

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTOBAL DE
HUAMANGA**
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



**“ROCA FOSFÓRICA Y DIATOMITA INCUBADAS CON
MICROORGANISMOS BENÉFICOS, EN EL RENDIMIENTO DE
CEBADA (*Hordeum vulgare* L.), CANAÁN 2750 msnm -
AYACUCHO”**

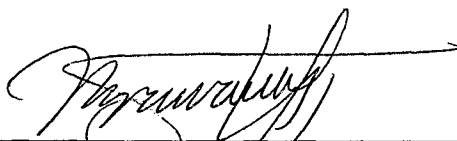
Tesis para obtener el título de:
INGENIERO AGRÓNOMO

Presentado por:
Nelson Félix HUARACA CUADROS

AYACUCHO – PERÚ
2010

**“ROCA FOSFÓRICA Y DIATOMITA INCUBADAS CON MICROORGANISMOS
BENÉFICOS, EN EL RENDIMIENTO DE CEBADA (*Hordeum vulgare* L.),
CANAÁN 2750 msnm – AYACUCHO”**

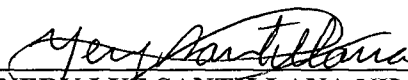
Recomendado : 02 de agosto de 2010
Aprobado : 04 de agosto de 2010



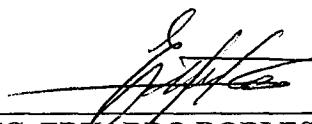
M.Sc. ING. FERNANDO NICOLÁS BARRANTES DELA GUILA
Presidente del Jurado



ING. ALEX LAZARO TINEO BERMÚDEZ
Miembro del Jurado



DRA. NERY LUZ SANTILLANA VILLANUEVA
Miembro del Jurado



ING. EDUARDO ROBLES GARCÍA
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, María y Félix,
y de manera muy especial a mi madre, quién
me brindó su apoyo y cariño en todo momento,
para el logro y consolidación de mi formación
profesional.

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

Con amor y ternura: a la
señorita Katia Y. P. C. por
su aliento y comprensión
permanente.

A mis familiares y amigos por
su apoyo constante, y que
hicieron realidad de mi formación
profesional.

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 del Área de de Suelos, en especial al Ing. Alex Lázaro Tineo Bermúdez, por su asesoramiento, aporte y colaboración en el desarrollo y conducción del presente trabajo de investigación. Así mismo, a los miembros del jurado: Ing. Fernando Nicolás Barrantes del Águila, Ing. Eduardo Robles García, Dra. Nery Luz Santillana Villanueva; 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.

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

índice

	Página
INTRODUCCIÓN	
CAPITULO I. REVISIÓN DE LITERATURA	01
1.1 EL CULTIVO DE CEBADA	01
1.1.1 Origen del Cultivo de Cebada	01
1.1.2 Taxonomía	02
1.1.3 Descripción Botánica	03
1.1.4 Condiciones Ecológicas y Edáficas	05
1.1.5 Labores Culturales	06
1.1.6 Plagas y Enfermedades	11
1.1.7 Composición Química de Cebada	14
1.1.8 Importancia	14
1.1.9 Descripción de algunas Variedades	17
1.1.10 Superficie Sembrada y Rendimiento de Cebada	19
1.2 LOS MICROORGANISMOS BENEFICOS (M. B.)	22
1.2.1 Definición	22
1.2.2 Tipo de Microorganismos	23
1.2.3 Modo de Acción de los Microorganismos	24
1.2.4 Aplicaciones de Microorganismos Benéficos (M.B.)	25
1.2.5 Los MB y su Acción Solubilizante	26

1.3	EL FÓSFORO	27
1.3.1	El Fósforo en el Suelo	29
1.3.2	El Fósforo en la Solución del Suelo	29
1.3.3	El fósforo en la Planta	30
1.3.4	Roca Fosfórica o Fosfatos Naturales	32
1.4	LA DIATOMITA	36
1.4.1	Composición y Propiedades	36
1.4.2	Propiedades Físicas y Análisis Químico de la Diatomita	37
1.4.3	Origen y Formación Geológica	38
1.4.4	El Sílice	38
1.4.5	Aplicación de Silicatos	41
CAPITULO II. MATERIALES Y MÉTODOS		42
2.1	UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO	42
2.2	ANTECEDENTES DEL TERRENO	43
2.3	ANÁLISIS QUÍMICO DEL SUELO	43
2.4	CONDICIONES CLIMÁTICAS	44
2.5	MATERIAL VEGETAL	47
2.6	METODOLOGÍA EXPERIMENTAL	48
2.6.1	Factores en Estudio	48
2.6.2	Diseño Experimental	48
2.6.3	Análisis Estadísticos	51

2.6.4	Características del Campo Experimental	51
2.7	INSTALACIÓN Y CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO	53
2.7.1	Solución Natural con Microorganismos Benéficos (MB)	53
2.7.2	Molienda de la Diatomita.	53
2.7.3	Roca Fosfórica y Diatomita Incubadas con M.B	54
2.7.4	Conducción del Experimento	54
2.8	VARIABLES EVALUADAS	57
2.8.1	Factores de Precocidad	57
2.8.2	Factores de Rendimiento	58
CAPITULO III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN		63
3.1	FACTORES DE PRECOCIDAD	63
3.2	FACTORES DE RENDIMIENTO	78
3.3	DETERMINACIÓN DEL FÓSFORO DISPONIBLE EN EL INCUBADO	98
3.4	MÉRITO ECONÓMICO	100
CAPITULO IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		103
4.1	CONCLUSIONES	103
4.2	RECOMENDACIONES	104
RESUMEN		105
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		106
ANEXOS		111

INTRODUCCIÓN

Uno de los factores que ocasiona los bajos rendimientos de la cebada en nuestra región, es la pobreza nutricional de los suelos; y sumado a esto los altos costos de los fertilizantes sintéticos. Ante estos hechos es necesario proponer tecnologías alternativas, las cuales existen y se encuentran en constante desarrollo. Una de estas técnicas es la denominada, "Microorganismos Efectivos (ME, EM), o Microorganismos Benéficos (MB), desarrollada en la década de los ochenta por el Doctor Teruo Higa en Okinagua, Japón.

La roca fosfórica o fosfato de Bayobar, es una fuente natural de fósforo, posee un 30% de P_2O_5 ; sin embargo, ha sido considerado siempre como un fertilizante de segundo orden, debido a su largo período de solubilización, y a que el fósforo no está en forma de iones de ortofosfatos: primarios y secundarios como es absorbido por la planta, motivo por el cual es usado sólo en cultivos perennes, en suelos ácidos y raras veces en cultivos anuales. La solubilización de distintas rocas fosfatadas y de otras fuentes de fósforo inorgánico por los microorganismos del suelo es una alternativa fundamental para incrementar la cantidad de fósforo disponible para la planta.

La diatomita, roca sedimentaria de origen orgánico, principalmente está constituida por la acumulación de caparzones microscópicos silíceas de las diatomeas. El silicio aunque no se le considere un nutriente, es removido anualmente por los cultivos, el uso de los MB en la diatomita

podría mejorar la disponibilidad del SiO_2 .

En el presente trabajo de investigación, se plantea reducir el periodo de solubilización de la roca fosfórica y diatomita, por acción de los microorganismos presentes en la solución de MB.

Por estas consideraciones se realizó el presente estudio con los siguientes objetivos:

Objetivo General:

Evaluar los efectos de la incubación de roca fosfórica y diatomita con Microorganismos Benéficos en el rendimiento de la cebada.

Objetivos Específicos:

1. Evaluar el efecto de niveles crecientes de roca fosfórica incubada con una solución de Microorganismos Benéficos, en la solubilización del fosfato de la roca fosfórica.
2. Evaluar el efecto de niveles crecientes de la roca fosfórica y diatomita, sometidas a 20 días de incubación con una solución de Microorganismos Benéficos, en el rendimiento del cultivo de cebada.
3. Determinar la dosis de aplicación de roca fosfórica y diatomita incubadas con Microorganismos Benéficos, que optimicen el rendimiento del grano cebada.

CAPITULO I

REVISION DE LITERATURA

1.1 EL CULTIVO DE CEBADA.

1.1.1 ORIGEN DEL CULTIVO DE CEBADA.

Según VAVILOV citado por PRADO (2009), existen dos centros de origen de la cebada, un Centro en Etiopia y África del norte de donde procede muchas de las variedades cubiertas con barbas largas (aristas), mientras que el otro es china, Japón y el Tíbet, de donde proceden las variedades desnudas, barbas cortas, y los tipos con grano cubiertos por caperuzas. Se estima que donde se cultivó primeramente fue en el sudoeste de Asia (5000 años AC). Aún pueden hallarse las cebadas silvestres, *Hordeum spontaneum* y *Hordeum ithuburens*, la primera es posiblemente el antepasado de la cebada de dos carreras y la segunda puede ser el de los tipos de seis carreras.

MOLINA (1989), afirma que la domesticación de la cebada comenzó hace unos diez mil años, cuando el hombre neolítico, seleccionó en las poblaciones silvestres de *Hordeum spontaneum* (cebada de dos carreras con el raquis frágil, que dispersa sus semillas una vez maduras) plantas que eran fácilmente cosechables por tener el raquis tenaz y, por tanto, no perder sus semillas al llegar a la madurez. Esta mutación, producida naturalmente en miles de ocasiones durante la historia de la especie, fue a partir de este momento el origen de una nueva planta cultivada. La zona geográfica en la que se produjo este hecho fue en la región conocida como creciente fértil, franja situada entre los valles de los ríos Eufrates y Tigres, en Mesopotamia, y cuna de civilizaciones antiguas. Estudios posteriores indican que sincrónica o subsidiariamente el fenómeno de la domesticación de la cebada se extendió por una inmensa zona con límite occidental de marruecos y oriental en las altiplanicies situadas entre China, Nepal e India. A lo que concluye el autor que la cebada no tiene un centro de origen sino un conjunto de ellos.

1.1.2 TAXONOMIA.

ROBLES (1985), Indica que el género *Hordeum* comprende cerca de 25 especies. Se encuentran especies diploides como tetraploides. Las especies cultivadas son diploides ($2n=14$), y son: *Hordeum vulgare*, *Hordeum distichum*, *Hordeum irregulare*. Las silvestres: *Hordeum. spontaneum*, *Hordeum agriocrithon*, *Hordeum pucillum*. Las especies tetraploides silvestres ($4n=28$) como: *Hordeum murinum*, *Hordeum bulbosum*, *Hordeum jubatum*, *Hordeum nodosum*.

La cebada pertenece a la familia Poaceae. Las cebadas cultivadas se distinguen por el número de espiguillas que quedan en cada diente del raquis. Si

queda solamente la espiguilla intermedia, mientras abortan las laterales, tendremos la cebada de dos carreras (*Hordeum distichum*); si abortan la espiguilla central, quedando las dos espiguillas laterales, tendremos la cebada cuatro carreras (*Hordeum tetrastichum*); si se desarrollan las tres espiguillas tendremos la cebada de seis carreras (*Hordeum hexastichum*).

(www.infoagro.com/herbaceos/forrajes/cebada).

La cebada desnuda es más redonda que la cebada vestida porque las glumas no aprietan la semilla, aparece como el cereal más representativo en los yacimientos lorquinos en época Calcolítica al igual que en otras zonas del sureste Español.

VIDAL (1963), indica la siguiente clasificación:

Reino	: Vegetal
División	: Fanerógama
Sub-división	: Angiosperma
Clase	: Monocotiledonea
Grupo	: Glumiflores
Orden	: Gramineales
Familia	: Gramineas
Género	: <i>Hordeum</i>
Especie	: <i>Hordeum vulgare</i> L.

1.1.3 Descripción Botánica.

ROMERO y GÓMEZ (2003), botánicamente describe a la cebada de la siguiente manera:

a) **Raíces.-** La cebada tiene dos tipos de raíces:

Raíces Seminales son aquellos que nacen de la semilla y permiten el establecimiento de la pequeña planta.

Raíces de la corona nacen de los nudos de la corona del tallo principal y de los macollos, se forma muy cerca de la superficie del suelo y permite que las plantas aprovechen los beneficios de un suelo bien preparado.

b) **Tallos**

Son cilíndricos y están formados de 5 a 7 nudos e internudos. La altura de la planta en variedades comerciales varía de 0.90 a 1.50 m. aproximadamente. El número de tallos o macollos por planta depende de la variedad, la cantidad de semilla que se pone por hectárea, el abonamiento y la humedad. Los macollos o hijuelos se forman de las yemas axilares en la base de los nudos del tallo principal y de los macollos.

c) **Hojas**

Las hojas nacen de cada nudo del tallo y se colocan alternadamente a ambos lados del mismo. Su número por tallo varía de 5 a 10. Cada hoja consiste de una vaina, lígula, aurícula y lámina.

d) **Inflorescencia**

Es una espiga ubicada en la parte terminal del tallo. Esta formada de espiguillas que se colocan en forma alterna y opuesta en los nudos del raquis o el eje de la espiga. Las espiguillas están formadas de: dos glumas reducidas y de forma lineal terminadas en una arista de longitud variable. Una florecilla, está formada de una bráctea o glumilla llamada lemma (con o sin arista); una bráctea llamada palea; un pistilo con un ovario y 2 estilos con estigmas pubescentes, tres

anteras, dos lodículos y una raquilla. La longitud de la arista de la lemma puede variar pudiendo alcanzar unos 30cm.

d) Fruto y Semilla

Es una cariósida seca e indehiscente que se caracteriza por el pericarpio o envoltura del fruto está fuertemente pegada a la envoltura de la semilla. En la mayoría de los granos de la cebada las brácteas lemma y palea se pegan al fruto y forman el grano vertido por qué no se despegan en el momento de la trilla. Pero también existen cebadas en las cuales la lemma y la palea se despegan cuando se las trilla y se conocen como granos desnudos.

1.1.4 Condiciones Ecológicas y Edáficas.

a) Clima

Es muy poco exigente, por lo que su cultivo se encuentra muy extendido aunque crece mejor en climas frescos y moderadamente secos. La cebada requiere menos unidades de calor para alcanzar la madurez fisiológica, por ello alcanza altas latitudes y altitudes.

(www.infoagro.com/herbaceos/farrajcs/cebada).

Para la producción de grano se puede sembrar desde los 3000 msnm hasta los 3600 msnm (ROMERO y GÓMEZ, 2003).

b) Temperatura

Para germinar necesita una temperatura mínima de 6°C florece a los 16°C y madura a los 20°C tolera muy bien las bajas temperaturas, ya que puede llegar a soportar hasta -10°C.

(www.infoagro.com/herbaceos/forrajes/cebada).

c) Suelo

La cebada prefiere tierras fértiles, pero puede tener buenas producciones en suelos poco profundos y pedregosos, con tal que no falte el agua al comienzo de su desarrollo. No le van bien los terrenos demasiado arcillosos y tolera bien el exceso de salinidad en el suelo. En cuanto al calcio, la cebada es muy tolerante, vegetando bien incluso en suelos muy calizos, por lo que muchas veces a este tipo de suelo es corriente llamarlos "cebaderos"

(www.infoagro.com/herbáceos/forrajes/cebada).

ROBLES (1995), señala que este cultivo se adapta a muy diversos tipos de climas y suelos, es una de las razones de su distribución mundial. Los mejores rendimientos se obtienen en suelos con buen drenaje, profundo y con un pH de 6 a 8.5. Los suelos con excesivo nitrógeno inducen al encamado e incrementa el % de nitrógeno en el grano hasta niveles inapropiados si se destina a la fabricación de malta para cerveza.

1.1.5 Labores Culturales.

a) Preparación de Terreno

ROMERO y GÓMEZ (2003), las labores agrícolas se deben programar en una fecha cercana a la siembra. La aradura se realiza con humedad a punto, desterronamiento y nivelación con un tablón o niveladora para que el suelo queda emparejado y se facilite una distribución de los fertilizantes, semillas y el agua.

b) Siembra

La cantidad de semilla a emplear es muy variable. Es frecuente que la cantidad empleada oscile entre 120 y 160 Kg.Ha⁻¹, cuando se siembra a mana se dice que se siembra "a voleo". En este caso la distribución no es regular. La

siembra a chorrillos con sembradora se suele realizar con distancias que varían algo entre líneas.

(canales.hoy.es/canalagro/datos/herbaceos/cereales/cebada)

ROMERO y GÓMEZ (2003), señalan a los siguientes métodos:

Siembra Manual, al voleo, se debe trazar con yunta o guiarse con las huellas del tractor. Esta división previa del terreno permitirá una aplicación uniforme de las semillas. Debe ser realizada por personal de experiencia y considerar una mayor cantidad de semillas. En surcos se recomienda emplear surcos distanciados a 40 cm o menos. Las semillas se colocan a chorro continuo al fondo del surco.

Siembra Mecanizada, empleando sembradoras, abonadoras mecanizadas que siembran en líneas o surcos en forma uniforme, regulándolos para determinar la cantidad de semillas y fertilizantes a emplear.

La profundidad de siembra a emplear es de 2 a 5 cm las siembras profundas afectan al desarrollo de las plántulas reduciendo el número de macollos o espigas que pueden formar, afectando el rendimiento.

c) Densidad de Siembra

La producción de las cebadas de invierno es mas homogénea que las de primavera, y su exigencia en abonos minerales de estas últimas es menor, pues su sistema radicular esta mas desarrollado y aprovecha mejor todos los nutrientes del terreno. La cantidad de semilla depende del tipo de cebada (de invierno o de primavera). En la cebada de invierno sembrada a voleo se emplean de 150-180 Kg.Ha⁻¹, y si se realiza en líneas esta cantidad disminuye de 120 a 125 Kg.Ha⁻¹. En las cebadas de primavera se emplea mas cantidad de semilla, si las siembras son tardías deben ser mas densa. Si la cebada se destina a forraje

verde se emplea mayor cantidad de semilla. Las cebadas cerveceras se suelen sembrar en líneas, pues su maduración resulta más homogénea.

La cantidad de semilla a emplear es muy variable. Normalmente la cantidad empleada oscila entre 120 y 160 Kg.Ha⁻¹ la siembra a chorrillo con sembradora, es el método mas recomendable, pues hay un mayor ahorro de semilla, las poblaciones de plantas son mas uniformes y hay una menor incidencia sectorial de enfermedades. Se suele realizar con distancias que varían algo entre Líneas. Son corrientes las sembradoras fijas que guardan una distancia entre Líneas de 17 ó 18 cm. (www.agri-nova.com).

d) Riego

La cebada tiene un coeficiente de transpiración superior al trigo, aunque, por ser de ciclo más corto, la cantidad de agua absorbida es algo inferior. La cebada tiene como ventaja que exige más agua al principio de su desarrollo que al final. La cebada es más resistente a la sequía que el trigo, y de hecho así es, a pesar de tener un coeficiente de transpiración más elevado. En el riego de la cebada hay que tener en cuenta que este favorece el encamado, a lo que la cebada es tan propensa. El riego debe hacerse en la época del encamado, pues una vez espigada se producen daños, a la par que favorece la propagación de la roya.

ROMERO y GÓMEZ (2003), señalan que en condiciones de Sierra el cultivo se conduce bajo secano, cuando hay déficit de lluvia se recomienda bajo riego. Es indispensable que haya humedad adecuada en la época de germinación, macollamiento, encañado, inicio de espigado y grano lechoso, dependiendo del ciclo de vida del cultivo se recomienda 4 a 5 riegos.

e) Abonado

Menciona que el ritmo de absorción de materias minerales en la cebada es muy elevado al comienzo de la fase vegetativa, disminuyendo después hasta llegar a anularse, habiéndose observado incluso, en algunos casos, excreciones radiculares de la vegetación.

(www.infoagro.com/herbaceos/forrajes/cebada).

La respuesta al nitrógeno puede variar con el periodo de crecimiento del cultivo, la variedad, el nitrógeno disponible en el suelo, que se relaciona con el nitrógeno residual del cultivo anterior y con las condiciones climáticas. Hay que tener en cuenta no hacer aportaciones excesivas de Nitrógeno, ya que es sensible al encamado. En los suelos ligeros conviene fraccionar la aplicación de Nitrógeno para que sea utilizado con mayor eficiencia por la planta.

El fósforo es absorbido sobre todo al comienzo de la vegetación, estando su absorción ligado también a la del nitrógeno. Tiene una influencia decisiva sobre el rendimiento en grano de la cebada incrementa su resistencia al frío invernal. El fósforo no se lava, pero si se retrograda en un buen porcentaje, pasando a formas no asimilables, siendo especialmente importantes, pues la cebada suele sembrarse en terrenos calizos.

GARDA, citado por PRADO (2009), señala que la potasa constituye uno de los macro elementos esenciales en caso de cereales aumenta la resistencia de los reales al encamado, pues da rigidez a los tejidos, aumenta la resistencia a la helada al elevar el contenido de la savia en elementos minerales, favorece desarrollo de las raíces, disminuye la transpiración de la planta por lo que la hace más resistente a la sequía, para producción de 2 500 Kg.Ha⁻¹, un abonado lógico

sería: 75N, 75 P₂O₅ y 75 K₂O. Es natural que una cebada que vaya en segunda o tercera paja admita más nitrógeno que la que vaya sobre barbecho, especialmente si esta ha sido ocupada por una leguminosa.

ROMERO y GÓMEZ (2003), recomiendan dosis según la riqueza del suelo como por ejemplo para suelos pobres recomiendan 56-60-0, suelos de mediana fertilidad 40-60-0 y finalmente suelos de alta fertilidad 23-0-0 UF/Ha⁻¹ (N, P₂O₅, K₂O).

f) Control de Malezas

ROMERO y GÓMEZ (2003), recomiendan: control cultural a través de la aradura, uso de variedades de crecimiento vigoroso inicial:

Control manual deshierbe a mano siempre que el campo es pequeño y disponga de mano de obra, se realiza cuando la planta esta macollando.

