Control de maleza	Jornales	2	21.66	43.32
Segundo abonamiento	Jornales	2	21.66	43.32
Roguing	Jornales	2	21.66	43.32
Cosecha	Jornales	2	21.66	43.32
Selección	Jornales	2	21.66	43.32
Tratamiento ensacado	Jornales	2	21.66	43.32
Almacenaje	Jornales	2	21.66	43.32
D. INSUMOS				1752.00
Cloruro de potasio	Saco	1.40	90.00	126.00
Hongos Micorrizicos	Litro	15.00	20.00	300.00
Roca fosfórica incubada con MB.	Saco	10.00	75.00	750.00
Urea	Saco	3.60	60.00	216.00
Semilla de trigo el Nazareno	Kg	120.00	3.00	360.00
E. TRANSPORTE				200.00
Transporte de insumos y otros	Contrata		200.00	200.00
F. OTROS				64.00
Costales	Unds	50	1.00	50.00
Conos de rafia	Kg	1.00	14.00	14.00
III. COSTOS INDIRECTOS				261.8602
Gastos administrativos(2%CD)		0.02	3740.86	74.8172
Gastos de supervisiones (5% CD)		0.05	3740.86	187.043
COSTO TOTAL				4002.72
IV. VALORIZACION DE LA COSECHA				
Rendimiento Kg.ha ⁻¹	Kg	3,334.60		
Precio de venta promedio	S/.	1.50		
Valor bruto de producción	S/.	5001.9		
V. ANALISIS ECONOMICO				
Costo total de producción		4002.72		
Utilidad bruta		999.18		
Índice de rentabilidad		24.96		

TRATAMIENTO 2

ACTIVIDADES	UNIDAD	CANTIDAD	P.U (S/.)	TOTAL (S/.)
II. COSTOS DIRECTOS				
A. MAQUIMARIA.				1210
Arado/discado	H. Máq.	5	70	350
Rastra	H. Máq.	3	70	210
Tapado - semilla	H. Máq.	3	50	150
Trilladora combinada	H. Máq.	2	100	200
Selección	H. Máq.	3	100	300
B. ANALISIS QUIMICO DEL SUELO				60
Análisis químico del suelo		1	60	60
C. MANO DE OBRA				454.86
Adecuación de terreno	Jornales	1	21.66	21.66
Siembra	Jornales	2	21.66	43.32
Primer abonamiento	Jornales	2	21.66	43.32
Riegos	Jornales	2	21.66	43.32
Control de maleza	Jornales	2	21.66	43.32
Segundo abonamiento	Jornales	2	21.66	43.32
Roguing	Jornales	2	21.66	43.32
Cosecha	Jornales	2	21.66	43.32
Selección	Jornales	2	21.66	43.32
Tratamiento ensacado	Jornales	2	21.66	43.32
Almacenaje	Jornales	2	21.66	43.32
D. INSUMOS				1752.00
Cloruro de potasio	Saco	1.40	90.00	126.00
Bacterias Solubilizadoras	Litro	15.00	20.00	300.00
Roca fosfórica incubada con MB.	Saco	10.00	75.00	750.00
Urea	Saco	3.60	60.00	216.00
Semilla de trigo el Nazareno	Kg	120.00	3.00	360.00
E. TRANSPORTE				200.00
Transporte de insumos y otros	Contrata		200.00	200.00
F. OTROS				64.00
Costales	Unds	50	1.00	50.00
Conos de rafia	Kg	1.00	14.00	14.00
III. COSTOS INDIRECTOS				261.8602
Gastos administrativos(2%CD)		0.02	3740.86	74.8172
Gastos de supervisiones (5% CD)		0.05	3740.86	187.043
COSTO TOTAL				4002.72
IV. VALORIZACION DE LA COSECHA				
Rendimiento Kg.ha ⁻¹	Kg	3,455.60		
Precio de venta promedio	S/.	1.50		
Valor bruto de producción	S/.	5183.4		
V. ANALISIS ECONOMICO				
Costo total de producción		4002.72		
Utilidad bruta		1180.68		
Índice de rentabilidad		29.50		