Control Químico para ello se debe distinguir las malezas de hoja ancha y hoja angosta o gramínea. El empleo de herbicidas debe integrarse con las prácticas culturales, que proporcionan control integrado de malas hierbas.

g) Cosecha

En cuanto a este rubro ROMERO y GÓMEZ (2003) señalan los siguientes métodos de cosecha:

Cosecha Manual, cuando los granos se encuentran en el estado " rayable con la uña" muy de mañana iniciar el corte de las plantas con las hoces o segaderas a unos 10 a 15 cm. a ras del suelo, tratando de mantener el mismo río para facilitar la formación de atados o parvas, estas deben ser trasladadas a un lugar plano, se utilizan palos, animales o tractor. Esta labor se debe hacer a partir del mediodía con el material seco sin el rocío de la mañana, luego al venteado para eliminar la

paja y tener los granos limpios. Finalmente guardar en sacos limpios y poner los sacos en unos lugares sombreados, aireados, seguros y sobre una tarima.

Cosecha Manual-Mecánica, se utiliza la trilladora estacionaria. La única diferencia con la cosecha manual está en la trilla, venteo y limpieza que serán hechas por la máquina.

Cosecha Mecánica, a la trilladora combinadas o autopropulsada que cortan, trillan y limpian los granos esta se debe realizar en el estado frágil bajo al diente.

g) **Rendimiento.**

Las variedades comerciales Zapata, UNA 80, UNA 8270, Yanamuclo 87, buena Vista, UNA 95 y UNA 96 poseen rendimiento en Sierra promedio de 2000, 2 200, 5000, 2400, 2500, 2500 y 4700 Kg.Ha⁻¹ respectivamente. Sin embargo, el rendimiento promedio nacional según censo agropecuario resulta en promedio de 855 Kg.Ha⁻¹ (ROMERO y GÓMEZ, 2003).

1.1.6 **Plagas y Enfermedades.**

(www.infoagro.com/herbáceos/forrajes/cebada). Menciona que las las principales plagas y enfermedades que ataca al cultivo de Cebada son:

1.1.6.1 **Plagas.**

Pulgones (*Schizapis graminum*, *Rhopalosiphum padi*, *sitobion avenae*) producen importantes daños en la cebada, sobre todo el primero de ellos es el principal vector del virus del enanismo amarillo (BYDV).

ROMERO y GÓMEZ (2003), manifiestan que los áfidos son causantes de las porque debilitan a la planta al succionar la savia y transmiten enfermedades virósicas, como el enanismo amarillo. Su control es simple, puede lograrse mediante el uso de los siguientes productos, antes que la población sea muy

numerosa lo que se aprecia por que el follaje se cubre de fumagina o una mancha negra pegajosa, se controla con Metasystox se aplica 750 cm³ en 200 lt. de agua por hectárea, Pirimicarb, conocido como primor 50G.D, la dosis recomendada para una hectárea es de 100 a 200 gr en de 200 lt. Usar adherente (Citowett): 200 cm³ para 400 lt. de agua, especialmente en época de lluvias.

1.1.6.2 ENFERMEDADES.

Las Principales enfermedades son:

Roya Parda (*Puccinia anomala*)

Produce pequeñas pústulas sobre las hojas de color pardo anaranjado y después de color negro, de donde se desprende polvillo del mismo color.

Roya Amarilla (*Puccinia glumarum*)

Sobre las hojas produce pústulas amarillentas dispuestas en líneas paralelas. A continuación aparecen pústulas negras.

ROMERO y GÓMEZ (2003), consideran que la roya de mayor importancia en la sierra es la Roya Amarilla (*Puccinia striiformis* f. *sp. hordei*).

Las variedades UNA 80, UNA 8270, Yanamuclo, Buena vista, UNA 96 son resistentes a la roya amarilla y no necesitan control químico. Las royas pueden controlarse con los siguientes productos: Triadimefon conocido comercialmente como Bayleton 25% (polvo mojable): 0.5 kilos en 200 lt. de agua por hectárea el propicanizol, llamado comercialmente Tilt 250 (concentrado emulsionado): 0.5 a 1 litro por hectárea.

Manchas Foliares

Un grupo de hongos producen manchas de diferente color y aspecto en el follaje de la cebada, principalmente el grupo conocido como: Oidiosis,

Helmintosporiosis, Rincosporiosis o escaldadura. Estas enfermedades pueden ser controladas por el tilt 250 a la misma dosis indicada para las royas. La Helmintosporiosis, también puede ser controlada con el Tiofanate Metil + thiram su nombre comercial es HOMAI WP, la dosis de aplicación es de 200g /1000 Kg de semilla. La semilla se puede tratar en seco antes de la siembra.

Carbón Desnudo (*Ustilago nuda*)

La infección tiene lugar cuando se están desarrollando los granos en la espiga. Las esporas del hongo, son transportados por el aire, caen sobre las granos en crecimiento, germinan y penetran en ellos. Estos conservan su apariencia externa completamente normal, pero al sembrarlos la nueva planta que de ello se origina está completamente invadida por el hongo, apareciéndose la invasión en las espigas, quedando reducidas el raquis, cubierto de polvo negro, que se diseminan por el aire, propagándose así la enfermedad.

Carbón Vestido (*Ustilago horrida*)

Se comporta de un modo parecido al tizón del trigo, las espigas atacadas presentan un aspecto externo normal, pero tienen los granos llenos de polvo negro. Cuando los granos infectados se siembra, las esporas que contienen penetran dentro de la plántula, invadiendo las zonas de crecimiento. Control prevenirse su propagación mediante la desinfección de semillas.

1.1.7 Composición Química de la Cebada.

Cuadro 01: Análisis químico proximal de la cebada (% sobre la materia seca de grano).

CEREAL	PROTEINA %	GRASA%	CARBOHIDRATOS%	FIBRA %	CENIZA
Arroz Pilado	10.10	2.10	86.40	1.00	1.40
Avena Pilada	14.70	8.00	72.00	4.00	2.00
Cebada Cubierta	12.20	1.90	75.90	6.80	3.10
Cebada Desnuda	13.30	2.60	80.00	1.90	2.00
Cebada Perlada	12.00	1.50	84.30	1.00	1.20
Maíz	10.30	4.50	81.50	2.30	1.40
Trigo	13.40	2.40	79.90	2.40	1.90

Fuente: ROMERO y GÓMEZ (2003)

1.1.8 Importancia.

La cebada ocupa el cuarto lugar en importancia a nivel mundial entre los cereales, después del trigo, maíz y arroz. La razón de su importancia se debe a su amplia adaptación ecológica y a su diversidad de aplicaciones.

ROMERO y GÓMEZ (2003), señalan que con la cebada se elaboran varios alimentos como el morón (grano perlado), pusra (grano semitostado partido), machca (grano tostado y molido), harinas, hojuelas, panes, la cebada sin cascara se puede utilizar como insumo para la preparación de sopas, en segundos como sustituto del arroz, postres y desayuno; sus plantas pueden ser empleadas como forraje en verde o seco.

Kopato: Alimento en el Incanato

En las provincias de Víctor Fajardo, Huancasancos y Cangallo;

específicamente en los distritos Huamanquiquia, Carapo (Portacruz, Manchiri y Taulli) y Sarhua respectivamente, realizan la siembra de cebada en épocas de lluvia en los meses de noviembre a diciembre y cosechan los meses de mayo a julio según su precocidad; siembran al voleo no utilizan fertilizantes químicos, pocas familias en especial personas de edad avanzada poseen en forma escasa la semillas de Kopato, llamado también "Kumba", "puño" "Gentilpasarachan"; El Antropólogo de Huancasancos Edmundo Pérez Huamán en su trabajo de investigación realizado en el año de 1970 sobre "Restos Prehispánicos" anuncia que encontraron semillas de "Kopato" y/o Gentilpasarachan" en maqma y/o ollas preincaicas en los restos arqueológico "Pukara" que perteneció probablemente a la cultura Chanca; ubicado a alturas de Portacruz a 3550 msnm colindante con el centro poblado Huarcaya (Huancasancos, mito popular recopilado en el año 2006).

El Dr. Santiago Erik Antúnez de Mayolo con el apoyo de técnicos a nivel nacional realizaron investigación sobre clasificación de plantas alimenticias y medicinales oriundas, incluido Ayacucho; en uno de sus reiteradas cartas hacia este por el Doctor menciona al respecto ¿Cómo es el Kopato? ¿Crece silvestre o es cultivado? estoy buscando dos cereales que existieron en época prehispánica, y tal vez sean las que Ud. me refiere, debe tratar de evitar que se extinga, si lo hacen lo vuelvan a sembrar este año y si es silvestre buscar quien lo comience a cultivar" (ANTÚNEZ, 1981).

ANTÚNEZ (1981), en su trabajo de investigación publicado en su libro "Nutrición en el antiguo Perú" sostiene que al trigo, cebada, centeno, se le denomina genéricamente como sussuwa. Ello estaría indicando la existencia de

un cereal prehispánico parecido a las especies antes mencionadas que fueron introducidos, y que debieron ser empleadas en la alimentación. En Ancash existen las voces de shupru y kara poqa, y se llama chili o pahla a un grano parecido a la cebada, mientras que en Puno se le llama también Chili, Kara y Hiwicto. En Pasco se conoce la voz urso y en Ayacucho la de copato, es decir, nombres nativos probablemente relictos de cereales extinguidos o hibridados. Aun hace mas verosímil la existencia del cereal prehispánico el que a la cebada o trigo que se le quita la cascara y epispermo se le denomina cuscus o llunku, pero si esta operación no hubiera existido antes debía llamarse a estos granos "pelados" o "resbalado", que son las designaciones castellanas que le corresponden...

En la actualidad el Kopato y demás variedades locales de cebada sin cascara se encuentran en estado de extinción. La existencia de un mito creado por los españoles invasores donde exigían a los antiguos peruanos a cultivar productos introducidos tanto vegetales y animales; amenazando que de seguir criando sus vegetales y animales oriundas como cuyes, llamas y/o alpacas morirían sus vacas y ovejas que entonces criaban y con los que pagaban sus tributos, por el cual los antiguos Peruanos dejaron de criar sus cuyes, llamas y/o alpacas y fueron pocos los que continuaron criando pero de manera oculta y en las partes altas; por correlación se produjo con los vegetales nativas entre ellos el cereal Kopato; (Extracción de Mito Popular). Su estado de extinción atribuyen los comuneros por la enfermedad fúngica traído por los Españoles junto a los demás cereales llamado "Atupan", "Lutupan" más conocido como Carbón vestido y desnudo de la cebada, a su difícil cosecha manual y de igual manera a la introducción de nuevas variedades comerciales que generalmente son cebadas

con cascara a través de programas nacionales. (Extraído de los pobladores de la zona Huancasancos, Huancapi, Cangallo y Sucre). Su importancia principal es que ha contribuido desde tiempos milenarios en la alimentación principal del poblador Andino hasta la actualidad por ello se puede ver en las zonas Andinas señaladas en potajes como: mazamorra, sopa (Kuta), grano tostado (machka), picante, canchita, sanco, puñuelos (Torrejas), morón americano y hasta para curar a sus animales contra la fiebre aftosa. Señalan que el Kopato es más exquisito por su suavidad, no malogra al estomago y/o no es pesado a comparación de las de mas qalascebada, cebada con cascara y trigo. Fuente: Entrevista 2006. Los demás qalascebada en estudio como la "Qechqa" llamado también "Kuchipachupan" y "Cintuycha" y la qalascebada Sucre fueron introducidos por programas nacionales en cultivo de cebada.

CORNEJO y otros (2003), señala en su libro "Cocina Novo andina" un recetario completo a base de cebada entradas como aji de gallina, escabeche, aji de atún, etc.; sopas como: chupe de morón de cebada, cremas de zapallo con hojuelas de cebada, etc.; segundos como: chaufa de morón de cebada, carapulca, lasaña, picante, morón con pollo, etc. desayunos como: pan de cebada, desayuno con hojuelas de cebada, etc. reemplazando así a la emperatriz de los cereales como es el arroz.

1.1.9 Descripción de Algunas Variedades.

ROMERO y PALACIOS citado por PRADO (2009), caracteriza a la variedad de la siguiente manera:

a) Variedad UNA 80

Origen. Obtenida por cruce de linajes experimentales con variedades

comerciales extranjeras introducidas al país, realizado por el Programa de Cereales UNALM. Estas variedades fueron lanzadas y puestas a disposición de los agricultores el año de 1981 UNA 80 como progenitores ha tenido: CNC 203346 XCXXI. Pedigree: PC 76 LM-15J-7An-1LM-10An-3CzOLM.

Características Agronómicas

Altura aproximada de 1.10 m; de mediana resistencia al encamado, espiga de seis carreras, de grano cubierto, cascara de grado tres, color de cascara de grado dos, tamaño mediano a grande, proteína que varían de 11-12%, peso hectolítico comprendido entre 60-70 kg/hl; Peso de 1000 granos comprendido entre 54 - 65 g.

Periodo Vegetativo

Ciclo semitardío de 130-140 días, espiga a los 77 días de la siembra resistente al ataque de la roya amarilla. Rendimiento en promedio alrededor de 3500 kg/Ha⁻¹ recomendado para la sierra media y alta.

b) Variedad Kopato

Variedad local cebada sin cascara, denominado Kopato, Soqta esquina en Huancasancos, Kumba en Huancapi, se obtuvo el material genético en la zona de Huancasancos se presume que existió o fue introducido en la época preincaica; fruto semilla de forma ovalada de 5-7 mm la arista de la espiga es de forma caperuza de seis carreras. Sus hojas son anchas color verde oscuro, presenta lígula que se entrecruzan.

c) Variedad Qechqa

Cebada sin cascara, material obtenido en la zona de Víctor Fajardo, denominado Qechqa en Sarhua (Cangallo), Taulli y Manchiri (Carapo), Cuchipa

chupan en Huamanquiquia (V́ctor Fajardo), fruto semilla de forma alargada de 9-10 cm posee espiga con arista de dos carreras. Presenta arista barbada alargada promedio de 9-10 cm de longitud. Las hojas son de color verde oscuro, presenta ĺgula entrecruzada de color morado.

d) Variedad Sucre

Material obtenido en la zona de Sucre en el distrito de Chilcayocc, denominado qalascebada sucre, fruto semilla alargada de 7-8 mm espiga con arista de seis carreras. La arista es alargada con un promedio de 4-5 cm las hojas son de color verde claro, presenta ĺgula que se entrecruza.

e) INIA - 411 SAN CRISTOBAL

Origen. La nueva variedad de cebada INIA 411 SAN CRISTOBAL procede del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), se trata de la línea CI 10622 / CI 5824 obtenido de una cruza simple (ESTRADA, 2005) cuyos progenitores son:

- Progenitor Femenino : CI10622
- Progenitor masculino : CI5824
- Pedigree : II – 11720

Reacción a Enfermedades.

Roya amarilla o lineal : Resistente

Roya de la hoja : Moderadamente resistente

Tizón foliar : Resistente

Manchas foliares : Resistente

1.1.9.1 Superficie Sembrada de Cebada. Ver cuadro número 02.

1.1.9.2 Rendimiento de Cebada. Ver cuadro número 03.

Cuadro 02: Superficie sembrada de cebada por provincias (Ha)

PROVINCIA / DISTRITO	2000-01	2001-02	2002-03	2003-04	2004-05	2005-06	2006-07	
	2007-08							
AYACUCHO	5466	6064	6844	5510	6554	6569	8007	7479
HUAMANGA	3221	3790	4129	2843	4251	4282	4490	4773
Ayacucho	36	22	160	129	167	101	285	300
Chiara	621	840	259	305	200	469	229	295
Ocros	120	80	163	123	229	208	236	194
Quinua	190	200	135	10	19	59	66	75
Socos	450	300	393	516	597	611	615	653
Vinchos	380	950	1478	836	1407	1362	1444	1578
CANGALLO	1730	1935	2278	1748	1692	1703	2726	2029
Cangallo	164	342	284	208	199	182	156	100
Chuschi	220	199	239	310	58	236	414	367
Totos	610	670	908	877	890	843	1310	864
HUANTA	515	339	437	919	611	584	791	677
Huanta	148	80	118	123	139	235	260	136
Ayahuanco	53	38	57	322	173	172	162	167
Huamanguilla	116	54	41	109	67	64	130	126
Iguain	65	8	58	71	22	44	30	38
Luricocha	76	120	71	210	150	30	124	118
Santillana	57	39	92	84	60	39	85	92

Cuadro 03: Rendimiento de cebada por provincias (Kg.Ha¹)

PROVINCIA / DISTRITO	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
AYACUCHO	2711	4259	872	2549	2722	2741	2781	2703	2973
HUAMANGA	897	780	920	815	873	952	1000	926	1097
Ayacucho	950	861	1091	800	853	866	954	867	853
Acocro	1009	865	848	822	863	934	1179	891	1372
Acos Vinchos	875	789	870	821	900	882	959	887	899
Quinua	962	732	850	821	900	1077	1000	894	926
socos	750	773	857	814	877	977	986	934	882
Tambillo	836	734	892	820	873	887	936	872	885
Vinchos	833	763	903	807	876	1004	932	911	1129
CANGALLO	855	798	822	860	886	861	872	876	937
Cangallo	817	884	808	901	950	802	897	843	940
Chuschi	890	850	814	862	829	810	864	911	929
HUANTA	959	901	856	874	963	928	909	901	939
Huanta	980	973	844	907	992	906	1000	915	949
Ayahuanco	887	868	935	807	1000	931	808	889	916
Huamanguilla	992	836	843	927	826	1000	813	862	929
[guain	889	923	1000	879	958	955	932	833	921
Luricocha	935	882	840	803	976	947	933	927	958
santillana	895	877	861	902	929	833	923	929	7%

Fuente: DRAA – Ayacucho.

1.2 LOS MICROORGANISMOS BENÉFICOS (MB).

1.2.1 Definición.

CHUJO (2004), indica que EM significa Microorganismos Eficientes. Contiene organismos beneficiosos de 3 géneros principales: bacterias fototróficas, bacterias de ácido láctico y levadura. Estos microorganismos efectivos, 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,

Los microorganismos eficientes fueron desarrollados en forma líquida a lo largo de muchos años por el Prof. Teruo Higa, de la Universidad de Ryukus, y el estudio se completó en 1982. Al principio, EM era considerado una alternativa para químicos agrícolas. Pero su uso ahora se ha extendido a aplicaciones en los campos ambiental, industrial y de la salud. Sin embargo, se debe enfatizar que EM no es ni un químico sintético ni una medicina.

HIGA y PARR (1991), menciona que los EM, es una abreviación de Effective Microorganisms (Microorganismos Eficaces), cultivo mixto de microorganismos benéficos naturales, sin manipulación genética, presentes en ecosistemas naturales, fisiológicamente compatibles unos con otros.

FAO (2007), señala que los ME son una mezcla de todos los tipos de microbios que ocurren de manera natural, como los fijadores de N_2 , 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.

1.2.2 Tipo de Microorganismos.

HIGA y PARR (1991), afirman que los principales grupos de microorganismos presentes en el EM son: Bacterias Fototróficas, Bacterias Ácido lácticas, Levaduras. SUQUILANDA (2001), indica que los microorganismos del EM son: Bacterias Acido lácticas, Levaduras, Bacterias Fotosintéticas, Actinomicetos.

Bacterias Fototróficas. 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 Eficaces.

Bacterias Ácido Lácticas. Estas bacterias 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. Estos microorganismos 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 actinomycetos.

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.

GÁLVEZ (2009), reporta un análisis básico de los microorganismos existentes en la solución de MEN y del capturador de microorganismos (arroz impregnado de microorganismos) la existencia de bacterias en mayor cantidad y hongos en menor cantidad. Encontrando diversas colonias de bacterias las cuales son Gram positivas y Gram negativas, y poseen mayormente las formas cocobacilares y cocos. En los hongos se observan las hifas y conidias.

1.2.3 Modo de Acción de los Microorganismos.

HIGA y PARR (1991), indican que:

Los diferentes tipos de microorganismos en el EM, toman sustancias generadas por otros organismos basando en ello su funcionamiento y desarrollo.

Las raíces de las plantas secretan sustancias que son utilizadas por los Microorganismos Eficaces para crecer, sintetizando aminoácidos, ácidos nucleicos, vitaminas, hormonas y otras sustancias bioactivas.

Cuando los Microorganismos Eficaces incrementan su población, como una comunidad en el medio en que se encuentran, se incrementa la actividad de

los microorganismos naturales, enriqueciendo la microflora, balanceando los ecosistemas microbiales, suprimiendo microorganismos patógenos.

1.2.4 Aplicaciones de los MB.

HIGA y PARR (1991), indican las aplicaciones del ME en la Agricultura:

En semilleros:

- Aumento de la velocidad y porcentaje de germinación de las semillas, por su efecto hormonal, similar al del ácido giberélico.
- Aumento del vigor y crecimiento del tallo y raíces, desde la germinación hasta la emergencia de las plántulas, por su efecto como rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal.
- Incremento de las probabilidades de supervivencia de las plántulas.

En las plantas:

- Genera un mecanismo de supresión de insectos y enfermedades en las plantas, ya que pueden inducir la resistencia sistémica de los cultivos a enfermedades.
- Consume los exudados de raíces, hojas, flores y frutos, evitando la propagación de organismos patógenos y desarrollo de enfermedades.
- Incrementa el crecimiento, calidad y productividad de los cultivos.
- Promueven la floración, fructificación y maduración por sus efectos hormonales en zonas meristemáticas.
- Incrementa la capacidad fotosintética por medio de un mayor desarrollo foliar.

En los suelos:

- Efectos en las condiciones químicas del suelo: Mejora la disponibilidad de nutrientes en el suelo, solubilizándolos, separando las moléculas que los mantienen fijos, dejando los elementos disgregados en forma simple para facilitar su absorción por el sistema radical.
- Efectos en la microbiología del suelo: Suprime o controla las poblaciones de microorganismos patógenos que se desarrollan en el suelo, por competencia. Incrementa la biodiversidad microbiana, generando las condiciones necesarias para que los microorganismos benéficos nativos prosperen.

1.2.5 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 actinomycetos 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.

1.3 EL FÓSFORO.

BUCKMAN y BRADY (1985), menciona que exceptuando al nitrógeno, ningún elemento es tan decisivo para el crecimiento de las plantas, como el fósforo.

FASSBENDER (1984), 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 HPO_4^{2-} . 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.

1.3.1 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 (1984), indica 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.*

1.3.2 El Fósforo en la Solución del Suelo.

THOMPSON (1974), indica los iones fosfato en la solución suelo a pH de 2 y 7, predominan los iones H_2PO_4^- y entre 7 a 12, iones $\text{H}_2\text{PO}_4^{=}$. 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.

1.3.3 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 (1984), 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), menciona 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 nucleico, 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 periodo 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.
- Confiere a las plantas 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.

1.3.4 Roca Fosfórica o Fosfatos Naturales.

ALARCÓN citado por GÁLVEZ (2009), basado en fuentes del Laboratorio Químico de la Universidad de Piura, menciona que en el desierto de Sechura (Piura), se encuentra ubicada 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 "FOSBAYOBAR" 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,
Color	: 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_2O_5 Sin pulverizar, soluble en ácido cítrico al 2 %	12.1
P_2O_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 % P_2O_5 . 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 P_2O_5 de 30 %, el Cd también puede expresarse como 8 - 665 mg/Kg de P ó 3 - 290 mg/Kg de P_2O_5). 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 P_2O_5 (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 (1987) 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 fosfórica como son: contenido de fosfatos, su solubilidad, su disolución, su localización, dosis, finura y su dureza.

FINCK (1985) y CATEDRA IX (1982), menciona 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.

1.4 LA DIATOMITA.

1.4.1 Composición y Propiedades.

La diatomita es una roca silícea de origen sedimentario, presentando diversos grados de consolidación; principalmente está constituida de restos fosilizados de diatomeas, representa una forma única de sílica por cuanto no encontró en la naturaleza o haya sido producida por la manufactura de arte, que tenga sus características de estructura física. La diatomita pura está formada por sílica opalina o hídrica, presentando en solución sólida o como una parte esencial del complejo de ópalo, pequeñas cantidades de componentes inorgánicos asociados – alúmina, hierro, tierras alcalinas, metales alcalinos y otros constituyentes menores. La diatomita también contiene cantidades inusuales de agua libre, la cual puede variar de 10 a 60 % o más. Los depósitos más importantes del mundo, se caracterizan por ser depósitos del tipo seco, en donde la diatomita se presenta como material de peso liviano. La densidad aparente (base seca) in situ varía de 0.32 a 0.64 Tm/m³. El depósito Tarucani en Arequipa presenta un potencial estimado de 50 MM de Tm. La composición representativa es la siguiente:

SiO ₂	69.2 %
Al ₂ O ₃	5.2 %
Fe ₂ O ₃	2.2 %
CaO	4.68 %
MgO	6.5 %
K ₂ O	1.04 %
Na ₂ O	1.18 %
TiO ₂	0.34 %

La diatomita en Ayacucho contiene entre 85 a 98 % de ópalo (SiO₂ amorfo).

1.4.2 Propiedades Físicas y Análisis Químico de la Diatomita

En cuanto a la naturaleza y propiedades de la diatomita utilizada en el presente trabajo; JARA, citado por Tineo (1987), realizó interesantes determinaciones que se muestran a continuación:

Cuadro 1.3: Propiedades físicas de la diatomita.

Procedencia	Granulometría %		Peso específico (g/cm ³)	Solubilidad g/100 ml
	0.20 mm	0.074 mm		
Kikapata	-	100	1.95	0.022

Cuadro 1.4: Análisis químico de la diatomita (%).

Procedencia	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	Fe ₂ O ₃	K ₂ O	Na ₂ O	Otros
Kikapata	80.0	9.0	0.6	0.4	3.8	3.1	0.8	2.3

Otras propiedades de la diatomita descrita por Jara (1972), señala que es friable, porosa y ligera de una densidad de 1.9 g/cm³, absorbe hasta 25 – 45 % de

agua, es insoluble en los ácidos inorgánicos, de plasticidad reducida, estructura microscópica, textura muy fina y de color blanco.

1.4.3 Origen y Formación Geológica.

La diatomita es una roca formada por caparazones de algas unicelulares llamadas diatomeas con dimensiones microscópicas. Estas plantas aparecieron durante el tránsito del cretáceo al terciario, formando colonias en agua dulce o salobre de acuerdo con su especie. Los caparazones, formado por sílice amorfa (ópalo) y acumulados a considerables profundidades, sufrieron subsecuente compactación convirtiéndose en depósitos potenciales de diatomitas. Cuando se elevan por encima de los niveles de agua, expuestos a lixiviación y erosión, tales sedimentos constituyen los depósitos actuales de interés.

La abundancia extraordinaria de diatomitas en el Perú está vinculada con la intensa actividad hidrotermal durante el terciario y principios del cuaternario que aportó la sílice para los caparazones de diatomeas. Las rocas ricas en diatomeas marinas abundan en los departamentos de Ica, Piura y Tumbes; los sedimentos constituidos presentan grosores de algunos cientos de metros. Los depósitos del mioceno, existentes en la costa, están íntimamente vinculados con los de fosfatos. Los depósitos con diatomeas lacustres se conocen en los departamentos de Cajamarca, Ancash, Junín, Ayacucho, Cuzco y Arequipa. La diatomita en la formación de Ayacucho tiene 85 a 98 % de ópalo (SiO_2 amorfo).

<http://www.minem.gob.pe/archivos/dgm/publicaciones/public03/diatomitas.htm>

1.4.4 El Sílice.

a) Sílice en el Suelo

QUERO (2004), indica que el silicio se encuentra en la parte sólida de los

suelos, como componente de una gran diversidad de minerales primarios (MP), creando concentraciones de 25 a 28 % de silicio elemental o bien de 700 a 800 Tm.Ha⁻¹ en la capa arable de 25 cm. La liberación a la fracción soluble del suelo forma parte del proceso productivo de los cultivos, teniendo impactos en la certidumbre de cosecha y mejoras en el rendimiento, sanidad del cultivo y calidad de cosecha. Adicionalmente se conoce que la diversidad y desarrollo de la flora microbiana benéfica del suelo, es estimulada por la presencia del silicio soluble, el ácido ortosilícico (H₂SiO₄). El H₂SiO₄ soluble forma complejos con los cationes que componen los minerales, promoviendo la movilización, distribución y asimilación por el área radicular de la cubierta vegetal. Estos son los inicios de la agricultura productiva, especialmente la orgánica. Este proceso inicial conocido como intemperización, debe ser incorporado como una práctica benéfica en el proceso productivo agrícola, siempre y cuando se mantengan niveles adecuados de MP en el suelo a través de su mineralización. De 40 a 300 kg de silicio por hectárea de suelo cultivado, son extraídos anualmente por las cosechas. La falta de ácidos monosilícicos y la disminución de silicio amorfo conducen a la destrucción de los complejos órgano - minerales, se aceleran la degradación de la materia orgánica del suelo y se empeora la composición mineral.

La aplicación de fertilizantes minerales con silicio es obligatoria para una agricultura sustentable y altamente efectiva en cualquier tipo de suelo.

b) Silicio en la Solución del Suelo y Forma de Absorción

SALISBURY (1994), menciona que el silicio existe en la solución del suelo como ácido silícico (H₂SiO₄), y se absorbe en esta forma. Se acumula sobre todo como polímeros de sílice hidratado amorfo (SiO₂ · nH₂O), de manera más

abundante en las paredes de células epidérmicas, pero también en las paredes primarias y secundaria de otras células de raíz, tallo y hojas; así como en inflorescencias de pastos. También se acumula en el interior de células epidérmicas conocidas como células silíceas.

El maíz acumula niveles de silicio de hasta 1 – 4 % de peso seco, como muchos otros pastos; mientras que el arroz y *Equisetum arvense* (cola de caballo) contiene hasta 16 % de silicio. El silicio cumple las siguientes funciones:

- Al acumularse en las paredes de células epidérmicas, hace disminuir la transpiración así como las infecciones causadas por hongos.
- En las células del xilema el silicio proporciona rigidez y limita la compresión.

Es bien conocido que los cultivos de granos de cereal con deficiencia de silicio se echan (tienden a perder la verticalidad con la lluvia o con el viento) con mayor facilidad que aquellos con la cantidad de silicio adecuado.

QUERO (2004), señala que el silicio juega un papel importante en la planta. Este elemento controla el desarrollo del sistema radicular, la asimilación y distribución de nutrientes minerales, incrementa la resistencia de la planta al estrés abiótico (alta y baja temperatura, viento, alta concentración de sales y metales pesados, hidrocarburos, aluminio, etc.) y biótico (insectos, hongos, enfermedades). El silicio forma parte de la estructura de los tricomas, en plantas de frijol, caña de azúcar, papa, ají, tomate, el silicio incrementa el número y tamaño de tricomas estructurales y glandulares, ya que forma parte de su estructura, y este puede ser el mecanismo por el cual el silicio mejora e incrementa la resistencia de los cultivos al ataque de insectos, hongos y bacterias.

1.4.5 Aplicación de Silicatos.

FASSBENDER (1987), menciona que la aplicación de silicatos solubles al suelo antes de la fertilización fosfatada, tiene la ventaja de que los iones de silicato son fijados en él, en vez de los iones de fosfato, lográndose así un enmascarado de la capacidad de fijación. La aplicación de fertilizantes silicofosfatados (escorias Thomas y fosfato de Renania) tiene la ventaja, además, de aumentar el pH del suelo.

QUERO (2004), indica que la fertilización con silicio puede optimizar el aprovechamiento del agua de riego en un 30 a 40 % y ampliar los intervalos del riego sin efectos negativos sobre las plantas. Adicionalmente al sistema irrigación - drenaje, la fertilización con minerales de silicio activo, permiten completar la rehabilitación de suelos afectados por sales, compactación y bajos niveles de pH.

Empleando materiales ricos en silicio para la reducción de la toxicidad del aluminio y optimización del pH, mejoran también la nutrición con fósforo, hierro, potasio y zinc, ya que el silicio activa el intercambio catiónico y la movilización de nutrientes. El silicio aumenta la nutrición del fósforo en las plantas de un 40 a 60 % e incrementa la eficiencia de la aplicación de roca fosfórica de un 100 a 200 %, esto mediante la fertilización con minerales ricos en silicio que promueve la transformación del fósforo no disponible para la planta en formas asimilables y previene la transformación de fertilizantes ricos en fósforo en compuestos inmóviles. Fertilizantes de lenta liberación se pueden fabricar con materiales ricos en silicio. El pH del suelo se torna básico, en niveles de 7.5 a 8.5. En estas condiciones de pH y capacidad de intercambio catiónico los suelos son altamente productivos.

CAPITULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO.

El presente trabajo de investigación se desarrolló en dos etapas con dos ambientes diferentes.

- La fase de la incubación se realizó en el invernadero 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 espinosa 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 de ingeniería agrícola, no especificando 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	Alcalino
Materia Orgánica (%)	1.22	Walkley y Black	Pobre
N total (%)	0.06	Kjedahl	Pobre
P Disponible (ppm)	14.54	Bray - Kurtz	Medio
K Disponible (ppm)	52.6	Turbimetría	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 la cebada.

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, indicándonos que hubo exceso de humedad en el suelo. Se realizó dos riegos en la primera semana, después de la siembra mes de menor precipitación y de forma irregular. 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 cebada, los meses de diciembre del 2009 y marzo del 2010. La temperatura mínima que se registró, fue temperatura casi uniforme durante los meses del periodo vegetativo del 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

Provincia : Huamanga

Dpto. : Ayacucho

Altitud : 2720 msnm.

Latitud : 13°08'14"

Long. : 74°13'14"

AÑO	2009 - 2010													
MESES	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	TOTAL	PROM
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		

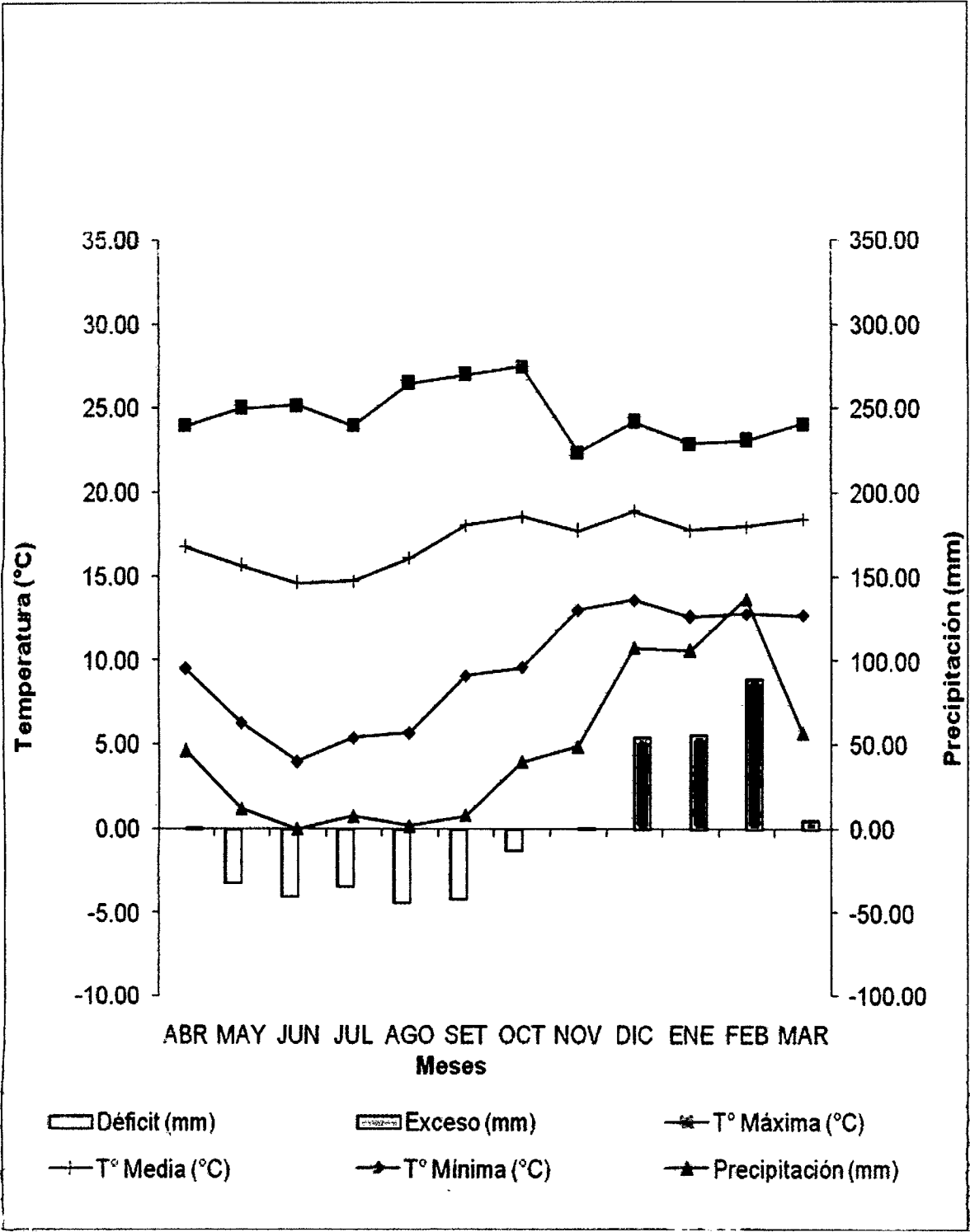


Gráfico 2.1: Diagrama ombrotérmico de temperatura Vs precipitación y balance hídrico correspondiente a la campaña 2009 – 2010. Estación meteorológica INIA, 2720 msnm. Ayacucho.

2.5 MATERIAL VEGETAL

El material genético fue la variedad INIA 411, nueva variedad de cebada INIA - 411 SAN CRISTOBAL, procedente del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT); se trata de la línea CI 10622/ CI 5824 obtenido de una cruza simple (ESTRADA , 2005); cuyos progenitores son:

- Progenitor Femenino :CI10622
- Progenitor masculino :CI5824
- Pedigree : II – 11720 – IIV – 3B

Esta variedad presenta las siguientes características:

Adaptación, recomendable su cultivo entre los 3000 a 3800 msnm.

Características Agronómicas:

Macollamiento	: Regular
Nº promedio macollos /planta	: 8
Tipo de espiga	: Aristada
Densidad de espiga	: Intermedia
Tamaño de espiga	: 7.13 cm
Color de grano	: Claro
Tamaño de semilla	: 5,7 mm
Peso hectolítrico	: 60.3 kg/hl
Peso de mil semillas	: 38 g
Altura de planta	: 102 cm

Días a espigado	: 80
Días a madurez	: 145
Rendimiento potencial	: 6 870 Kg.Ha ⁻¹
Rendimiento promedio en campo de agricultores	: 3 546 Kg.Ha ⁻¹

Reacción a Enfermedades.

Roya amarilla o lineal	: Resistente
Roya de la hoja	: Moderadamente resistente
Tizón foliar	: Resistente
Manchas foliares	: Resistente

<http://www.inia.gob.pe/notas/nota050/>

2.6 METODOLOGIA EXPERIMENTAL.

2.6.1 Factores en Estudio.

Los factores considerados en el estudio fueron: roca fosfórica y diatomita incubadas con una solución de MB durante 20 días. Habiéndose propuesto como niveles mínimos cero (0) Kg de roca fosfórica y diatomita, y niveles máximos 1000 Kg de roca fosfórica y 400 Kg de diatomita, como se muestra en el cuadro 2.3.

2.6.2 Diseño Experimental.

Se utilizó el diseño 03 de julio (D3J), para dos factores; los niveles empleados en cada factor se indican en el cuadro 2.3, se planteó tomando como referencia trabajos de investigación anteriores.

Cuadro 2.3: Niveles de roca fosfórica (Kg) y diatomita (Kg) propuestos.

Nº	Xi Codificado	Nivel de R.F. y diatomita en estudio	
		Niveles de R. F.(kg)	Niveles de diatomita (kg)
1	-2	0	0
2	-1	250	100
3	0	500	200
4	1	750	300
5	2	1000	400

La estructura de los tratamientos, según D3J se indica en el cuadro 2.4.

Cuadro 2.4. Estructura de tratamientos en el D3J, para 2 factores.

Tratamiento	Nivel codificado		Factor de estudio			
			Nivel de roca fosfórica.		Nivel de diatomita	
	X1	X2	Kg.Ha ⁻¹	g/6.0 m ²	Kg.Ha ⁻¹	g/6.0 m ²
1	-2	-2	0	0	0	0
2	2	-2	1000	600	0	0
3	-2	2	0	0	400	240
4	2	2	1000	600	400	240
5	-2	0	0	0	200	120
6	-1	0	250	150	200	120
7	1	0	750	450	200	120
8	2	0	1000	600	200	120
9	0	-2	500	300	0	0
10	0	-1	500	300	100	60
11	0	1	500	300	300	180
12	0	2	500	300	400	240
13	0	0	500	300	200	120

Los tratamientos se distribuyeron en diseño de bloques completamente al azar (DBCA). Cada tratamiento se repitió tres veces, de manera que el experimento contó con 39 unidades experimentales.

Cuadro 2.5: Dosis de roca fosfórica y su equivalente por el área de aplicación.

Roca F. (Kg.Ha ⁻¹)	Roca F. g/ (6.0 m ²)	Cantidad total en g (3 repeticiones)	Total (kg)
0	0	0	0
250	150	450	0.45
500	1500	4500	4.5
750	450	1350	1.35
1000	1800	5400	5.4
TOTAL DE ROCA FOSFÓRICA A INCUBAR			11.7

Cuadro 2.6: Dosis de Diatomita y su equivalente por el área de aplicación.

Diatomita (Kg.Ha ⁻¹)	Diatomita g/ (6.0 m ²)	Cantidad total en g (3 repeticiones)	Total (kg)
0	0	0	0
100	60	180	0.18
200	600	1800	1.80
300	180	540	0.54
400	720	2160	2.16
TOTAL DE DIATOMITA A INCUBAR			4.68

2.6.3 Análisis Estadísticos.

Con los resultados de las variables evaluadas, se realizaron los análisis de variancia y análisis de regresión correspondientes, utilizando la metodología descrita por (TINEO, 2006).

2.6.4 Características del Campo Experimental.

a. Parcela Experimental

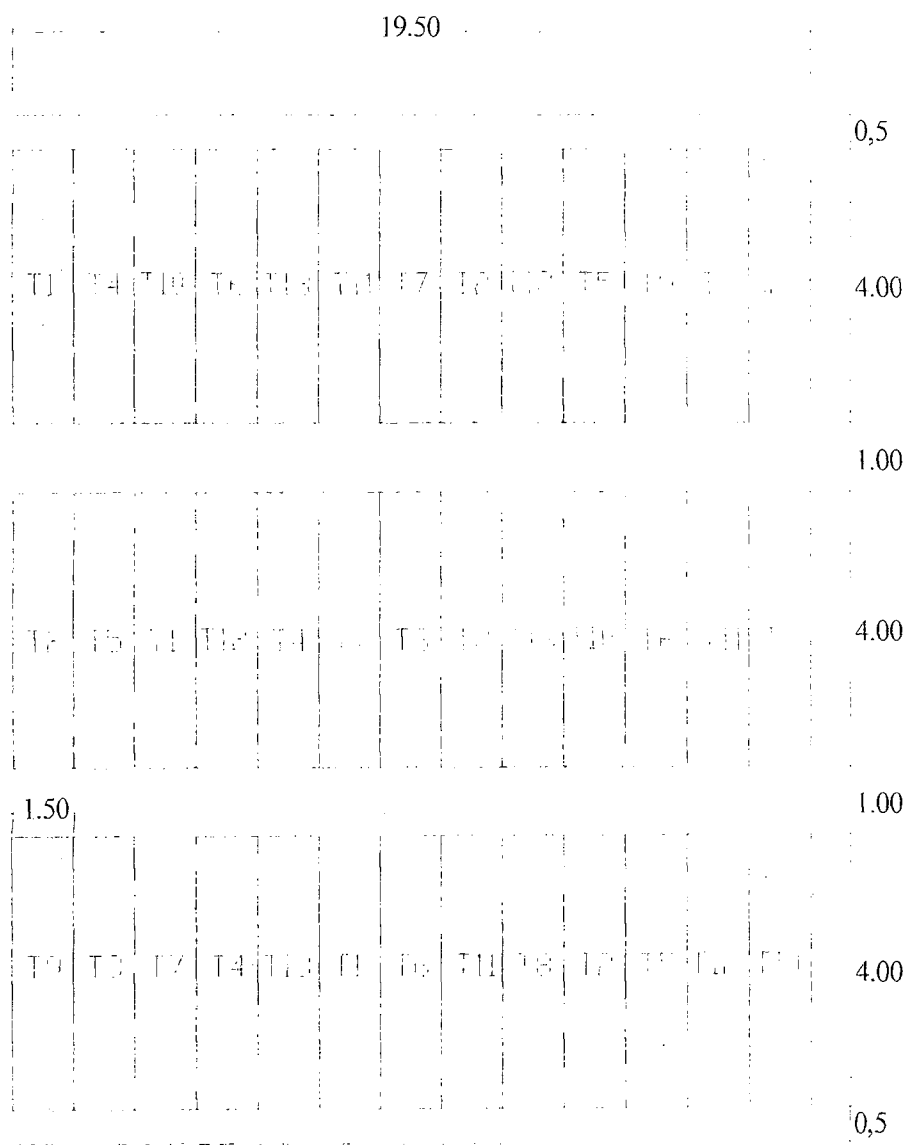
- Largo de la parcela, en m : 4.0
- Ancho de las parcelas, en m : 1.5
- Distancia entre surcos, en m : 0.25
- Distribución a chorro continuo
por surcos, en g : 15
- Semilla total a usar en área
- Experimental, en g/ m² : 3510/351.

b. Bloques

- N° de parcelas en bloque : 13
- N° de surcos por parcela : 6.0
- N° de repeticiones : 3
- Densidad de siembra : 100 Kg. Ha⁻¹
- Semilla a chorro
continuo por surco : 15 g
- Largo : 19.50 m
- Ancho : 4.0 m
- Número de bloques : 3

- Área de bloque : 117.0 m²
- Ancho de calle : 1.0 m.
- Área experimental : 351.0 m²
- Área total : 409.05 m²

c. Croquis del Campo Experimental.