TRATAMIENTO 3

ACTIVIDADES	UNIDAD	CANTIDAD	P.U (S/.)	TOTAL (S/.)
II. COSTOS DIRECTOS				
A. MAQUIMARIA.				1210
Arado/discado	H. Máq.	5	70	350
Rastra	H. Máq.	3	70	210
Tapado - semilla	H. Máq.	3	50	150
Trilladora combinada	H. Máq.	2	100	200
Selección	H. Máq.	3	100	300
B. ANÁLISIS QUÍMICO DEL SUELO				60
Análisis químico del suelo		1	60	60
C. MANO DE OBRA				454.86
Adecuación de terreno	Jornales	1	21.66	21.66
Siembra	Jornales	2	21.66	43.32
Primer abonamiento	Jornales	2	21.66	43.32
Riegos	Jornales	2	21.66	43.32
Control de maleza	Jornales	2	21.66	43.32
Segundo abonamiento	Jornales	2	21.66	43.32
Roguing	Jornales	2	21.66	43.32
cosecha	Jornales	2	21.66	43.32
selección	Jornales	2	21.66	43.32
tratamiento ensacado	Jornales	2	21.66	43.32
Almacenaje	Jornales	2	21.66	43.32
D. INSUMOS				1452.00
Cloruro de potasio	Saco	1.40	90.00	126.00
Roca fosfórica incubada con MB.	Saco	10.00	75.00	750.00
Urea	Saco	3.60	60.00	216.00
Semilla de trigo el Nazareno	Kg	120.00	3.00	360.00
E. TRANSPORTE				200.00
Transporte de insumos y otros	Contrata		200.00	200.00
F. OTROS				64.00
Costales	Unds	50	1.00	50.00
Conos de rafia	Kg	1.00	14.00	14.00
III. COSTOS INDIRECTOS				240.8602
Gastos administrativos(2%CD)		0.02	3440.86	68.8172
Gastos de supervisiones (5% CD)		0.05	3440.86	172.043
COSTO TOTAL				3681.72
IV. VALORIZACION DE LA COSECHA				
Rendimiento Kg. ha ⁻¹	Kg	3,456.60		
Precio de venta promedio	S/.	1.50		
Valor bruto de producción	S/.	5184.9		
V. ANALISIS ECONOMICO				
Costo total de producción		3681.72		
Utilidad bruta		1503.18		
Índice de rentabilidad		40.83		

TRATAMIENTO 4

ACTIVIDADES	UNIDAD	CANTIDAD	P.U (S/.)	TOTAL (S/.)
II. COSTOS DIRECTOS				
A. MAQUIMARIA.				1210
Arado/discado	H. Máq.	5	70	350
Rastra	H. Máq.	3	70	210
Tapado - semilla	H. Máq.	3	50	150
Trilladora combinada	H. Máq.	2	100	200
selección	H. Máq.	3	100	300
B. ANÁLISIS QUÍMICO DEL SUELO				60
Análisis químico del suelo		1	60	60
C. MANO DE OBRA				454.86
Adecuación de terreno	Jornales	1	21.66	21.66
Siembra	Jornales	2	21.66	43.32
Primer abonamiento	Jornales	2	21.66	43.32
Riegos	Jornales	2	21.66	43.32
Control de maleza	Jornales	2	21.66	43.32
Segundo abonamiento	Jornales	2	21.66	43.32
Roguio	Jornales	2	21.66	43.32
Cosecha	Jornales	2	21.66	43.32
Selección	Jornales	2	21.66	43.32
tratamiento ensacado	Jornales	2	21.66	43.32
Almacenaje	Jornales	2	21.66	43.32
D. INSUMOS				1402.00
Cloruro de potasio	Saco	1.40	90.00	126.00
Hongos Micorrícicos	Litro	15.00	20.00	300.00
Roca fosfórica sin incubar	Saco	10.00	40.00	400.00
Urea	Saco	3.60	60.00	216.00
Semilla de trigo el Nazareno	Kg	120.00	3.00	360.00
E. TRANSPORTE				200.00
Transporte de insumos y otros	Contrata		200.00	200.00
F. OTROS				64.00
Costales	Unds	50	1.00	50.00
Conos de rafia	Kg	1.00	14.00	14.00
III. COSTOS INDIRECTOS				237.36
Gastos administrativos(2%CD)		0.02	3390.86	67.8172
Gastos de Supervisiones (5% CD)		0.05	3390.86	169.543
COSTO TOTAL				3628.22
IV. VALORIZACION DE LA COSECHA				
Rendimiento Kg.ha ⁻¹	Kg	2,823.30		
Precio de venta promedio	S/.	1.50		
Valor bruto de producción	S/.	4234.95		
V. ANALISIS ECONOMICO				
Costo total de producción		3628.62		
Utilidad bruta		606.33		
Índice de rentabilidad		16.71		