2.7 INSTALACIÓN Y CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO.

2.7.1 Solución Natural con Microorganismos Benéficos (MB).

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 5.46 litros de melaza y 10.92 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 (Gráfico 2.2), (SUQUILANDA, 2001).

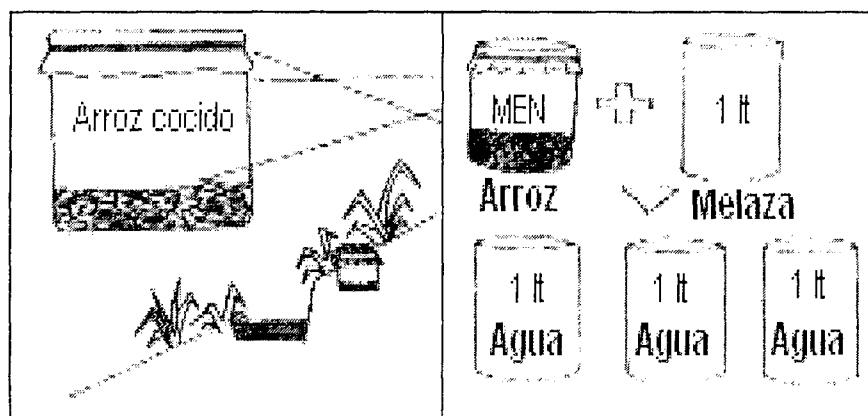


Gráfico 2.2: Proceso de captura y preparación de la solución madre de MB

2.7.2 Molienda de la Diatomita.

La diatomita procedente de la zona de Kikapata del distrito de Carmen Alto, se molió de manera rústica en un mortero; para luego ser tamizado para su incubación con MB.

2.7.3 Roca Fosfórica y Diatomita Incubadas con Microorganismos Benéficos.

Una vez obtenida la solución madre de MB, se procedió a incubar la roca fosfórica y la diatomita en envases, durante 20 días. La proporción de RF y MB utilizados en la incubación fueron 11.70 Kg y 11.70 litros respectivamente, asimismo para la diatomita y MB fueron 4.68 Kg y 4.68 litros respectivamente, para cada uno de los casos en la proporción 1:1.

Luego de someter la roca fosfórica y diatomita a la acción solubilizadora de los MB durante 20 días, se procedió a su respectivo secado al ambiente y bajo sombra, para su posterior aplicación en el campo experimental.

2.7.4 Conducción del Experimento.

a) Preparación y Surcado del Terreno

Estas operaciones se realizaron el viernes 13 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 sábado 14 de noviembre del 2009 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 sábado 14 de noviembre del 2009, bajo la forma de chorro continuo en surcos, depositando 15 g de semillas por surco. El distanciamiento entre surco y surco fue de 0.25 m.

d) Abonamiento

Las unidades experimentales seleccionadas al azar recibieron un abonamiento de roca fosfórica y diatomita, incubadas durante 20 días, los cuales al mismo tiempo se aplicaron en dosis crecientes (según el diseño 03 de julio), y de un abonamiento básico de 60 - 00 - 00 de N - P - K, utilizándose la Urea (45 % de N), a la siembra se aplicó la mitad del N, toda la roca fosfórica y diatomita incubadas durante 20 días, la otra mitad del N se aplicó en el aporque.

e) Riegos

El suministro de agua se realizó para complementar la ausencia de lluvias en el desarrollo del cultivo, se utilizó el sistema de riego por gravedad. El cuadro 2.2 muestra el balance hídrico y en la cual se puede observar el déficit hídrico durante el ciclo.

El riego se aplicó de acuerdo a las necesidades del cultivo, suministrándose el primer riego el día domingo 15 de noviembre del 2009, un día después del día de la siembra, y el otro riego jueves 19 del mismo mes en curso, no se realizó mas riego por la precipitación casi constante durante el ciclo vegetativo del cultivo, como lo muestra el cuadro 2.2.

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 08 de diciembre, aprovechando el aporque y la aplicación de la segunda dosis del nitrógeno, posteriormente el siguiente deshierbo se efectuó el día martes 05 de enero del 2010, el deshierbo fue manualmente, en pleno espigado.

g) Aporque

El aporque se realizó el día martes 08 de diciembre del 2009 a los 24 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 seminales y las raíces de la corona. Previa a esta labor se realizó la segunda aplicación de nitrógeno utilizando la urea.

h) Cosecha

Este es uno de los procesos de mayor importancia en la conducción del experimento, puesto que es la culminación del proyecto y que proporcionó los datos sobre los cuales se realizaron los análisis estadísticos que permitieron extraer las conclusiones finales. Cabe mencionar que el 27 de enero del 2010 cayó una fuerte granizada y que tuvo un inicio a las 5:55 pm y culminó a las 6:25 pm aproximadamente de ese mismo día. La magnitud de dicho evento natural fue devastador, puesto que no sólo arrasó con la cebada

si no también con otros cultivos como el maíz, zapallo, col, tomate, entre otros cultivos del Centro Experimental Canaán UNSCH. y de los terrenos aledaños como es el caso del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA). La cosecha se realizó el día sábado 13 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:

Se efectuaron con la finalidad de ver el comportamiento y respuesta de la variedad en estudio a la influencia del ambiente en el efecto de roca fosfórica y diatomita incubadas con Microorganismos Benéficos, en el rendimiento de cebada.

2.8.1 Factores de Precocidad

a) Emergencia de plántulas

Se evaluó en número de días transcurridos, desde el primer riego hasta la emergencia del 50% de las plántulas de cada tratamiento.

b) Días a macollamiento

Se determinó en días, cuando estos presenten sus primeros macollos desde el primer hasta la emergencia del 50% de las plantas, en cada uno de los tratamientos.

c) Días a encañado

Se evaluó los días transcurridos, desde el primer riego hasta que las plantas muestren un 50% de sus primeros nudos, en cada tratamiento.

d) Días a espigado

Se contó en días transcurridos, hasta la emergencia del 50% de las espigas de cada tratamiento que hayan emergido de la hoja bandera, después del primer riego.

e) Días a madurez de cosecha

Se determinó en número de días transcurridos, desde el primer riego hasta que el 50% de las espigas hayan mostrado síntomas de madurez (arqueado y cambio de color).

La evaluación visual se complementó con la observación de los granos, verificándose la dureza o la dificultad de partir con la uña de los dedos.

2.8.2 Factores de Rendimiento.

a) Altura de planta

Se determinó con una wincha metálica desde la base del tallo o ras hasta el ápice de la espiga, excluyendo aristas, cuando la mayoría de los tallos de las plantas hayan estado cerca a la madurez. Para lo cual se tomó 16 plantas en cada surco central, es decir se evaluó 32 plantas por cada tratamiento, y se anotó los promedios expresados en cm.

b) Número de espigas/ m²

Se contó el número de tallos que tengan espigas, no se tomarán en cuenta los tallos verdes o los que no tengan espigas. Esto se realizó cuando las plantas de los distintos tratamientos hayan estado cerca a la madurez. Para esto se hizo el conteo en un 1.0 m².

c) Tumbado o acame

Se evaluó el porcentaje de la población de plantas de cada tratamiento que se hayan tumbado o inclinado. La evaluación se hizo una vez que las plantas hayan alcanzado la madurez, pero mostrando la cebada INIA 411, resistencia al tumbado.

d) Desgrane

Esto se realizó una semana antes de la cosecha y cuando el cultivo estaba ya seco, para lo cual se tomó un número de 10 espigas de cada tratamiento, y se anotó en % de granos perdidos o que puedan perderse.

e) Índice de cosecha

Se obtuvo mediante la siguiente relación:

$$I.C. = \frac{\text{Peso del grano}}{\text{Peso del follaje} + \text{peso del grano}} * 100$$

Se determinó una vez que las plantas hayan alcanzado la madurez de cosecha, para lo cual se tomó 10 plantas de cada tratamiento.

Con esta característica lo que se pretende es medir la eficiencia de transformación de nutrientes, minerales, y la eficiencia de las funciones vitales de la planta como son la respiración y fotosíntesis.

f) Longitud de espiga

Se tomó 16 espigas por cada surco central, es decir se evaluó 32 planta por cada tratamiento y se midió desde la base hasta el ápice excluyendo las aristas; y se anotó el promedio en cm.

g) Número de granos por espiga

Se evaluó 16 espigas por cada surco central. Se contabilizó el número de granos viables en cada espiga y se anotó el promedio.

h) Humedad del grano

Se hizo para determinar el índice de cosecha, no se llevó al 14% de humedad debido a que este factor es más importante en caso de las gramíneas en el cultivo de maíz. Se llevó muestras de 100 unidades de grano de cebada los cuales arrojaron pesos indistintos por cada tratamiento, luego se colocó en la estufa que fue facilitado por el laboratorio de suelos de la UNSCH, a una temperatura de 105 °C por 24 horas posteriormente se vuelve a pesar la muestra seca. El porcentaje de humedad %H° del grano se obtuvo a través de la siguiente relación:

$$\% H^{\circ} = \frac{\text{Peso Inicial} - \text{Peso Final}}{\text{Peso Inicial}} * 100$$

i) Peso de 1000 semillas

Se obtuvo separando 300 granos de cada tratamiento y pesando grupos de 100 semillas en una balanza analítica, anotando el promedio luego por simple relación se obtendrá el peso de 1000 semillas o granos.

j) Peso hectolítrico

No se pudo determinar para cada uno de los tratamientos, debido a que la granizada desgrano casi todas las parcelas sembradas, pero si se pudo realizar una sola muestra, el cual se expresó en kg. Por 100 lt. (Kg/hl.) Se usó semillas con humedad menor al 14%.

k) Evaluación de royas.

La evaluación de royas, tanto de la roya amarilla como la de la roya negra, la roya amarilla o roya de las glumas (*Puccinia striiformis* f. sp. *hordei*), o como para la roya negra o roya del tallo (*Puccinia graminis* f.sp. *hordei*) se muestrearon 32 plantas completamente al azar en los 4 surcos centrales de cada tratamiento. La evaluación de la roya amarilla fue hecha al nivel de la hojas, y la roya negra al nivel de los tallos de la planta; observando los síntomas de las enfermedades.

Para el caso de la roya amarilla se observó los síntomas y signos característicos como son: pústulas de tamaño variable, presentándose también en forma lineal y paralelas; las uredosporas contienen gran cantidad de esporas de color amarillo, de ahí el nombre de roya amarilla, se pudo observar la respuesta de la cebada a la infección. Las evaluaciones se hicieron a la maduración, mostrando resistencia para dichas royas evaluadas, por lo que no fue de importancia en el rendimiento.

l) Evaluación de la enfermedad “pudrición basal”.

Durante el ciclo vegetativo del cultivo, se presentaron ataques de la enfermedad fungosa llamada “pudrición basal” causado por el *Sclerotium rolfsii*. Esto probablemente favorecida por el excepcional calor reinante durante la campaña agrícola; y a su vez las lluvias intensas y con frecuencia, lluvia típica de la serranía, en los meses de noviembre a marzo. La identificación de la enfermedad se hizo a través de la observación de los síntomas y signos característicos, como son la presencia de manchas de

color marrón rodeándola a la altura del cuello de la planta, así también la presencia de micelio blanco sobre dichas manchas. Las plantas infectadas se presentaron en determinadas áreas, presentando las hojas un color amarillento debido a la enfermedad. Para efectuar la evaluación de infección de la enfermedad se midió 0.50 m lineal en cada uno de los surcos centrales, muestreados al azar, en las que se contó un número total de plantas (tanto sanas como enfermas). Llevados al 100% se determinó por diferencia el número de plantas, y expresado en porcentaje. Estas evaluaciones se hicieron en la fase del encañado.

II) Rendimiento.

Se hizo con el peso de grano de 10 espigas sanas y enteras de los seis surcos, mas no así de los surcos centrales, y se contó las espigas en cada metro cuadrado de los 39 tratamientos. Debido a que el 27 de enero del 2010, día que ocurrió la granizada, a su vez tuvo una duración aproximada de 25 minutos, trajo como consecuencias pérdidas de los granos, cultivos de investigación y cultivos en producción por el personal del Centro Experimental Canaán, y terrenos aledaños como el INIA.

m) Mérito económico.

Para realizar la evaluación económica se tomó como base los costos de producción y el valor de venta de la cosecha obtenida. Para estimar los costos de producción se tomó en cuenta los costos directos e indirectos. Para la obtención del valor de venta se tomó como referencia el precio promedio fluctuante por kilogramo del mercado compradora.

CAPITULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 FACTORES DE PRECOCIDAD.

El cuadro 3.1 muestra el análisis de variancia de los factores de precocidad en la cebada variedad INIA 411 San Cristóbal; se observa que no existe diferencias significativas entre bloques ni en las combinaciones de roca fosfórica con diatomita para la emergencia de plántulas; las diferencias estadísticas altamente significativas se detectaron en las combinaciones de abonos para el macollamiento, los días al encañado, los días al espigado, y los días a madurez de cosecha.

CUADRO 3.1: Cuadrados medios del análisis de variancia para los factores de precocidad de cebada variedad San Cristóbal, por aplicación de roca fosfórica y diatomita incubadas con M.B. Canaán 2750 msnm.

F.V	G.L	Cuadrados Medios				
		Emergencia de plántulas	Macollamiento	Días a encañado	Días a espigado	Días a madurez de cosecha
Bloque	2	0.71795 NS	0.02564 NS	0.71795 NS	1.64103 NS	1.94872 NS
Tratamiento	12	0.50000 NS	1.96581 **	3.79915 **	4.54701 **	5.71368 **
Error	24	0.30128	0.58119	0.52350	0.91880	1.14316
Total	38					
C.V (%)		12.67	3.92	1.83	1.83	0.97

a) Emergencia de plántulas

La emergencia de plántulas (anexo a.1), ocurrió entre los 3.7 y 5.0 días para la combinación 500RF – 200D y el testigo, respectivamente; los cuales se muestran mucho más precoces en comparación con otras variedades y líneas de cebada.

El resultado obtenido de 3.7 y 5.0 días a emergencia de plántulas es inferior al obtenido por PRADO (25), en su trabajo de investigación rendimiento de variedades de cebada de grano desnudo (*Hordeum vulgare* L.), en dos localidades de Ayacucho, quién reporta 8, 8, 6, 8 días a emergencia para las variedades de Kopato, Quechqa, Sucre, UNA 80, respectivamente en la Estación experimental de Canaán. ARONÉS (3), en el estudio de adaptación de 61 líneas de cebada, menciona que la emergencia de plántulas ocurrió entre los 7 y 9.3 días después de la siembra, comportándose como el más precoz la línea C-580 y San Cristóbal como uno de los más tardíos con 9.3 días. SALVATIERRA (32), en su trabajo sobre producción de semilla certificada de 4 variedades de cebada determinó que las variedades Bella Vista, UNA 95, Gunter, y UNA 80, emergieron a los 8 días después de la siembra.

La emergencia de plántulas en menos tiempo pudo haberse debido al riego oportuno realizado en la primera semana después de la siembra, además de que las lluvias casi constantes también favorecieron al cultivo y no hubo necesidad de regar en ninguna etapa fenológica del cultivo.

b) Días a macollamiento

El macollamiento (anexo a.2) ocurrió entre los 18.3 y 21.3 días después del primer riego, con la aplicación de 500 – 200 kg.Ha⁻¹ de roca fosfórica y diatomita y en el testigo.

Cuadro 3.2. Prueba de Duncan para los días a macollamiento promedio en el cultivo de la cebada San Cristóbal.

Tratamiento (RF – Diatomita)	Macollamiento	Grupo Duncan (0.05)
T ₁₃ (500 – 200)	18.333	a
T ₄ (1000 – 400)	18.333	a
T ₅ (0 – 200)	18.667	a
T ₈ (1000 – 200)	19.000	a b
T ₁₁ (500 – 300)	19.333	a b
T ₇ (750 – 200)	19.333	a b
T ₃ (0 – 400)	19.333	a b
T ₁₀ (500 – 100)	19.667	a b
T ₆ (250 – 200)	19.667	a b
T ₂ (1000 – 0)	19.667	a b
T ₉ (500 – 0)	19.667	a b
T ₁₂ (500 – 400)	20.333	b c
T ₁ (0 – 0)	21.333	c

La prueba Duncan (Cuadro 3.2) indicó que las diferencias en los días a macollamiento en las diversas aplicaciones de roca fosfórica y diatomita el número de días al macollamiento más bajo, se logró con las aplicaciones 500 – 200, 1000 – 400 y 0 – 200 kg.Ha⁻¹ de roca fosfórica y diatomita, no encontrándose diferencias estadísticas significativas entre ellas. De estos resultados se puede extraer que, aparentemente, no hubo una influencia determinada de ambos fertilizantes, por la diversidad de días a macollamiento muy próximos entre sí que se registraron en los tratamientos. Es decir no existe una respuesta clara de la cebada ante el macollamiento por efecto de las aplicaciones variadas de la roca fosfórica en mezcla con la diatomita.

Cuando se compara con el trabajo de ARONÉS (3), quien evaluó 61 líneas de cebada (*Hordeum vulgare* L.), en el centro experimental Canaán - UNSCH, encontramos que la variedad Grignon macolló a los 23.7 días y la variedad San Cristóbal a los 27.7 días. Por su parte, MIRANDA (20), manifiesta que en condiciones de la Estación Experimental Canaán las variedades Zapata, UNA 80, UNA 8270 y Cebada Común macollaron a los 22.4, 23.3, 23.5, y 24.0 días respectivamente. PRADO (25) reporta el macollamiento de las variedades Kopato, Quechqa, Sucre y UNA 80, a los 21, 21, 14, 21, días respectivamente.

La mayor precocidad registrada en la variedad san Cristóbal en comparación con otras variedades, pudo haber estado influenciada por la mayor frecuencia de agua en el suelo y la temperatura elevada, que

favorecieron la precocidad en las plantas en interacción limitada con las dosis de roca fosfórica y de diatomita.

c) Días a Encañado

El encañado en el cultivo de cebada (anexo a.3) tuvo una variación entre 38.0 días con el tratamiento de 1000 – 200 Kg.Ha⁻¹ de RF y diatomita y 41.3 días cuando no se aplicó RF y D. PRADO (25) reporta para las variedades Kopato, Quechqa, Sucre, UNA 80 que el encañado ocurre a los 35, 35, 28 y 35, días respectivamente, que en forma comparativa se puede indicar que nuestros resultados son tardíos.

La prueba de Duncan (Cuadro 3.3) indica que las diferencias de uno, dos o tres días entre los días promedio a encañado en las diversas aplicaciones de RF y diatomita, no han permitido determinar con mayor claridad cuál de las aplicaciones ha ejercido mejor respuesta en la cebada san Cristóbal. Debido a la alta significación que se determinó en el análisis de variancia (Cuadro 3.1) se puede indicar que la mayor presencia de RF y D en la mezcla ha ocasionado una ligera disminución en el menor número de días al encañado, especialmente con las aplicaciones 1000 – 200, 500 – 200, 1000 – 400 y 500 – 400 Kg.Ha⁻¹ de RF y diatomita, en comparación a las plantas que no recibieron RF y D (testigo).

Cuadro 3.3. Prueba de Duncan para los días a encañado promedio en el cultivo de la cebada san Cristóbal.

Tratamiento (RF – Diatomita)	Días a encañado en el cultivo de cebada.	Grupo Duncan (0.05)
T ₈ (1000 – 200)	38.000	a
T ₁₃ (500 – 200)	38.333	a b
T ₄ (1000 – 400)	38.333	a b
T ₁₂ (500 – 400)	38.667	a b c
T ₉ (500 – 0)	39.000	a b c d
T ₅ (0 – 200)	39.000	a b c d
T ₁₁ (500 – 300)	39.667	a b c d
T ₂ (1000 – 0)	39.667	a b c d
T ₃ (0 – 400)	40.000	a b c d
T ₇ (750 – 200)	40.333	b c d
T ₆ (250 – 200)	40.667	c d
T ₁₀ (500 – 100)	41.333	d
T ₁ (0 – 0)	41.333	d

d) Días a Espigado

Los días a espigado en el cultivo de la cebada san Cristóbal tuvieron un rango de valores entre 51.00 y 55.33 días, que es inferior al que se reporta para otras investigaciones. ESTRADA (13) reportó 80 días a espigado en la misma variedad de cebada. Sobre la base de que existen

diferencias altamente significativas entre los días promedio a espigado, la prueba Duncan (Cuadro 3.4) nos informa que por lo menos todas las combinaciones de RF y D con valores altos (500 – 200, 1000 – 400, 500 – 300, 500 – 100, 750 – 200 y 1000 – 200 Kg.Ha⁻¹ de RF y diatomita) disminuyeron significativamente los días a espigado, respecto a las combinaciones con valores menores (500 – 0, 0 – 200, 0 – 400, 250 – 200, 500 – 400, 1000 – 0 y 0 – 0 Kg.Ha⁻¹ de RF y diatomita).

Cuadro 3.4. Prueba de Duncan para los días promedio a espigado.

Tratamiento (RF – diatomita)	Días a espigado en el cultivo de cebada.	Grupo Duncan (0.05)
T ₁₃ (500 – 200)	51.000	a
T ₄ (1000 – 400)	51.333	a
T ₁₁ (500 – 300)	51.333	a
T ₁₀ (500 – 100)	51.333	a
T ₇ (750 – 200)	51.333	a
T ₈ (1000 – 200)	51.667	a
T ₉ (500 – 0)	52.333	a b
T ₅ (0 – 200)	52.333	a b
T ₃ (0 – 400)	52.333	a b
T ₆ (250 – 200)	52.667	a b
T ₁₂ (500 – 400)	52.667	a b
T ₂ (1000 – 0)	54.000	b c
T ₁ (0 – 0)	55.333	c

GUTIÉRREZ (18), en su trabajo de investigación sobre respuesta de la cebada variedad Zapata a cinco niveles de N, P, y estiércol en condiciones de Canaán, encontró que el espigado se da entre los 63.7 y 69.0 días. ARONÉS (3) señala que el número de días transcurridos desde la siembra hasta el número de días a espigado ocurre con las líneas de Grignon a los 55 días; a su vez afirma que la variedad san Cristóbal como testigo tarda 59.7 días; en tanto que SALVATIERRA (32) encontró en condiciones de Canaán, que las variedades Bella Vista, Gunter, UNA 95 y UNA 96 espigaron, respectivamente a los 68, 70, 75 y 80 días después de la siembra. PRADO (25) reporta que las variedades de Kopato, Quechqa, Sucre, UNA 80 espigaron a los 68, 74, 62 68 días, respectivamente. RUIZ (30), en su estudio factorial de variedades de cebada con fertilización orgánica (estiércol), afirma que las variedades UNA 80, y UNA 8270 tardaron en espigar 66.8 y 66.1, respectivamente. De acuerdo a estas referencias, nuestros resultados muestran precocidad en días a espigado de manera significativa.

Al realizar el análisis de regresión (Cuadro 3.5 y 3.6) para estimar el nivel de roca fosfórica (X_1) y diatomita (X_2), se encontró respuesta significativa para los componentes lineal y cuadrático para R.F., así como respuesta altamente significativa para los términos lineal y cuadrático para la diatomita(X_2); no se encontró significación para la interacción Roca Fosfórica x Diatomita.

Cuadro 3.5. Coeficientes de regresión del modelo polinomial para días a espigado promedio en el cultivo de la cebada san Cristóbal.

Parámetro	Valor Estimado	T para Ho: Parámetro = 0	Error estándar del valor estimado	Pr > T
Intercepto	51.31653404	174.41	0.29423389	< .0001 **
X ₁	-0.28205128	-2.27	0.12448992	0.0302 *
X ₂	- 0.41025641	-3.30	0.12448992	0.0024 **
X ₁₁	0.20216362	2.09	0.09694967	0.0449 *
X ₂₂	0.28059500	2.89	0.09694967	0.0067 **
X ₁ X ₂	0.02083333	0.26	0.07934706	0.7945 NS

Cuadro 3.6. Análisis de regresión para promedio en días a espigado.

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
X ₁	1	6.20512821	6.20512821	5.13	0.0302 *
X ₂	1	13.12820513	13.12820513	10.86	0.0024 **
X ₁₁	1	5.25625423	5.25625423	4.35	0.0449 *
X ₂₂	1	10.12581944	10.12581944	8.38	0.0067 **
X ₁ X ₂	1	0.08333333	0.08333333	0.07	0.7945 NS

Considerando el modelo polinomial $Y = 51.317 - 0.282 X_1 - 0.410X_2 + 0.202X_1^2 + 0.281 X_2^2 + 0.021 X_1 X_2$, el gráfico de superficie de respuesta es el siguiente:

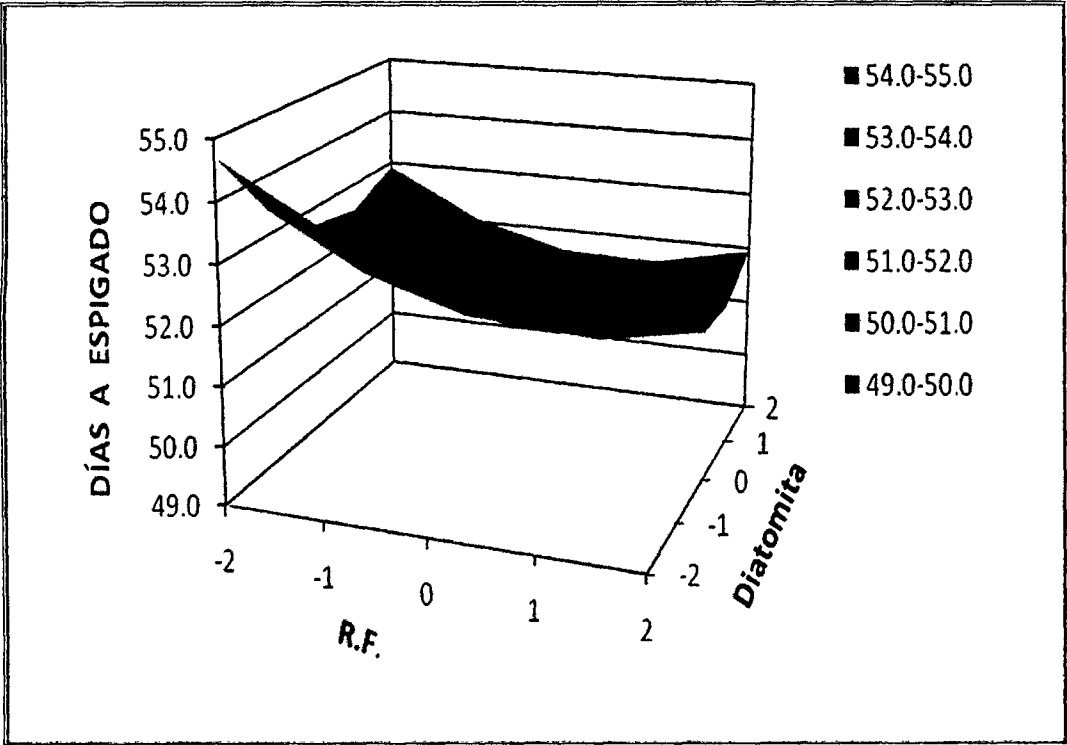


Gráfico 3.1. Superficie de respuesta para promedio en días a espigado en el cultivo de la cebada san Cristóbal Canaán 2750 msnm.

A partir del gráfico 3.1 se puede afirmar que tanto la roca fosfórica incubada (X_1) y diatomita incubada (X_2) tuvieron igual importancia en los días a espigado en el cultivo de la cebada San Cristóbal, pero quien muestra mayor influencia es la roca fosfórica, es decir que los mayores niveles de roca fosfórica hacen que el espigado ocurra en menos tiempo.

e) Días a madurez de cosecha

En el anexo a.5 se presenta los resultados de los días a madurez de cosecha de cebada, que ocurrió entre los 108.7 y 114.3 días después del primer riego.

Este rango de valores es inferior al valor encontrado por ESTRADA (13) quien reporta 145 días a la madurez, sin indicar en qué época del año, lugar y otras condiciones con las que se liberó la variedad San Cristóbal; en razón a ello, se puede indicar que probablemente por efectos ambientales, además de la acción de la RF y D incubadas, la cebada san Cristóbal expresó precocidad en los días a madurez.

La prueba Duncan (Cuadro 3.7) nos informa que por lo menos las combinaciones altas de RF y D, especialmente $1000 - 400 \text{ Kg. Ha}^{-1}$ de RF y diatomita, contribuyen significativamente a disminuir los días a madurez de cosecha en comparación a las menores combinaciones. Aunque las diferencias en días a espigado entre las diversas combinaciones puede haber sido pequeña, el análisis de variancia informa que la influencia de algunas combinaciones de RF y D han sido importantes en la reducción de los días a madurez en la cebada San Cristóbal y significativas para las condiciones en que condujo el experimento.

Cuadro 3.7. Prueba de Duncan para los días a madurez de cosecha promedio en el cultivar de cebada san Cristóbal.

Tratamiento (RF – Diatomita)	Días a la madurez de cosecha.	Grupo Duncan (0.05)
T ₄ (1000 – 400)	108.667	a
T ₁₃ (500 – 200)	109.000	a b
T ₁₀ (500 – 100)	110.000	a b c
T ₉ (500 – 0)	110.333	a b c
T ₈ (1000 – 200)	110.333	a b c
T ₆ (250 – 200)	110.333	a b c
T ₁₂ (500 – 400)	110.333	a b c
T ₁₁ (500 – 300)	111.000	b c
T ₇ (750 – 200)	111.000	b c
T ₅ (0 – 200)	111.000	b c
T ₃ (0 – 400)	111.333	c
T ₂ (1000 – 0)	111.667	c
T ₁ (0 – 0)	114.333	d

PRADO (25) reporta que para las variedades Kopato, Qechqa, UNA 80, la madurez de cosecha ocurre a los 125, 161, 125 días, respectivamente, mientras que la variedad Sucre tarda108 días en llegar a este periodo. RUIZ (30) asevera que las variedades UNA 80, UNA 8270 y zapata en una investigación factorial de variedades, con fertilización orgánica de estiércol, tardaron 108.1, 107.6 y 102.2, en días a madurez de cosecha

respectivamente, mostrando mayor precocidad que los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación. ARONES (3) afirma que las líneas que mostraron mayor precocidad fueron el C-581 con 117.7 días, C-590 con 119 días, Grignon y C-593 con 120 días, mientras que las variedades testigo Moronera y san Cristóbal, fueron las que tardaron más con 127 y 128 días, respectivamente. Estas referencias también son válidas para indicar que en las condiciones de Canaán y con las aplicaciones de RF y D, la cebada San Cristóbal mostró mayor precocidad en los días a madurez de cosecha.

El análisis de regresión (cuadro 3.8 y 3.9), para estimar los niveles de roca fosfórica (X_1) y diatomita (X_2) que influyen en los días a la madurez de cosecha en el cultivo de la cebada san Cristóbal, no permitió detectar significación estadística en los componentes cuadráticos ni en la interacción RF x D, por lo que no fue posible determinar los niveles de combinaciones de RF y D que minimicen la madurez de cosecha en la cebada.

Cuadro 3.8: Análisis de regresión para días a madurez de cosecha.

Fuente de Variación	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
X_1	1	14.82051282	14.8205128	8.25	0.0071 **
X_2	1	13.96153846	13.9615385	7.77	0.0088 **
X_{11}	1	6.51962254	6.51962254	3.63	0.0656 NS
X_{22}	1	2.41092689	2.41092689	1.34	0.2551 NS
$X_1 X_2$	1	0.00000000	0.00000000	0.00	1.0000 NS

Cuadro 3.9. Coeficientes de regresión del modelo polinomial para días a madurez de cosecha en el cultivo de la cebada san Cristóbal.

Parámetro	Valor Estimado	T para Ho: Parámetro =0	Error estándar del valor estimado	Pr > T
Intercepto	109.9938108	306.58	0.35878125	< .0001 **
X ₁	-0.4358974	-2.87	0.15179981	0.0071 **
X ₂	- 0.4230769	-2.79	0.15179981	0.0088 **
X ₁₁	0.2251521	1.90	0.11821794	0.0656 NS
X ₂₂	0.1369168	1.16	0.11821794	0.2551 NS
X ₁ X ₂	0.0000000	0.00	0.09675378	1.0000 NS

Considerando el modelo polinomial $Y =109.994 - 0.436 X_1 - 0.4230769X_2 + 0.225X_1^2 +0.137 X_2^2 +0.000 X_1 X_2$, el gráfico de superficie de respuesta para los días a madurez de cosecha, es el siguiente :

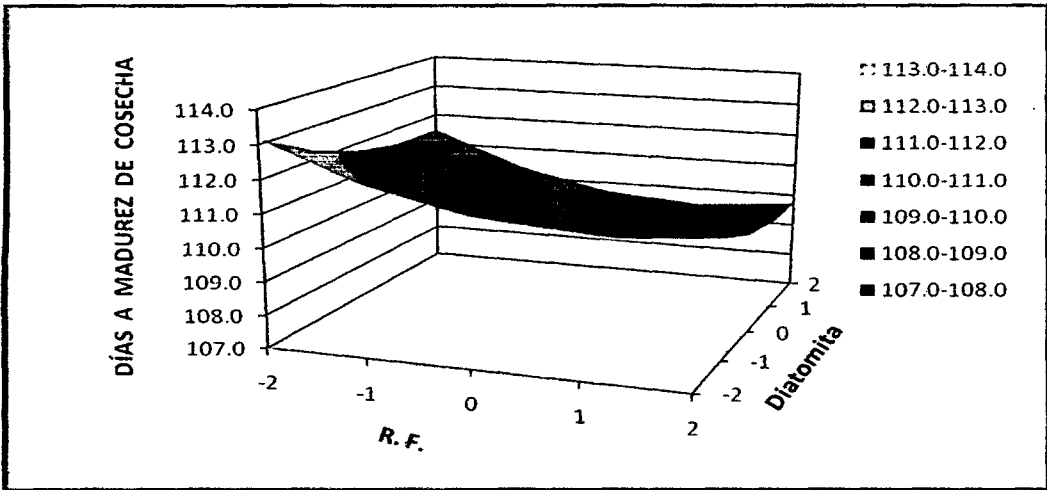


Gráfico 3.2: Superficies de respuesta para días a madurez de cosecha en el cultivo de la cebada san Cristóbal, Canaán 2750 msnm.

En el gráfico 3.2, se observa que la pendiente de la RF incubada tiene mayor influencia para días a madurez de cosecha; en tanto que la diatomita incubada, solo expresa importancia a partir del nivel medio (0) para los días a madurez de cosecha.

3.2 FACTORES DE RENDIMIENTO.

El cuadro 3.10 muestra los resultados del análisis de variancia para los cinco factores de rendimiento evaluados (longitud, número, porcentaje y masa); se determinó que no existen diferencias significativas entre los valores promedio de altura de planta, de la longitud de espigas, del índice de cosecha y del rendimiento. Solamente se detectó respuestas altamente significativas en el número promedio de espigas por mata.

En las variables evaluadas, tanto para índice de cosecha (%) y como para rendimiento de cebada variedad San Cristóbal, no fue necesario llevar al grano a 14 % de humedad, debido a que este factor es más importante en el maíz, puesto que generalmente las mazorcas son cosechadas con un porcentaje más elevado de humedad.

Cuadro 3.10: Cuadrados medios del análisis de variancia para los factores de rendimiento de cebada, bajo la aplicación de roca fosfórica y diatomita incubadas con Microorganismos Benéficos, Canaán 2750 msnm.

F.V	G.L	Cuadrados medios				
		Altura de planta	Longitud de espiga	Nº de espigas / m ²	Índice de cosecha	Rendimiento
Bloque	2	88.9086 NS	0.2936 **	25.6154 NS	77.3863 **	572444.20NS
Tratamiento	12	36.3988 NS	0.04275 NS	1029.009 **	19.2307NS	380642.31NS
Error	24	35.5002	0.0279	302.1432	12.4208	285558.57
Total	38					
C.V (%)		6.38	3.33	4.35	6.32	6.42

a) Altura de planta

La altura promedio de las plantas de cebada (anexo a.6) en el experimento variaron entre 85.6 y 97.9 cm., rango que es inferior a lo determinado por ESTRADA (13), quien reporta un promedio de 102 cm; la diferencia, pudo deberse al efecto de la granizada del mes de enero del 2010. RUIZ (30) determinó en su estudio factorial con fertilización orgánica (estiércol), que las variedades UNA 80, y UNA 8270 alcanzaron 68.0 y 71.9 cm, respectivamente, mientras que para la variedad Zapata fue de 67.8 cm. ARONÉS (3), en su trabajo de adaptación de 61 líneas de cebada (*Hordeum vulgare* L.), asevera que la variedad testigo Moronera alcanzó una altura de 100.6 cm, ligeramente superior a 97.9 cm determinado en el presente trabajo con la combinación 500 – 300 Kg.Ha⁻¹ de RF y diatomita, seguido de las líneas C-581, C578 y C-617 con una media de 97.1, 94.5 y 95.4 cm, respectivamente, GUTIÉRREZ (18) indica haber encontrado alturas entre los 65.3 y 70.7 cm. en el cultivar Zapata por aplicación de cinco niveles de N, P, y estiércol en condiciones de Canaán. Los resultados obtenidos por RUIZ (30) y GUTIÉRREZ (18) son inferiores a las alturas que se obtuvieron en el presente experimento debido probablemente a los niveles de R.F. y diatomita incubadas con la solución de microorganismos benéficos y las condiciones ambientales de Canaán. COLLANTES, citado por ARONES (3), reporta que en la localidad de San Lorenzo, Jauja-Junín se registraron máximas alturas con la variedad UNA 80, Centenario y Moronera (136.7, 129 y 126.3 cm), pudiendo deberse a las condiciones de cultivo y de ambiente (menores temperaturas y suelos más

fértiles); dichas variedades, en la región de Ayacucho no reportan alturas tan elevadas como las se reportan.

Cuadro 3.11. Coeficientes de regresión del modelo polinomial para altura de las plantas de cebada san Cristóbal.

Parámetro	Valor Estimado	T para Ho: Parámetro =0	Error estándar del valor estimado	Pr > T
Intercepto	94.91606543	59.28	1.60111438	< .0001 **
X ₁	0.66307692	0.98	0.67742910	0.3348 NS
X ₂	1.07782051	1.59	0.67742910	0.1211 NS
X ₁₁	-.84123732	-1.59	0.52756501	0.1203 NS
X ₂₂	0.07807640	0.15	0.52756501	0.8832 NS
X ₁ X ₂	-0.58937500	-1.36	0.43177803	0.1815 NS

Cuadro 3.12. Análisis de regresión para altura de planta en la cebada san Cristóbal.

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
X ₁	1	34.29433846	34.29433846	0.96	0.3348 NS
X ₂	1	90.61237051	90.61237051	2.53	0.1211 NS
X ₁₁	1	91.01383168	91.01383168	2.54	0.1203 NS
X ₂₂	1	0.78398892	0.78398892	0.02	0.8832 NS
X ₁ X ₂	1	66.69367500	66.69367500	1.86	0.1815 NS

El análisis de regresión (cuadro 3.11 y 3.12) para estimar los niveles significativos de roca fosfórica (X_1) y diatomita (X_2), en altura de planta en el cultivo de la cebada san Cristóbal no mostró significación estadística, para ninguno de sus componentes. Considerando el modelo polinomial

$Y = 94.916 + 0.663 X_1 + 1.078X_2 - 0.841X_1^2 + 0.078 X_2^2 - 0.589 X_1 X_2$, el gráfico de superficie de respuesta es el siguiente :

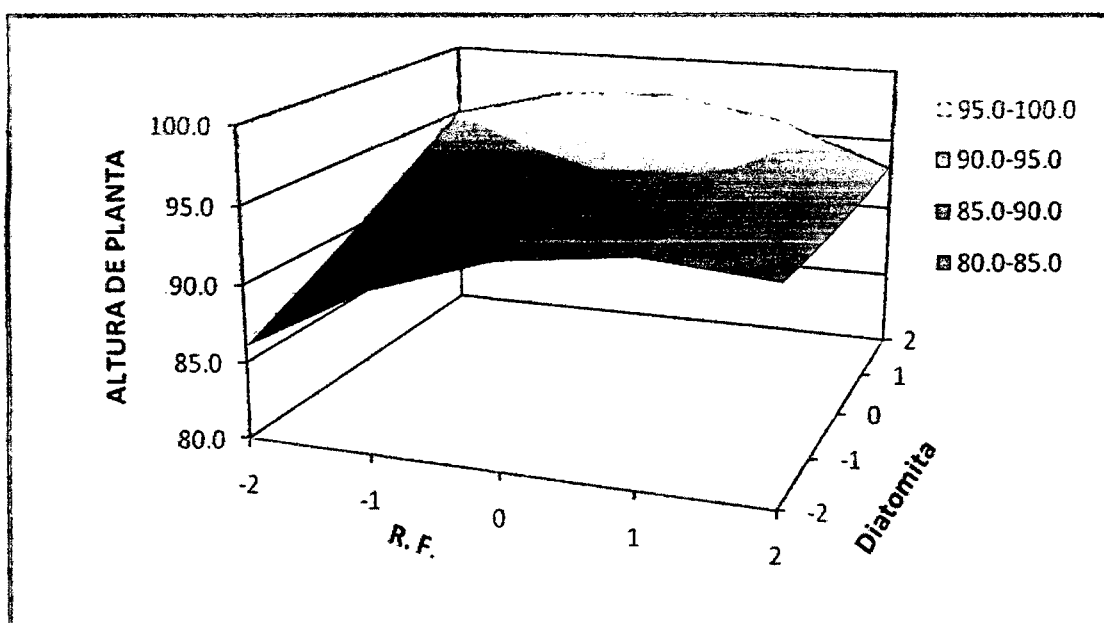


Gráfico 3.3. Superficie de respuesta para altura de planta en el cultivo de la cebada san Cristóbal, Canaán 2750 msnm.