TRATAMIENTO 5

ACTIVIDADES	UNIDAD	CANTIDAD	P.U (S/.)	TOTAL (S/.)
II. COSTOS DIRECTOS				
A. MAQUIMARIA.				1210
Arado/Discado	H. Máq.	5	70	350
Rastra	H. Máq.	3	70	210
Tapado - semilla	H. Máq.	3	50	150
Trilladora combinada	H. Máq.	2	100	200
Selección	H. Máq.	3	100	300
B. ANÁLISIS QUÍMICO DEL SUELO				60
Análisis químico del suelo		1	60	60
C. MANO DE OBRA				454.86
Adecuación de terreno	Jornales	1	21.66	21.66
Siembra	Jornales	2	21.66	43.32
Primer abonamiento	Jornales	2	21.66	43.32
Riegos	Jornales	2	21.66	43.32
Control de maleza	Jornales	2	21.66	43.32
Segundo abonamiento	Jornales	2	21.66	43.32
Roguing	Jornales	2	21.66	43.32
Cosecha	Jornales	2	21.66	43.32
Selección	Jornales	2	21.66	43.32
Tratamiento ensacado	Jornales	2	21.66	43.32
Almacenaje	Jornales	2	21.66	43.32
D. INSUMOS				1402.00
Cloruro de potasio	Saco	1.40	90.00	126.00
Bacterias Solubilizadoras	Litro	15.00	20.00	300.00
Roca fosfórica sin incubar.	Saco	10.00	40.00	400.00
Urea	Saco	3.60	60.00	216.00
Semilla de trigo el Nazareno	Kg	120.00	3.00	360.00
E. TRANSPORTE				200.00
Transporte de insumos y otros	Contrata		200.00	200.00
F. OTROS				64.00
Costales	Unds	50	1.00	50.00
Conos de rafia	Kg	1.00	14.00	14.00
III. COSTOS INDIRECTOS				237.3602
Gastos administrativos(2%CD)		0.02	3390.86	67.8172
Gastos de supervisiones (5% CD)		0.05	3390.86	169.543
COSTO TOTAL				3628.22
IV. VALORIZACION DE LA COSECHA				
Rendimiento Kg.ha ⁻¹	Kg	2,797.00		
Precio de venta promedio	S/.	1.50		
Valor bruto de producción	S/.	4195.5		
V. ANALISIS ECONOMICO				
Costo total de producción		3628.22		
Utilidad bruta		567.28		
Índice de rentabilidad		15.64		

TRATAMIENTO 6

ACTIVIDADES	UNIDAD	CANTIDAD	P.U (S/.)	TOTAL (S/.)
II. COSTOS DIRECTOS				
A. MAQUIMARIA.				1210
Arado/discado	H. Máq.	5	70	350
Rastra	H. Máq.	3	70	210
Tapado - semilla	H. Máq.	3	50	150
Trilladora combinada	H. Máq.	2	100	200
Selección	H. Máq.	3	100	300
B. ANÁLISIS QUÍMICO DEL SUELO				60
Análisis químico del suelo		1	60	60
C. MANO DE OBRA				454.86
Adecuación de terreno	Jornales	1	21.66	21.66
Siembra	Jornales	2	21.66	43.32
Primer abonamiento	Jornales	2	21.66	43.32
Riegos	Jornales	2	21.66	43.32
Control de maleza	Jornales	2	21.66	43.32
Segundo abonamiento	Jornales	2	21.66	43.32
Roguing	Jornales	2	21.66	43.32
Cosecha	Jornales	2	21.66	43.32
Selección	Jornales	2	21.66	43.32
Tratamiento ensacado	Jornales	2	21.66	43.32
Almacenaje	Jornales	2	21.66	43.32
D. INSUMOS				1102.00
Cloruro de potasio	Saco	1.40	90.00	126.00
Roca fosfórica sin incubar.	Saco	10.00	40.00	400.00
Urea	Saco	3.60	60.00	216.00
Semilla de trigo el Nazareno	Kg	120.00	3.00	360.00
E. TRANSPORTE				200.00
Transporte de insumos y otros	Contrata		200.00	200.00
F. OTROS				64.00
Costales	Unds	50	1.00	50.00
Conos de rafia	Kg	1.00	14.00	14.00
III. COSTOS INDIRECTOS				216.3602
Gastos administrativos(2%CD)		0.02	3090.86	61.8172
Gastos de supervisiones (5% CD)		0.05	3090.86	154.543
COSTO TOTAL				3307.22
IV. VALORIZACIÓN DE LA COSECHA				
Rendimiento Kg.ha ⁻¹	Kg	2,982.30		
Precio de venta promedio	S/.	1.50		
Valor bruto de producción	S/.	4473.45		
V. ANALISIS ECONOMICO				
Costo total de producción		3307.22		
Utilidad bruta		1166.23		
Índice de rentabilidad		35.26		

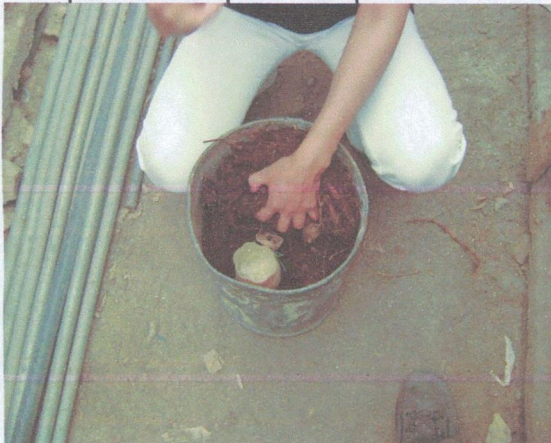
ANEXO C. FOTOGRAFÍAS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN



Trampa de arroz para la captura de MB.