Tomando como referencia el nivel medio (500 – 200 Kg.Ha⁻¹ de RF y diatomita), tanto para la roca fosfórica (X_1), y diatomita (X_2), se determinó que aproximadamente ambos fertilizantes tienen igual importancia en la determinación de la altura de planta para la cebada san Cristóbal cultivada en Canaán a 2750 msnm, pero ligeramente mejor la roca fosfórica (no significativa).

b) Longitud de Espiga

La longitud de espiga en el estudio de la cebada San Cristóbal (anexo a.11) bajo la influencia de combinaciones de dosis de RF y D, varió entre 4.75 y 5.18 cm; ESTRADA (13) reporta 7.13 cm de longitud de espiga, superando a todos los tratamientos en el presente trabajo. Esta diferencia pudo deberse a la influencia de una fuerte granizada que se presentó casi al finalizar el periodo de crecimiento de las plantas. ARONÉS (3) informa que la longitud promedio de la espiga tuvo una variación de 8.07, 7.46, 7.37, 7.32, y 7.30 cm con las líneas C-623, C625, C-629, C-624, y C-600, respectivamente. SALVATIERRA (32), encontró que la variedad UNA 95 muestra una mayor longitud (9.22 cm), Buena vista con 7.54 cm, seguido de la variedad UNA 80 y Gunter con promedios de 6.05 y 5.25 cm, respectivamente. RUIZ (30) indica que en su estudio factorial con fertilización orgánica (estiércol), las variedades UNA 80, y UNA 8270 alcanzaron longitudes entre 6.90 y 7.00 cm, respectivamente, mientras que la variedad Zapata alcanzó 6.10 cm. MIRANDA (20), informa que las mayores longitudes se presentaron en las variedades UNA 8270 y UNA 80 con promedios de 5.41 y 5.37cm, respectivamente. PRADO (25) obtuvo promedios de altura que fluctúan entre los 8.50, 7.58 y 5.18 cm para las variedades de, Qechqa, Sucre y UNA 80, respectivamente cultivadas en Canaán. GUTIÉRREZ (18), en su estudio de respuesta de la cebada Zapata a cinco niveles de N, P y estiércol en condiciones de Canaán, afirma haber encontrado longitudes que variaron entre 4.20 a 5.30 en cm. Los resultados obtenidos en el presente trabajo son

relativamente menores en comparación con los obtenidos por los autores líneas arriba mencionados, a excepción de GUTIÉRREZ(18); las diferencias para nuestro caso se pueden atribuir a algunos errores tomados al momento de la evaluación, como cortes u otros daños ocasionados por la granizada del 27 de Enero del 2010.

El análisis de regresión (cuadro 3.13 y 3.14), para estimar los niveles de roca fosfórica (X_1) y diatomita (X_2) más influyentes en la longitud de la espiga de la cebada San Cristóbal, no mostró significación estadística, para ninguno de los componentes, por lo que no es posible determinar el nivel que maximice la longitud de espiga.

Cuadro 3.13. Coeficientes de regresión del modelo polinomial para la longitud de la espiga del cultivar San Cristóbal.

Parámetro	Valor Estimado	T para Ho: Parámetro = 0	Error estándar del valor estimado	Pr > T
Intercepto	5.122617153	93.33	0.05488525	< .0001 **
X_1	0.018589744	0.80	0.02322187	0.4291 NS
X_2	0.021410256	0.92	0.02322187	0.3632 NS
X_{11}	-0.025277214	-1.40	0.01808462	0.1715 NS
X_{22}	-0.027826234	-1.54	0.01808462	0.1334 NS
$X_1 X_2$	-0.019375000	-1.31	0.01480110	0.1996 NS

Cuadro 3.14. Análisis de regresión para la longitud de la espiga del cultivar San Cristóbal.

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
X_1	1	0.02695513	0.02695513	0.64	0.4291 NS
X_2	1	0.03575513	0.03575513	0.85	0.3632 NS
X_{11}	1	0.08217293	0.08217293	1.95	0.1715 NS
X_{22}	1	0.09958162	0.09958162	2.37	0.1334 NS
$X_1 X_2$	1	0.07207500	0.07207500	1.71	0.1996 NS

Considerando que el modelo polinomial para la altura de planta es $Y = 5.123 + 0.019 X_1 + 0.021X_2 - 0.025X_1^2 - 0.028 X_2^2 - 0.019 X_1 X_2$, el gráfico de la superficie de respuesta es el siguiente :

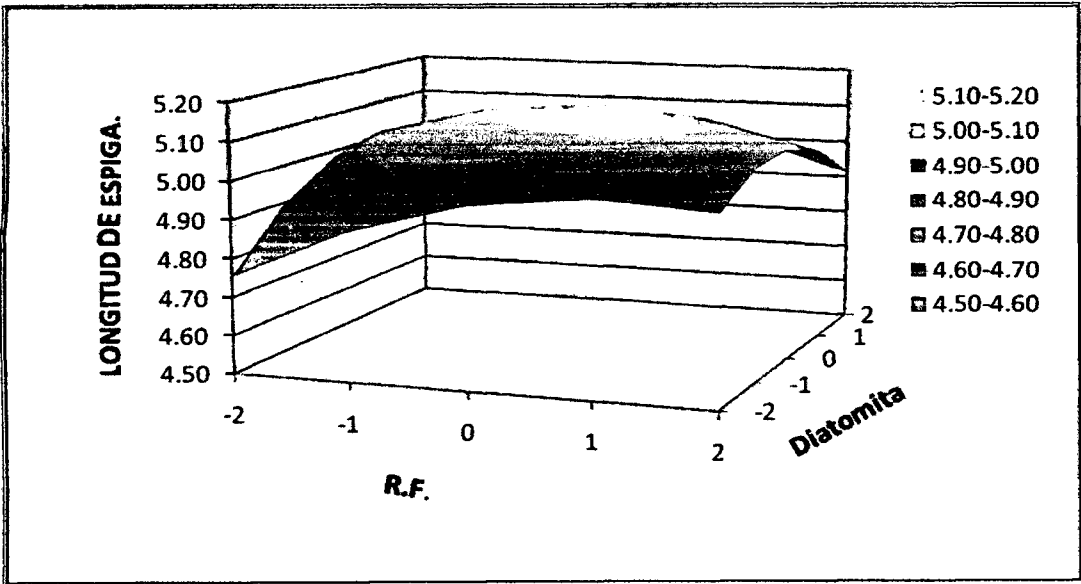


Gráfico 3.4. Superficie de respuesta para la longitud de espiga estimada sin significación estadística.

Tomando como referencia el nivel medio ($500 - 200 \text{ Kg.Ha}^{-1}$ de RF y diatomita), se puede indicar que el incremento de RF tuvo una ligera mejor influencia en la altura de las plantas por su mayor participación conforme se incrementan las dosis, en tanto que la diatomita lo hizo con menor significación.

c) Tumbado o acame

Se evaluó el porcentaje de la población de plantas de cada tratamiento que se hayan tumbado o inclinado. La evaluación se hizo una vez que las plantas hayan alcanzado la madurez. La cebada INIA 411, mostró resistencia al tumbado como se observa en el anexo a.8.

d) Desgrane

Esta variable se realizó una semana antes de la cosecha y cuando el cultivo estaba ya seco, para lo cual se tomó un número de 10 espigas de cada tratamiento, y se anotó en % de granos perdidos o que puedan perderse los cuales muestran una variación de 10.8 con el T_3 ($1000 - 400 \text{ Kg.Ha}^{-1}$ de RF y diatomita) y 37.5 %. Con el T_{10} ($500 - 100 \text{ Kg.Ha}^{-1}$ de RF y diatomita), ver anexo a.9.

e) Número de granos por espiga

Se contabilizó el número de granos viables en cada espiga y se anotó el promedio, el cual varió entre 50.5 con el tratamiento T_1 (testigo), y 55.7 cm con el tratamiento T_{11} ($500 - 300 \text{ Kg.Ha}^{-1}$ de RF y diatomita), anexo (a.12).

f) Humedad del grano

Esta variable tuvo una variación de 7.90, con T_2 (1000 – 0 Kg.Ha⁻¹ de RF y diatomita) y 9.40 %. Con el T_{10} (500 – 100 Kg.Ha⁻¹ de RF y diatomita), muestran un bajo contenido de humedad debido que fue cosechado muy tarde, perdiendo humedad por la elevada temperatura. Los cuales se muestran en el anexo a.13.

g) Número de Espigas /m²

De acuerdo al análisis de variancia (Cuadro 3.10) esta variable resultó altamente significativa. El número de espigas / m² varió entre (Kg Ha⁻¹ de RF y diatomita), 431.3 y 365.0 espigas, respectivamente (anexo a.7). Para determinar la influencia de cada uno de los tratamientos se realizó la prueba de Duncan (Cuadro 3.15); los resultados de esta prueba indican que no existió una respuesta clara de las combinaciones de RF y D en cuanto a su influencia sobre el número de espigas/ m²; se observa que la RF sola a la mayor dosis o con un aporte menor de diatomita (200 Kg Ha⁻¹) favoreció mayor cantidad de espigas/ m² sin embargo, cuando se aumenta la dosis de diatomita a 400 Kg Ha⁻¹ parecer ser que la RF disminuye su participación obteniéndose 396 espigas/ m². Sin embargo resulta incierta la participación de las combinaciones en esta variable, en razón a lo cual se debe guardar cierta reserva en hacer las conclusiones.

Cuadro 3.15: Prueba de Duncan para número de espigas /m² en cebada.

Tratamiento (RF – Diatomita)	Número de espigas /m ²	Grupo Duncan (0.05)
T ₂ (1000 – 0)	431.330	a
T ₈ (1000 – 200)	423.330	a b
T ₃ (0 – 400)	417.670	a b
T ₁₃ (500 – 200)	410.330	a b
T ₁₂ (500 – 400)	407.670	a b c
T ₆ (250 – 200)	402.330	a b c
T ₄ (1000 – 400)	396.000	b c d
T ₁₀ (500 – 100)	395.670	b c d
T ₅ (0 – 200)	395.000	b c d
T ₇ (750 – 200)	389.670	b c d
T ₉ (500 – 0)	389.670	b c d
T ₁₁ (500 – 300)	375.330	c d
T ₁ (0 – 0)	365.000	d

Cuadro 3.16. Análisis de regresión para el número de espigas /m².Cristóbal.

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
X ₁	1	2051.282051	2051.282051	6.33	0.0170 *
X ₂	1	292.320513	292.320513	0.90	0.3493 NS
X ₁₁	1	797.079343	797.079343	2.46	0.1265 NS
X ₂₂	1	46.101082	46.101082	0.14	0.7086 NS
X ₁ X ₂	1	5808.000000	5808.000000	17.91	0.0002 **

Cuadro 3.17. Coeficientes de regresión del modelo polinomial para el número de espigas /m² en el cultivo de la cebada san Cristóbal.

Parámetro	Valor Estimado	T para Ho: Parámetro = 0	Error estándar del valor estimado	Pr > T
Intercepto	396.1414677	82.20	4.81927021	< .0001 **
X ₁	5.1282051	2.52	2.03902603	0.0170 *
X ₂	1.9358974	0.95	2.03902603	0.3493 NS
X ₁₁	2.4895199	1.57	1.58794298	0.1265 NS
X ₂₂	-0.5987153	-0.38	1.58794298	0.7086 NS
X ₁ X ₂	-5.5000000	-4.23	1.29962919	0.0002 **

Considerando el modelo polinomial $Y = 396.141 + 5.128 X_1 - 1.936X_2 + 2.490X_1^2 - 0.599 X_2^2 - 5.500 X_1 X_2$, el gráfico de superficie de respuesta es el siguiente :

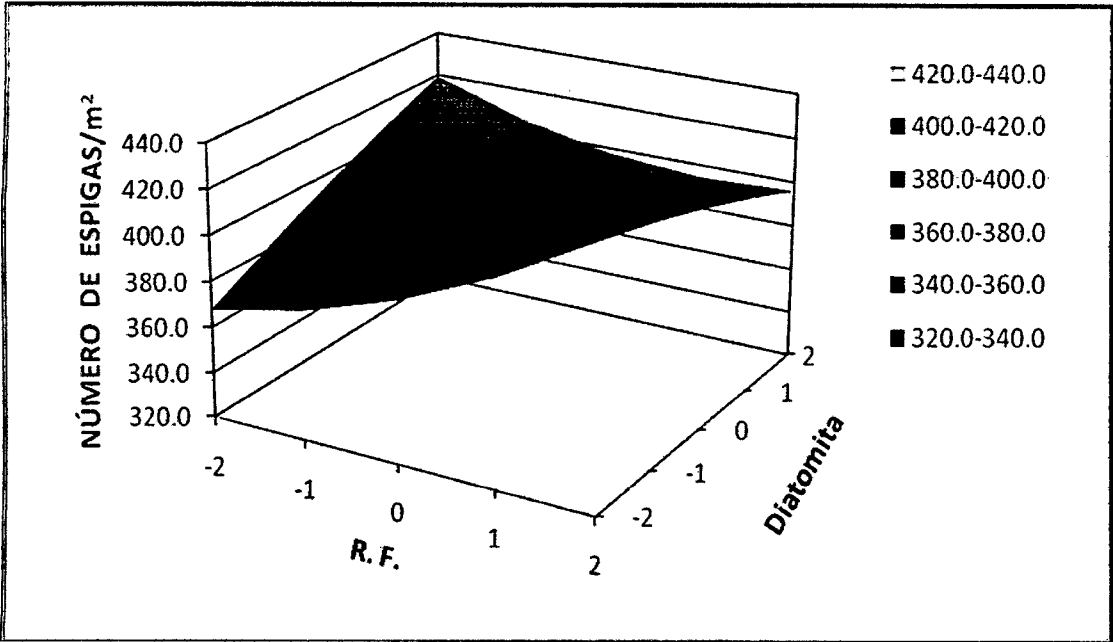


Gráfico 3.5. Superficie de respuesta para número de espigas /m² en el cultivo de la cebada San Cristóbal, en Canaán a 2750 msnm.

La superficie de respuesta (Gráfico 3.5) muestra con mayor claridad la irregular contribución de las combinaciones en la determinación del número de espigas/m²; no se ha logrado determinar influencia significativa de las combinaciones, puesto que en unos casos resulta importante la RF y en otros la diatomita y juntas ejercieron efectos diferentes en el número de espigas/m².

RUIZ (1994) encontró cantidades de 371, 303 y 302 espiga/ m² para las variedades Zapata, UNA 8270 y UNA 80, respectivamente. MIRANDA (20), señala que la variedad Zapata alcanzó un promedio de 362 espigas /m², seguida por las variedades UNA 80 y UNA 8270 con promedios de 294 y 285 espigas /m², respectivamente.

Las diferencias de número de espigas /m², depende de muchos factores, como la influencia del cultivar, las condiciones de cultivo (presencia de lluvias y aplicación del riego) y la fertilización; para nuestro caso pudo haber influenciado de manera importante la presencia de la RF y la diatomita, aún solas o en combinaciones.

Se hacen las comparaciones con otras variedades de cebada debido a que no existen más trabajos de investigación con la cebada san Cristóbal. INIA Cusco, lugar donde fue liberada dicha variedad, no tiene información al respecto.

h) Peso de 1000 semillas

El peso de 1000 semillas (anexo a.14), varió desde 46.6 con el tratamiento T₃ (0 – 400 Kg.Ha⁻¹ de RF y diatomita) hasta 52.9 con el tratamiento T₁₁ (500 – 300 Kg.Ha⁻¹ de RF y diatomita).

i) Índice de Cosecha

El índice de cosecha de la cebada san Cristóbal (anexo a.10) varió entre 59.31 % y 49.64 % (Kg.Ha⁻¹ de RF y diatomita). De acuerdo al análisis de variancia (Cuadro 3.10) no existe diferencias en los índices de cosecha logrados con las combinaciones de RF y Diatomita.

El rango de índice (59.31% y 49.64 %) es superior al que encontró RUIZ (30) quien informa haber encontrado 26.90%, 26.60% y 24.40% de índice con las variedades UNA 8270, UNA 80 y Zapata, respectivamente. MIRANDA, (20), en Canaán (Ayacucho), determinó valores similares para UNA 8270 (27.45%) y UNA 80 (27.24%), mientras que en la variedad Zapata obtuvo 30.68 % de I.C. Al investigar cinco niveles de N, P y estiércol, GUTIÉRREZ (18) determinó un IC que varió entre 35.03 y 43.05% para la cebada Zapata en Canaán.

Los resultados son elevados debido a que el día que cayó la granizada defolió las hojas de la cebada, disminuyendo así el peso del follaje, y por tanto elevando el índice de cosecha. Otro factor importante que pudo haber influido en los valores altos de IC es su resistencia a la roya amarilla (*Puccinia striiformis* fs. *tritici*), tizón foliar (*Bipolaris*, *Septoria*), manchas foliares (*Fusarium*, bacteriosis). INIA-Cusco, atreves de ESTRADA

no expone información sobre esta variable.

j) Peso hectolítrico

Se realizó una muestra promedio de todos los tratamientos, el cual se expresó en kg. Por 100 lt. (Kg/hl.) Se usó semillas con humedad menor al 14%. Como lo muestra el anexo a.15.

k) Evaluación de royas.

Al realizar las evaluaciones de esta variable, la nueva variedad de cebada INIA 411 San Cristóbal mostró resistencia para dichas royas evaluadas, por lo que no fue de importancia en el rendimiento. Como lo muestra el anexo (a.16).

l) Evaluación de la enfermedad “podrición basal”.

La evaluación de la enfermedad (anexo a.17), varía desde 1.9 con T_7 (750 – 200 Kg.Ha⁻¹ de RF y diatomita), hasta 10.19 % con el tratamiento T_8 (1000 – 200 Kg.Ha⁻¹ de RF y diatomita). Estas evaluaciones se hicieron en la fase del encañado.

II) Rendimiento

El rendimiento de grano en la cebada san Cristóbal (anexo a.18) varió desde 7722.1 Kg.Ha⁻¹ en las plantas sin RF y Diatomita (testigo) hasta 8971.2 Kg.Ha⁻¹ con la combinación 1000 – 200 Kg.Ha⁻¹ de RF y diatomita. Existe indudablemente una influencia importante de la presencia de la RF y la diatomita en los rendimientos de grano cuando se comparan las combinaciones con las plantas que no recibieron esta fertilización.

Según la prueba de Duncan (Cuadro 3.18) los rendimientos logrados

con las combinaciones de RF y D no siguen una secuencia correlacionada con las dosis de estos fertilizantes, es decir un alto rendimiento no necesariamente corresponde a una mayor combinación de ambos productos. Sin embargo, es probable que hayan influenciado otros factores más en el rendimiento de grano que no se han evaluado en el experimento. Es rescatable la información, en general, para indicar que se lograron buenos rendimientos con la variedad san Cristóbal en las condiciones de cultivo en Canaán. La aplicación de RF y D generaron un promedio de 8369.7 Kg. grano/ Ha⁻¹, frente a 7722.1Kg. grano/Ha⁻¹ que se obtuvo sin el uso de ambos fertilizantes, es decir un incremento promedio de 647.6 Kg.grano/Ha⁻¹, que proporcionalmente representa solo un incremento de 7.74%. Debido a la alta variabilidad de respuestas de rendimiento ante las combinaciones de RF y D, no es posible utilizar de manera efectiva los resultados de la prueba de Duncan, sino solamente con cierta reserva.

GUTIÉRREZ (18) informa haber encontrado rendimientos entre 3,144.05 a 5,940.00 Kg/Ha⁻¹ en la variedad Zapata en condiciones de Canaán sembrada con cinco niveles de N, P, y estiércol; este cultivar hoy, excluido de la producción nacional comercial, tiene menor capacidad productiva que la variedad san Cristóbal en razón a lo cual rinde menos.

Cuadro 3.18. Prueba de Duncan para el rendimiento de grano en Kg.Ha⁻¹
del cultivo de la cebada san Cristóbal.

Tratamiento (RF – diatomita)	Rendimiento en (Kg/Ha ⁻¹)	Grupo Duncan (0.05)
T ₈ (1000 – 200)	8971.2	a
T ₃ (0 – 400)	8744.5	a b
T ₁₂ (500 – 400)	8671.7	a b
T ₁₃ (500 – 200)	8500.9	a b
T ₁₀ (500 – 100)	8421.4	a b
T ₄ (1000 – 400)	8390.9	a b
T ₁₁ (500 – 300)	8322.7	a b
T ₆ (250 – 200)	8232.9	a b
T ₉ (500 – 0)	8207.6	a b
T ₂ (1000 – 0)	8162.2	a b
T ₅ (0 – 200)	7912.6	b
T ₇ (750 – 200)	7898.0	b
T ₁ (0 – 0)	7722.1	b

ARONÉS (3) trabajó con 61 líneas de cebada en Canaán para informar que obtuvo rendimientos de 7.16 t / Ha⁻¹ con la línea C - 618 y de 3.81t / Ha⁻¹ con la línea C-601. PRADO (25) determinó que la variedad UNA-80 alcanzó un rendimiento de 5, 293 Kg.Ha⁻¹ en Canaán, mientras que en Chupas el rendimiento fue de 3, 179.33 Kg.Ha⁻¹.

ESTRADA (13), a través de INIA-Cusco reporta que la variedad san Cristóbal en campo de los agricultores alcanzó un rendimiento potencial de 6, 870 Kg.Ha⁻¹, y rendimiento promedio de campo de 3,546 Kg.Ha⁻¹, regularmente menores a los rendimientos que se obtuvieron en el presente trabajo de investigación. Los mejores rendimientos pudieron haber sido facilitados por la presencia de la roca fosfórica y la diatomita incubadas con microorganismos benéficos, puesto que en el peso de 1000 semillas (ver anexo a.14), fue superior en nuestro experimento variando entre 46.63 y 52.97 grs., en comparación al peso de 1000 semillas con tan solo 38 g. informado por ESTRADA.

La diferencia con los trabajos mencionados puede deberse a la evaluación de una pequeña cantidad de granos (por el efecto deprimente que ocasionó la granizada en las plantas), además de la menor extensión cultivada que se utilizó para inferir el rendimiento por Ha⁻¹, en comparación a las mayores extensiones de área que puedan conducir los agricultores.

En el estudio del efecto del fosfato de Sechura, incubado en solución de microorganismos en el rendimiento de tomate, GÁLVEZ (17) afirma haber obtenido la mayor producción aplicando el nivel alto de RF (1050 Kg.Ha⁻¹); TINEO (34) menciona que la aplicación de diatomita como enmienda silícica tiene efecto positivo en la mejor utilización del fósforo por la planta.

En el análisis de regresión (cuadro 3.19 y 3.20), para estimar los niveles óptimos de roca fosfórica (X₁) y diatomita (X₂) en el rendimiento de la cebada san Cristóbal en Kg/Ha⁻¹ no se encuentra respuesta significativa

para ninguno de los componentes; en razón a ello no fue posible determinar el nivel que maximice el rendimiento.

Cuadro 3.19. Coeficientes de regresión del modelo polinomial para el rendimiento en (Kg.Ha⁻¹) del cultivo de la cebada San Cristóbal en Canaán.

Parámetro	Valor Estimado	T para Ho: Parámetro = 0	Error estándar del valor estimado	Pr > T
Intercepto	8338.860531	55.64	149.8594005	< .0001 **
X ₁	75.211154	1.19	63.4052885	0.2440 NS
X ₂	128.142821	2.02	63.4052885	0.0515 NS
X ₁₁	-13.492086	-0.27	49.3784686	0.7864 NS
X ₂₂	4.012718	0.08	49.3784686	0.9357 NS
X ₁ X ₂	-49.605417	-1.23	40.4131004	0.2283 NS

Cuadro 3.20. Análisis de regresión para el rendimiento en (Kg.Ha⁻¹) de la cebada San Cristóbal en Canaán.

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
X ₁	1	441223.978	441223.978	1.41	0.2440 NS
X ₂	1	1280805.431	1280805.431	4.08	0.0515 NS
X ₁₁	1	23411.462	23411.462	0.07	0.7864 NS
X ₂₂	1	2070.845	2070.845	0.01	0.9357 NS
X ₁ X ₂	1	472453.894	472453.894	1.51	0.2283 NS

Considerando el modelo polinomial $Y= 8338.861+ 75.211 X_1 +128.143 X_2 - 13.492 X_1^2 + 4.013 X_2^2 - 49.605 X_1 X_2$, el gráfico de superficie de respuesta para el rendimiento de grano, es el siguiente:

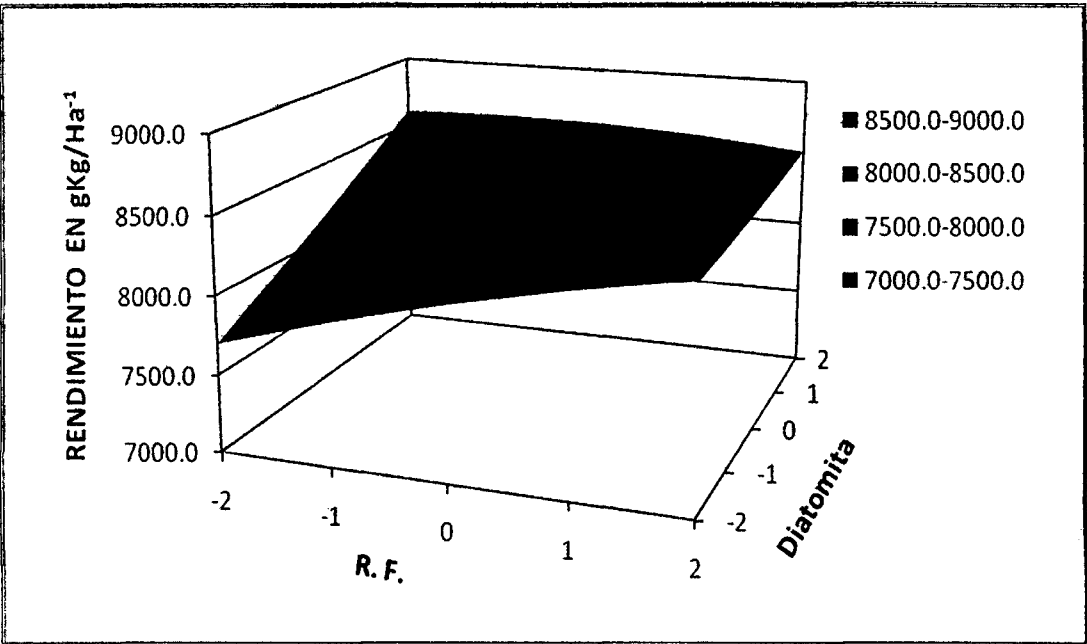


Gráfico 3.6. Superficie de respuesta para el rendimiento de grano (Kg.Ha⁻¹), en la cebada San Cristóbal en Canaán 2750 msnm.

Tomando como referencia el nivel medio 500 – 200 Kg.Ha⁻¹ de RF y diatomita, se observa que los niveles de RF tuvieron más influencia en el rendimiento de grano que los niveles de diatomita; si se consideran separadas, la diatomita ejerció mejor influencia que los niveles crecientes de la RF incubada. Esta situación de falta de sinergismo entre ambos fertilizantes, se reflejó en la prueba de Duncan, no permitiéndonos determinar cuál fue la mejor combinación.

3.3 DETERMINACIÓN DEL FÓSFORO DISPONIBLE EN EL INCUBADO

Se realizó el análisis correspondiente de la roca fosfórica tratada para el periodo de incubación de 20 días, mediante el método colorimétrico o Bray – Kurtz; encontrándose que la roca fosfórica incubada con los M.B. posee 2.14% de P₂O₅ disponible para la planta, en comparación con 0.001145% de P₂O₅ existente en la roca fosfórica sin tratar.

Cuadro 3.21. Fósforo disponible (expresado como P₂O₅) liberado a partir de la roca fosfórica por acción de la solución de microorganismos benéficos:

Roca fosfórica tratada					
Solubilidad del P en Agua					
Días de tratamiento	D.O. (1)	D.O (20)	Lr	ppmP	% P ₂ O ₅
0 días	0.001	-	0.002	5	0.001145
20 días	1.591	0.081	0.187	9350	2.14115

Fuente: Gálvez (2009)

Cuadro 3.22: 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	% P ₂ O ₅
Total de Fósforo en la roca fosfórica	-	0.7	1.57	125600	28.76

Fuente: Gálvez (2009)

En consecuencia, se afirma que la solución de microorganismos benéficos, 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 quelantizantes producidas por los microorganismos, los cuales también liberan al fósforo insoluble. Es probable que este cambio inducido microbiológicamente haya sido una de las contribuciones significativas de la RF y D en la expresión de las capacidades de la cebada san Cristóbal.

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) liberan fósforo procedente de formas minerales. GÁLVEZ (2009), en el estudio del efecto del fosfato de Sechura, incubado en solución de microorganismos en el rendimiento de tomate, afirma haber obtenido 2.12 % de P_2O_5 disponible tratado por 15 días; asimismo en cuanto al fósforo total de la roca fosfórica sin tratar obtuvo 28.76 % de P_2O_5 .

Los resultados positivos obtenidos en el presente trabajo, sugiere que en efecto la solución de microorganismos benéficos, con un pH de 3.5, tuvo un efecto solubilizante en la diatomita, esto posiblemente a la acción de los ácidos presentes en la solución, como también por las sustancias quelantes producidas por los microorganismos los cuales también podrían liberar al sílice insoluble. QUERO (2004), indica que la diversidad y desarrollo de la flora microbiana benéfica del suelo, es estimulada por la presencia del silicio soluble, el ácido ortosilícico (H_4SiO_4). El H_4SiO_4 soluble forma complejos con los cationes que componen los minerales, promoviendo la movilización, distribución y asimilación por el área radicular de la cubierta vegetal producidas por los microorganismos los cuales también podrían liberar al sílice insoluble. QUERO (2004), indica que la diversidad y desarrollo de la flora microbiana benéfica del suelo, es estimulada por la presencia del silicio soluble, el ácido ortosilícico (H_4SiO_4). El H_4SiO_4 soluble forma complejos con los cationes que componen los minerales, promoviendo la movilización, distribución y asimilación por el área radicular de la cubierta vegetal.

3.4 MÉRITO ECONÓMICO.

En el cuadro 3.23 se muestra el mérito económico expresado en la rentabilidad de los tratamientos estudiados con las aplicaciones de roca fosfórica y diatomita incubadas en una solución de microorganismos benéficos en el rendimiento de la cebada San Cristóbal. Se deduce que con

las plantas que no recibieron RF y D se obtuvo la mayor tasa de rentabilidad (194.46 %), esto debido a su mínimo costo de producción, y a que los rendimientos fueron elevados. El análisis del suelo reveló niveles medios de fertilización, que pudieron ser más que suficiente para el cultivo además de las precipitaciones frecuentes durante todo el periodo de cultivo; también pudo haber influenciado la granizada que defolió y desgranó las espigas, induciendo que la evaluación se haga con las espigas enteras y buscando tamaños uniformes para dicha evaluación.

A manera de afirmación de la información anterior, las combinaciones 0 – 400 Kg.Ha⁻¹ de RF y diatomita y 0 – 200 Kg.Ha⁻¹ de RF y diatomita permitieron también altas tasas de rentabilidad con 171.43 y 170.79 % respectivamente, en tanto que las menores rentabilidades, están representados por los tratamientos 750 – 200 Kg.Ha⁻¹ de RF y diatomita y 1000- 400 Kg.Ha⁻¹ de RF y diatomita con 91.43 y 73.85 %, respectivamente. Con respecto a la combinación 0 – 400 Kg.Ha⁻¹ de RF y diatomita, que logra una rentabilidad de 171.12 %, se puede mencionar que al invertir S/. 3221.62 se obtiene 8744.50 nuevos soles como utilidad bruta lo que se traduce en un buen beneficio económico.

Es importante mencionar que la aplicación de roca fosfórica y diatomita incubadas con una solución de microorganismos benéficos, 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.

Cuadro 3.23: Análisis económico de la rentabilidad por tratamientos.

Tratamientos	Código (RF – diatomita)	Costo total de producción S/.	Rendimiento Kg.Ha ⁻¹	Costo por kilo S/.	Valor bruto de producción S/.	Utilidad Bruta S/.	Rentabilidad %
T ₁	(0 - 0)	2622.42	7722.1	1.00	7722.10	5099.68	194.46
T ₃	(0 - 400)	3221.62	8744.5	1.00	8744.50	5522.88	171.43
T ₅	(0 - 200)	2922.02	7912.6	1.00	7912.60	4990.58	170.79
T ₆	(250 - 200)	3323.27	8232.9	1.00	8332.90	4909.63	147.73
T ₉	(500 - 0)	3424.92	8207.6	1.00	8207.60	4782.68	139.64
T ₁₀	(500 - 100)	3574.72	8421.4	1.00	8421.40	4846.68	135.58
T ₁₃	(500 - 200)	3724.52	8500.9	1.00	8500.09	4776.38	128.24
T ₁₂	(500 - 400)	4024.12	8671.7	1.00	8671.70	4647.58	115.49
T ₁₁	(500 - 300)	3874.32	8322.7	1.00	8322.70	4448.38	114.82
T ₈	(1000 - 200)	4527.02	8971.2	1.00	8971.20	4444.18	98.17
T ₂	(1000 - 0)	4227.42	8162.2	1.00	8162.2	3934.78	93.08
T ₇	(750 - 200)	4125.77	7898.0	1.00	7898.00	3772.23	91.43
T ₄	(1000 - 200)	4826.62	8390.9	1.00	8390.90	3564.28	73.85

CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

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

4.1 CONCLUSIONES.

1. La solución madre con microorganismos benéficos tiene efectos solubilizantes en la roca fosfórica y en la diatomita.

2. El rendimiento del grano de cebada por efecto de los niveles de roca fosfórica (X_1) y diatomita (X_2), incubadas con una solución de microorganismos benéficos, tiene el modelo polinomial $Y = 8338.861 + 75.211 X_1 + 128.143 X_2 - 13.492 X_1^2 + 4.013 X_2^2 - 49.605 X_1 X_2 + e$.

3. No se pudo determinar los niveles de roca fosfórica y diatomita incubadas con microorganismos benéficos, que optimizan el rendimiento de cebada, porque las respuestas en las variables evaluadas no fueron significativas.

4. La aplicación conjunta de roca fosfórica y diatomita permite una mejor respuesta a los niveles crecientes de roca fosfórica, que a los niveles crecientes de diatomita.

5. La aplicación individual de la roca fosfórica y la diatomita se traduce en una mejor respuesta a los niveles crecientes de la diatomita, que a los de la roca fosfórica.

6. La mayor rentabilidad se obtuvo con las plantas que no recibieron la fertilización con roca fosfórica y diatomita, ofreciendo una utilidad de 5099.68 nuevos soles.

4.2 RECOMENDACIONES

1. Incentivar trabajos de investigación en el cultivo de cebada, y cultivos de las zonas altas, por ser fuente de alimentación barata y rentable para los agricultores de nuestra serranía.

2. Es necesario realizar investigaciones en la identificación de los microorganismos responsables de la solubilización de la roca fosfórica y la diatomita, o el efecto indirecto que éstos tienen con respecto a la roca fosfórica y diatomita.

RESUMEN

Con el objetivo de evaluar la solubilidad de la roca fosfórica y diatomita en una solución de microorganismos benéficos y el efecto de dosis crecientes de estos insumos en el rendimiento de la cebada San Cristóbal, se efectuó un ensayo en el centro experimental Canaán – UNSCH a 2750 msnm. En una primera fase se sometió la roca fosfórica y diatomita a la acción solubilizante de una solución de microorganismos benéficos con un pH de 3.5, durante 20 días, luego de lo cual se utilizaron niveles de 0, 250, 500, 750 y 1000 Kg roca fosfórica Ha^{-1} y 0, 100, 200, 300 y 400 Kg diatomita Ha^{-1} en parcelas conducidas en el diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones. El experimento fue afectado por una granizada que indujo a cosecharse más temprano de lo previsto. Se determinó que la solución madre de microorganismos benéficos tiene efectos solubilizante en la roca fosfórica y en la diatomita. La producción de grano de cebada por expresó un modelo polinomial $Y = 8338.861 + 75.211X_1 + 128.143X_2 - 13.492X_1^2 + 4.013X_2^2 - 49.605 X_1 X_2$. No se pudo determinar los niveles óptimos de roca fosfórica y diatomita incubadas con microorganismos benéficos, que optimizan el rendimiento de cebada, porque las respuestas en las variables estudiadas no fueron significativas. La mayor rentabilidad se obtuvo con las plantas que no recibieron aportes de roca fosfórica ni diatomita, lográndose una utilidad de 5099.68 nuevos soles.

REFERENCIAS DE LITERATURA

1. ALEXANDER, M. 1981. "Introducción a la microbiología del suelo" A. G. T. Editor S.A. México D. F. 371 p.
2. ANTÚNEZ, S. 1981. La nutrición en el antiguo Perú. Banco central de reserva del Perú. Lima- peru. 189 p. 1º edic.
3. ARONES, P. 2009. Adaptación de 61 líneas de cebada (*Hordeum vulgare* L.). Canaán 2750 msnm. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Ayacucho - 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. CATEDRA IX. 1982. Química del suelo y los Fertilizantes. 3 era. Edición. Universidad Politécnica. Madrid. 127 p.
8. CORNEJO y otros. 2003. Cocina novo andina. Folleto auspiciado por UNALM y Backus.
9. COYNE M. 2000. Microbiología del Suelo: un enfoque exploratorio. Edit. Paraninfo Madrid. 524 p.
10. CHUJO, S. L. 2004. ¿Qué es EM? [En línea] España, disponible en:
11. DEVLIN R. 1970. Fisiología Vegetal. Edic. Omega S.A. Barcelona. Madrid. 601p.

12. DOMINGUEZ, A. 1989. Tratado de Fertilizantes. Edit. Mundi Prensa. Madrid. 601 p.
13. ESTRADA, R. 2005. Cebada INIA-411 San Cristóbal: disponible en: <http://www.inia.gob.pe/notas/nota050/>. Accesado el 05 de agosto del 2009.
14. FAO. 2007. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.
[<http://www.fao.org/ag/agl/agll/ipns/indexes.jsp?term=es45&letter=M>]
15. 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.
16. FINCK, A. 1985. Fertilizantes y Fertilización. Edit. Reverté. S.A. Barcelona. 227 p.
17. GÁLVEZ, J. 2009. Efecto del fosfato de Sechura, incubado en solución de microorganismos efectivos en el rendimiento de tomate (*Lycopersicum sculemtum* Mill) en Ayacucho a 2750 msnm. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Ayacucho - Perú.
18. GUTIÉRREZ, R. 1988. Respuesta de la cebada variedad zapata a 5 niveles N, P y estiércol en condiciones de Canaán 2750 msnm. Tesis Ing. Agrónomo. UNSCH. Ayacucho – Perú.
19. HIGA y PARR. 1991. Microorganismos Efectivos (ME o EM), Fundación de Asesorías para el Sector Rural (FUNDASES).
<http://www.fundases.com/p/em01.html> [Accesado el 20 de octubre del 2009].
20. MIRANDA, G. 1986. Estudio factorial de variedad (4) por fertilización nitrogenada (3), por fertilización fosfatada (3), en el cultivo de cebada

(*Hordeum vulgare L.*). Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Ayacucho-Perú.

21. MOLINA, J. 1989. La cebada. 1º edit. Ediciones Mundi-prensa. España.

22. Portal de INFOAGRO. El cultivo de la cebada. [http://\(www.infoagro.com/herbaceos/forrajes/cebada\)](http://www.infoagro.com/herbaceos/forrajes/cebada).

23. Portal de INFOAGRO. Cultivo de cebada. [http://\(www.canales.hoy.es/canalagro/datos/herbaceos/cereales/cebada\)](http://www.canales.hoy.es/canalagro/datos/herbaceos/cereales/cebada).

24. Portal de AGRINOVA. El cultivo de la cebada. [http://\(www.agrinova.com\)](http://www.agrinova.com).

25. PRADO, S. 2009. Rendimiento de de variedades de cebada de grano desnudo (*Hordeum vulgare L.*) en dos localidades de Ayacucho. Tesis Ing. Agrónoma. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Ayacucho - Perú.

26. QUERO, E. 2004. El flujo de silicio en los cultivos agrícolas [En línea] México. <http://www.loquequero.com/>.

27. ROBLES, R. 1979. Producción de granos y forrajes. 1º Edic. Edit. – Limusa - México.

28. RODRIGUEZ, F. 1982. Fertilizantes, Nutrición Vegetal. A. G. T. Editor S.A. México 75 p.

29. ROMERO, M y GÓMEZ, L. 2003. Cultivo de cebada en el Perú. Corporación Backus-Materia Lima SA – Universidad Nacional Agraria la Molina – programas cereales. Lima- Perú.

30. RUIZ, W. 1994. Estudio factorial de variedad (3) por fertilización

nitrogenada (3), por fertilización orgánica - estiércol (3), en el cultivo de cebada (*Hordeum vulgare L.*). Canaán. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Ayacucho-Perú.

31. RUSSELL J. y RUSSELL, W. 1968. Condiciones del suelo y crecimiento de las plantas. Edit. Aguilar. Madrid. 217 p.

32. SALVATIERRA, J. 2008. Producción de semilla certificada de cuatro variedades de cebada (*Hordeum vulgare L.*). Canaán 2750 msnm. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Ayacucho - Perú.

33. SUQUILANDA, M. 2001. Curso internacional sobre elaboración de abonos orgánicos. Corporación PROEXANT. Quito.
<http://www.pidecafe.com.pe/textos/txt 6.doc>

34. TINEO, A. 1987. Efecto de la diatomita en la absorción del fósforo por la Planta, en Suelos Alto-Andinos de Ayacucho. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Ayacucho-Perú.

35. TINEO, A. 2006. Superficies de Respuesta. El diseño 03 de julio. Ediciones gráficas E.I.R.L. Lima- Perú. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, UNSCH. 81 p.

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

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

38. TUME, H. 2005. ¿QUÉ SABE USTED DE LOS FOSFATOS? “El regional de Piura”. Perú, [http://\(elregionalpiura.com.pe/archivosnoticias/2005_03/marzo/fosfatos_teria.htm\)](http://elregionalpiura.com.pe/archivosnoticias/2005_03/marzo/fosfatos_teria.htm).
39. VIDAL, J. 1963 Botánica Editorial Bruño, 28 Edic. Lima – Perú.

ANEXOS

ANEXO A: RESULTADOS DE LAS EVALUACIONES HECHAS DE LOS FACTORES DE PRECOCIDAD Y RENDIMIENTO.

a.1. EMERGENCIA DE PLANTULAS.

TRAT.	NIVELES DE RF	NIVELES DE DIATOMITA	REPETICIONES			TOTAL	PROM.
			R1	R2	R3		
T ₁	0	0	5.00	5.00	5.00	15.00	5.00
T ₂	1000	0	4.00	5.00	5.00	14.00	4.67
T ₃	0	400	5.00	4.00	4.00	13.00	4.33
T ₄	1000	400	4.00	3.00	4.00	11.00	3.67
T ₅	0	200	5.00	5.00	4.00	14.00	4.67
T ₆	250	200	5.00	5.00	4.00	14.00	4.67
T ₇	750	200	4.00	5.00	4.00	13.00	4.33
T ₈	1000	200	4.00	5.00	3.00	12.00	4.00
T ₉	500	0	4.00	5.00	5.00	14.00	4.67
T ₁₀	500	100	4.00	5.00	4.00	13.00	4.33
T ₁₁	500	300	5.00	4.00	4.00	13.00	4.33
T ₁₂	500	400	4.00	4.00	4.00	12.00	4.00
T ₁₃	500	200	4.00	4.00	3.00	11.00	3.67

a.2. DÍAS A MACOLLAMIENTO.

TRAT.	NIVELES DE RF	NIVELES DE DIATOMITA	REPETICIONES			TOTAL	PROM.
			R1	R2	R3		
T ₁	0	0	22.00	21.00	21.00	64.00	21.33
T ₂	1000	0	20.00	19.00	20.00	59.00	19.67
T ₃	0	400	20.00	19.00	19.00	58.00	19.33
T ₄	1000	400	19.00	18.00	18.00	55.00	18.33
T ₅	0	200	19.00	19.00	18.00	56.00	18.67
T ₆	250	200	20.00	20.00	19.00	59.00	19.67
T ₇	750	200	20.00	19.00	19.00	58.00	19.33
T ₈	1000	200	19.00	19.00	19.00	57.00	19.00
T ₉	500	0	19.00	20.00	20.00	59.00	19.67
T ₁₀	500	100	18.00	20.00	21.00	59.00	19.67
T ₁₁	500	300	20.00	19.00	19.00	58.00	19.33
T ₁₂	500	400	19.00	21.00	21.00	61.00	20.33
T ₁₃	500	200	18.00	18.00	19.00	55.00	18.33

a.3. DÍAS A ENCAÑADO.