Captura de MB.



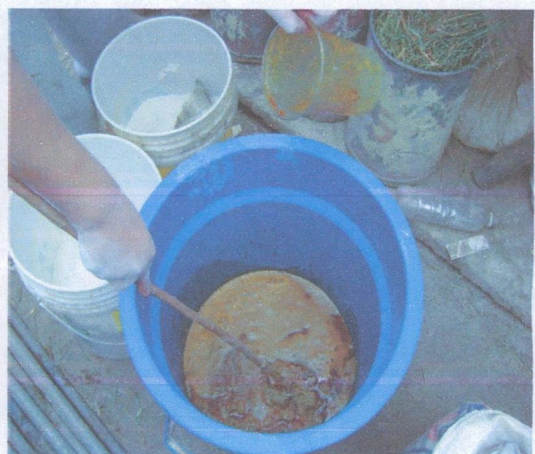
Enterrando, bajo 10 cm para la captura de los M.B.



Trampas impregnadas con M.B.



Mezcla de MB con Melaza.



Mezcla de la solución madre de M.B con roca fosfórica



Secado de la roca fosfórica



Muestreando el suelo para el análisis químico.



Surcado del terreno.



Sembrado de trigo



Marcación del terreno.



Tapado de la semilla.



Riego manual con regaderas por ausencia de lluvias.



Emergencia de plántulas.



Aplicación de hongos micorrícicos.



Aplicación de Bacterias solubilizadoras de fósforo.



Inicio de macollamiento.



Primer deshierbo.



Inicio de espigado.



Mostrando granizada 24 horas después fenómeno natural.



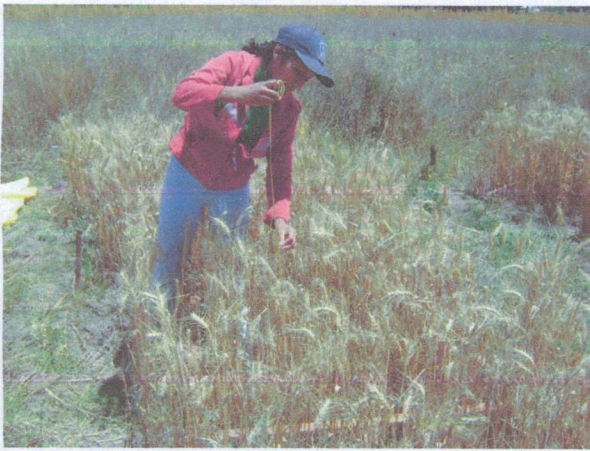
Inicio de floración.



Segundo deshierbo



Consecuencias del fenómeno natural granizada.



Evaluando altura de planta.



Evaluando número de espigas / m².



Midiendo longitud de espiga.



Cortando la planta de trigo.



Corte de los cuatro surcos centrales.



Embolsado de muestras para la evaluación.



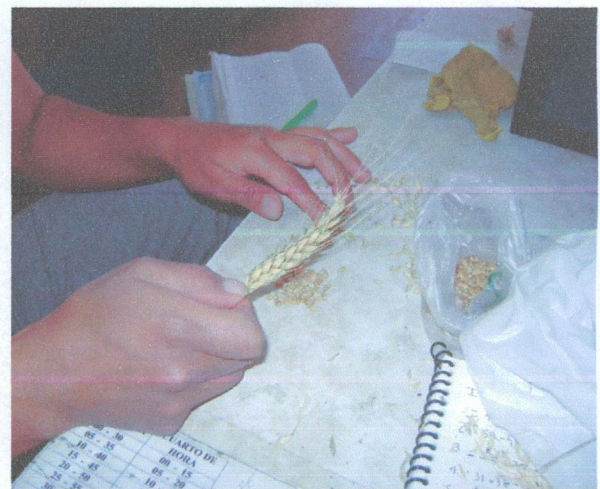
Llevando las muestras para la evaluación.



Evaluación en el laboratorio.



Pesado de muestras.



Contando número de granos / espiga.