TRAT.	NIVELES DE RF	NIVELES DE DIATOMITA	REPETICIONES			TOTAL	PROM.
			R1	R2	R3		
T ₁	0	0	42.00	41.00	41.00	124.00	41.33
T ₂	1000	0	39.00	40.00	40.00	119.00	39.67
T ₃	0	400	39.00	41.00	40.00	120.00	40.00
T ₄	1000	400	38.00	38.00	39.00	115.00	38.33
T ₅	0	200	40.00	38.00	39.00	117.00	39.00
T ₆	250	200	41.00	40.00	41.00	122.00	40.67
T ₇	750	200	39.00	41.00	41.00	121.00	40.33
T ₈	1000	200	38.00	38.00	38.00	114.00	38.00
T ₉	500	0	39.00	40.00	38.00	117.00	39.00
T ₁₀	500	100	41.00	41.00	42.00	124.00	41.33
T ₁₁	500	300	39.00	40.00	40.00	119.00	39.67
T ₁₂	500	400	38.00	39.00	39.00	116.00	38.67
T ₁₃	500	200	38.00	38.00	39.00	115.00	38.33

a.4. DÍAS A ESPIGADO.

TRAT.	NIVELES DE RF	NIVELES DE DIATOMITA	REPETICIONES			TOTAL	PROM.
			R1	R2	R3		
T ₁	0	0	55.00	55.00	56.00	166.00	55.33
T ₂	1000	0	54.00	55.00	53.00	162.00	54.00
T ₃	0	400	53.00	52.00	52.00	157.00	52.33
T ₄	1000	400	51.00	52.00	51.00	154.00	51.33
T ₅	0	200	52.00	51.00	54.00	157.00	52.33
T ₆	250	200	51.00	53.00	54.00	158.00	52.67
T ₇	750	200	52.00	51.00	51.00	154.00	51.33
T ₈	1000	200	51.00	52.00	52.00	155.00	51.67
T ₉	500	0	51.00	53.00	53.00	157.00	52.33
T ₁₀	500	100	51.00	51.00	52.00	154.00	51.33
T ₁₁	500	300	51.00	51.00	52.00	154.00	51.33
T ₁₂	500	400	53.00	51.00	54.00	158.00	52.67
T ₁₃	500	200	52.00	50.00	51.00	153.00	51.00

a.5. DÍAS A MADUREZ DE COSECHA.

TRAT.	NIVELES DE RF	NIVELES DE DIATOMITA	REPETICIONES			TOTAL	PROM.
			R1	R2	R3		
T ₁	0	0	114.00	115.00	114.00	343.00	114.33
T ₂	1000	0	112.00	111.00	112.00	335.00	111.67
T ₃	0	400	112.00	111.00	111.00	334.00	111.33
T ₄	1000	400	109.00	110.00	107.00	326.00	108.67
T ₅	0	200	111.00	112.00	110.00	333.00	111.00
T ₆	250	200	110.00	109.00	112.00	331.00	110.33
T ₇	750	200	111.00	112.00	110.00	333.00	111.00
T ₈	1000	200	110.00	112.00	109.00	331.00	110.33
T ₉	500	0	109.00	112.00	110.00	331.00	110.33
T ₁₀	500	100	111.00	110.00	109.00	330.00	110.00
T ₁₁	500	300	110.00	112.00	111.00	333.00	111.00
T ₁₂	500	400	111.00	110.00	110.00	331.00	110.33
T ₁₃	500	200	110.00	108.00	109.00	327.00	109.00

a.6. ALTURA DE PLANTA EN Cm.

TRAT.	NIVELES DE RF	NIVELES DE DIATOMITA	REPETICIONES			TOTAL	PROM.
			R1	R2	R3		
T ₁	0	0	79.94	89.10	87.80	256.84	85.61
T ₂	1000	0	98.06	87.00	91.92	276.98	92.33
T ₃	0	400	95.19	100.50	95.20	290.89	96.96
T ₄	1000	400	88.44	94.10	100.20	282.74	94.25
T ₅	0	200	85.94	94.30	86.64	266.88	88.96
T ₆	250	200	83.25	95.75	96.10	275.10	91.70
T ₇	750	200	97.00	97.10	80.40	274.50	91.50
T ₈	1000	200	97.43	100.42	83.20	281.05	93.68
T ₉	500	0	93.80	101.58	87.00	282.38	94.13
T ₁₀	500	100	85.50	102.08	99.40	286.98	95.66
T ₁₁	500	300	99.38	100.91	93.50	293.79	97.93
T ₁₂	500	400	95.38	90.40	95.42	281.20	93.73
T ₁₃	500	200	94.69	100.08	98.10	292.87	97.62

a.7. NÚMERO DE ESPIGAS /m²

	NIVELES DE RF	NIVELES DE DIATOMITA	REPETICIONES			TOTAL	PROM.
			R1	R2	TRAT.		
T ₁	0	0	350	380	365	1095.00	365.00
T ₂	1000	0	428	431	435	1294.00	431.33
T ₃	0	400	398	435	420	1253.00	417.67
T ₄	1000	400	392	406	390	1188.00	396.00
T ₅	0	200	390	394	401	1185.00	395.00
T ₆	250	200	411	388	408	1207.00	402.33
T ₇	750	200	383	396	390	1169.00	389.67
T ₈	1000	200	393	448	429	1270.00	423.33
T ₉	500	0	403	386	380	1169.00	389.67
T ₁₀	500	100	388	409	390	1187.00	395.67
T ₁₁	500	300	388	365	373	1126.00	375.33
T ₁₂	500	400	445	368	410	1223.00	407.67
T ₁₃	500	200	409	402	420	1231.00	410.33

a.8. TUMBADO O ACAME, ES RESISTENTE.

a.9. DESGRANE EN %.

TRAT.	NIVELES DE RF	NIVELES DE DIATOMITA	REPETICIONES			TOTAL	PROM.
			R1	R2	R3		
T ₁	0	0	16.83	20.50	22.15	59.48	19.83
T ₂	1000	0	49.06	24.70	17.91	91.67	30.56
T ₃	0	400	4.25	21.56	6.68	32.49	10.83
T ₄	1000	400	18.54	16.78	21.73	57.05	19.02
T ₅	0	200	11.77	27.85	28.14	67.76	22.59
T ₆	250	200	13.11	19.10	35.38	67.59	22.53
T ₇	750	200	40.31	24.62	9.34	74.27	24.76
T ₈	1000	200	16.66	26.95	10.48	54.09	18.03
T ₉	500	0	22.61	21.04	28.90	72.55	24.18
T ₁₀	500	100	46.57	23.41	42.39	112.37	37.46
T ₁₁	500	300	39.40	15.98	15.60	70.98	23.66
T ₁₂	500	400	26.09	21.68	16.85	64.62	21.54
T ₁₃	500	200	37.30	26.31	26.06	89.67	29.89

a.10. ÍNDICE DE COSECHA %.

TRAT.	NIVELES DE RF	NIVELES DE DIATOMITA	REPETICIONES			TOTAL	PROM.
			R1	R2	R3		
T ₁	0	0	49.76	61.06	56.89	167.71	55.90
T ₂	1000	0	51.15	62.53	55.57	169.25	56.42
T ₃	0	400	62.40	60.75	54.77	177.92	59.31
T ₄	1000	400	50.07	59.54	53.93	163.54	54.51
T ₅	0	200	57.26	53.64	49.43	160.33	53.44
T ₆	250	200	57.86	58.12	54.48	170.46	56.82
T ₇	750	200	52.43	59.50	57.22	169.15	56.38
T ₈	1000	200	57.69	55.89	56.46	170.04	56.68
T ₉	500	0	59.08	57.49	56.95	173.52	57.84
T ₁₀	500	100	44.16	57.62	47.14	148.92	49.64
T ₁₁	500	300	60.94	60.36	55.63	176.93	58.98
T ₁₂	500	400	57.79	56.37	49.47	163.63	54.54
T ₁₃	500	200	52.91	58.26	53.09	164.26	54.75

a.11. LONGITUD DE ESPIGA EN cm.

TRAT.	NIVELES DE RF	NIVELES DE DIATOMITA	REPETICIONES			TOTAL	PROM.
			R1	R2	R3		
T ₁	0	0	4.79	4.70	4.76	14.25	4.75
T ₂	1000	0	5.04	4.87	5.20	15.11	5.04
T ₃	0	400	5.00	4.94	4.98	14.92	4.97
T ₄	1000	400	5.09	4.75	5.01	14.85	4.95
T ₅	0	200	4.91	4.85	5.11	14.87	4.96
T ₆	250	200	5.30	4.85	5.39	15.54	5.18
T ₇	750	200	5.19	4.84	5.02	15.05	5.02
T ₈	1000	200	5.44	4.73	4.88	15.05	5.02
T ₉	500	0	5.10	4.61	4.93	14.64	4.88
T ₁₀	500	100	5.13	4.90	5.46	15.49	5.16
T ₁₁	500	300	5.25	4.98	5.05	15.28	5.09
T ₁₂	500	400	4.83	4.87	5.47	15.17	5.06
T ₁₃	500	200	5.18	5.07	5.17	15.42	5.14

a.12. NUMERO DE GRANOS POR ESPIGA.

TRAT.	NIVELES DE RF	NIVELES DE DIATOMITA	REPETICIONES			TOTAL	PROM.
			R1	R2	R3		
T ₁	0	0	42.22	55.50	53.70	151.42	50.47
T ₂	1000	0	57.68	52.80	49.80	160.28	53.43
T ₃	0	400	55.93	58.17	49.80	163.90	54.63
T ₄	1000	400	49.65	55.80	50.40	155.85	51.95
T ₅	0	200	49.51	55.09	48.00	152.60	50.87
T ₆	250	200	52.28	57.22	51.90	161.40	53.80
T ₇	750	200	57.88	51.55	47.10	156.53	52.18
T ₈	1000	200	53.45	55.64	44.07	153.16	51.05
T ₉	500	0	51.82	53.40	59.18	164.40	54.80
T ₁₀	500	100	51.60	57.50	55.80	164.90	54.97
T ₁₁	500	300	60.27	53.70	53.10	167.07	55.69
T ₁₂	500	400	57.29	51.85	51.90	161.04	53.68
T ₁₃	500	200	51.50	56.70	52.15	160.35	53.45

a.13. HUMEDAD DE GRANO EN %.

TRAT.	NIVELES DE RF	NIVELES DE DIATOMITA	REPETICIONES			TOTAL	PROM.
			R1	R2	R3		
T ₁	0	0	9.65	8.77	8.75	27.17	9.06
T ₂	1000	0	7.41	8.10	8.20	23.71	7.90
T ₃	0	400	8.76	9.06	6.76	24.58	8.19
T ₄	1000	400	8.48	8.60	8.95	26.03	8.68
T ₅	0	200	9.26	8.18	8.51	25.95	8.65
T ₆	250	200	9.15	8.66	9.63	27.44	9.15
T ₇	750	200	9.66	9.46	7.47	26.59	8.86
T ₈	1000	200	11.13	8.19	6.29	25.61	8.54
T ₉	500	0	8.79	9.13	9.75	27.67	9.22
T ₁₀	500	100	8.16	9.50	10.55	28.21	9.40
T ₁₁	500	300	8.65	8.47	5.63	22.75	7.58
T ₁₂	500	400	8.86	8.98	6.26	24.10	8.03
T ₁₃	500	200	8.50	8.79	8.09	25.38	8.46

a.14. PESO DE 1000 SEMILLAS EN g.

TRAT.	NIVELES DE RF	NIVELES DE DIATOMITA	REPETICIONES			TOTAL	PROM.
			R1	R2	R3		
T ₁	0	0	48.70	53.60	53.70	156.00	52.00
T ₂	1000	0	56.70	49.40	50.00	156.10	52.03
T ₃	0	400	41.10	57.40	41.40	139.90	46.63
T ₄	1000	400	44.80	47.70	52.50	145.00	48.33
T ₅	0	200	47.50	47.70	50.50	145.70	48.57
T ₆	250	200	47.00	48.50	54.00	149.50	49.83
T ₇	750	200	46.60	56.00	41.50	144.10	48.03
T ₈	1000	200	53.90	52.50	49.30	155.70	51.90
T ₉	500	0	48.90	50.40	56.40	155.70	51.90
T ₁₀	500	100	49.00	50.50	51.20	150.70	50.23
T ₁₁	500	300	57.80	49.60	51.50	158.90	52.97
T ₁₂	500	400	54.20	55.70	47.90	157.80	52.60
T ₁₃	500	200	50.60	45.50	44.50	140.60	46.87

a.15. PESO HECTOLÍTRICO 61.0 Kg/hl (no se pudo determinar para cada uno de los tratamientos por el fenómeno natural de la granizada, pero se obtuvo un promedio de todos los tratamientos, de 61.0 Kg/hl).

a.16. EVALUACION DE ROYAS. La nueva variedad de cebada INIA – 411 san Cristóbal, ES RESISTENTE.

a.17. EVALUACION DE PUDRICION BASAL EN %. PARA 1Ha⁻¹

TRAT.	NIVELES DE RF	NIVELES DE DIATOMITA	REPETICIONES			TOTAL	PROM.
			R1	R2	R3		
T ₁	0	0	6.67	5.88	3.33	15.88	5.29
T ₂	1000	0	3.57	0.00	10.71	14.28	4.76
T ₃	0	400	0.00	6.67	9.09	15.76	5.25
T ₄	1000	400	11.26	5.88	2.94	20.08	6.69
T ₅	0	200	2.78	2.94	16.23	21.95	7.32
T ₆	250	200	0.00	10.10	8.33	18.43	6.14
T ₇	750	200	0.00	5.72	0.00	5.72	1.91
T ₈	1000	200	3.57	16.52	10.48	30.57	10.19
T ₉	500	0	0.00	12.50	11.69	24.19	8.06
T ₁₀	500	100	3.13	6.67	4.55	14.35	4.78
T ₁₁	500	300	0.00	15.97	6.25	22.22	7.41
T ₁₂	500	400	0.00	7.14	19.23	26.37	8.79
T ₁₃	500	200	0.00	14.71	3.33	18.04	6.01

a.18. RENDIMIENTOEN Kg/Ha⁻¹

TRAT.	NIVELES DE RF	NIVELES DE DIATOMITA	REPETICIONES			TOTAL	PROM.
			R1	R2	R3		
T ₁	0	0	6985.00	7987.00	8194.25	23166.25	7722.08
T ₂	1000	0	7130.48	8464.84	8891.40	24486.72	8162.24
T ₃	0	400	8759.98	9392.65	8080.80	26233.43	8744.48
T ₄	1000	400	8103.04	8992.90	8076.90	25172.84	8390.95
T ₅	0	200	8092.50	7659.84	7985.42	23737.76	7912.59
T ₆	250	200	8774.85	8535.10	7388.88	24698.83	8232.94
T ₇	750	200	7166.30	8616.96	7910.80	23694.06	7898.02
T ₈	1000	200	9435.93	9133.52	8344.05	26913.50	8971.17
T ₉	500	0	7902.83	8202.50	8517.40	24622.73	8207.58
T ₁₀	500	100	8106.78	9096.16	8061.30	25264.24	8421.41
T ₁₁	500	300	8190.68	8168.70	8608.84	24968.22	8322.74
T ₁₂	500	400	8753.75	8786.56	8474.70	26015.01	8671.67
T ₁₃	500	200	8683.06	8212.32	8607.20	25502.58	8500.86

ANEXO B: COSTO DE PRODUCCIÓN DEL CULTIVO DE CEBADA POR TRATAMIENTOS

TRATAMIENTO 01

CULTIVO : Cebada	MES DE SIEMBRA : Noviembre 2009
VARIEDAD : INIA 411 – San Cristóbal	MES DE COSECHA : Marzo 2010
EXTENSION : 1.00 ha	SISTEMA RIEGO : Gravedad
UBICACIÓN : 2750 msnm	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				462.00
Urea	Saco	2.70	60.00	162.00
Semilla de cebada San Cristóbal	Kg	100.00	3.00	300.00
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				171.5602
Gastos administrativos(2%CD)		0.02	2450.86	49.0172
Gastos de supervisiones (5% CD)		0.05	2450.86	122.543
COSTO TOTAL				2622.42
IV. VALORIZACION DE LA COSECHA				
Rendimiento (Kg. Ha ⁻¹)	Kg	7722.1		
Precio de venta promedio	S/.	1.00		
Valor bruto de producción	S/.	7722.1		
V. ANALISIS ECONOMICO				
Costo total de producción	S/	2622.42		
Utilidad bruta	S/	5099.68		
Índice de rentabilidad	%	194.46		

TRATAMIENTO 02

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				1962.00
Roca fosfórica	Saco	20.00	75.00	1500.00
Urea	Saco	2.70	60.00	162.00
Semilla de cebada San Cristóbal	Kg	100.00	3.00	300.00
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				276.5602
Gastos administrativos(2%CD)		0.02	3950.86	79.0172
Gastos de supervisiones (5% CD)		0.05	3950.86	197.543
COSTO TOTAL				4227.42
IV. VALORIZACION DE LA COSECHA				
Rendimiento (Kg.Ha ⁻¹)	Kg	8162.2		
Precio de venta promedio	S/.	1.00		
Valor bruto de producción	S/.	8162.2		
V. ANALISIS ECONOMICO				
Costo total de producción	S/	4227.42		
Utilidad bruta	S/	3934.78		
Índice de rentabilidad	%	93.08		

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				1022.00
Diatomita	Saco	8.00	70.00	560.00
Urea	Saco	2.70	60.00	162.00
Semilla de cebada San Cristóbal	Kg	100.00	3.00	300.00
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				210.7602
Gastos administrativos(2%CD)		0.02	3010.86	60.2172
Gastos de supervisiones (5% CD)		0.05	3010.86	150.543
COSTO TOTAL				3221.62
IV. VALORIZACION DE LA COSECHA				
Rendimiento (Kg.Ha ⁻¹)	Kg	8744.5		
Precio de venta promedio	S/.	1.00		
Valor bruto de producción	S/.	8744.5		
V. ANALISIS ECONOMICO				
Costo total de producción	S/	3221.62		
Utilidad bruta	S/	5522.88		
Índice de rentabilidad	%	171.43		

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. ANALISIS 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				2522.00
Diatomita	Saco	8.00	70.00	560.00
Roca fosfórica	Saco	20.00	75.00	1500.00
Urea	Saco	2.70	60.00	162.00
Semilla de cebada San Cristóbal	Kg	100.00	3.00	300.00
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				315.7602
Gastos administrativos(2%CD)		0.02	4510.86	90.2172
Gastos de supervisiones (5% CD)		0.05	4510.86	225.543
COSTO TOTAL				4826.62
IV. VALORIZACION DE LA COSECHA				
Rendimiento (Kg.Ha ⁻¹)	Kg	8390.9		
Precio de venta promedio	S/.	1.00		
Valor bruto de producción	S/.	8390.9		
V. ANALISIS ECONOMICO				
Costo total de producción	S/	4826.62		
Utilidad bruta	S/	3564.28		
Índice de rentabilidad	%	73.85		

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				742.00
Diatomita	Saco	4.00	70.00	280.00
Urea	Saco	2.70	60.00	162.00
Semilla de cebada San Cristóbal	Kg	100.00	3.00	300.00
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				191.1602
Gastos administrativos(2%CD)		0.02	2730.86	54.6172
Gastos de supervisiones (5% CD)		0.05	2730.86	136.543
COSTO TOTAL				2922.02
IV. VALORIZACION DE LA COSECHA				
Rendimiento (Kg.Ha ⁻¹)	Kg	7912.6		
Precio de Venta promedio	S/.	1.00		
Valor bruto de producción	S/.	7912.6		
V. ANALISIS ECONOMICO				
Costo total de producción	S/	2922.02		
Utilidad bruta	S/	4990.58		
Índice de rentabilidad	%	170.79		

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				1117.00
Diatomita	Saco	4.00	70.00	280.00
Roca fosfórica	Saco	5.00	75.00	375.00
Urea	Saco	2.70	60.00	162.00
Semilla de cebada San Cristóbal	Kg	100.00	3.00	300.00
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				217.4102
Gastos administrativos(2%CD)		0.02	3105.86	62.1172
Gastos de supervisiones (5% CD)		0.05	3105.86	155.293
COSTO TOTAL				3323.27
IV. VALORIZACION DE LA COSECHA				
Rendimiento (Kg.Ha ⁻¹)	Kg	8232.9		
Precio de venta promedio	S/.	1.00		
Valor bruto de producción	S/.	8232.9		
V. ANALISIS ECONOMICO				
Costo total de producción	S/	3323.27		
Utilidad bruta	S/	4909.63		
Índice de rentabilidad	%	147.73		

TRATAMIENTO 7

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				1867.00
Diatomita	Saco	4.00	70.00	280.00
Roca fosfórica	Saco	15.00	75.00	1125.00
Urea	Saco	2.70	60.00	162.00
Semilla de cebada San Cristóbal	Kg	100.00	3.00	300.00
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				269.9102
Gastos administrativos(2%CD)		0.02	3855.86	77.1172
Gastos de supervisiones (5% CD)		0.05	3855.86	192.793
COSTO TOTAL				4125.77
IV. VALORIZACION DE LA COSECHA				
Rendimiento (Kg.Ha ⁻¹)	Kg	7898		
Precio de venta promedio	S/.	1.00		
Valor bruto de producción	S/.	7898		
V. ANALISIS ECONOMICO				
Costo total de producción	S/	4125.77		
Utilidad bruta	S/	3772.23		
Índice de rentabilidad	%	91.43		

TRATAMIENTO 8

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				2242.00
Diatomita	Saco	4.00	70.00	280.00
Roca fosfórica	Saco	20.00	75.00	1500.00
Urea	Saco	2.70	60.00	162.00
Semilla de cebada San Cristóbal	Kg	100.00	3.00	300.00
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				296.1602
Gastos administrativos(2%CD)		0.02	4230.86	84.6172
Gastos de supervisiones (5% CD)		0.05	4230.86	211.543
COSTO TOTAL				4527.02
IV. VALORIZACION DE LA COSECHA				
Rendimiento (Kg. Ha ⁻¹)	Kg	8971.2		
Precio de venta promedio	S/.	1.00		
Valor bruto de producción	S/.	8971.2		
V. ANALISIS ECONOMICO				
Costo total de producción	S/	4527.02		
Utilidad bruta	S/	4444.18		
Índice de rentabilidad	%	98.17		

TRATAMIENTO 9

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				1212.00
Roca Fosfórica	Saco	10.00	75.00	750.00
Urea	Saco	2.70	60.00	162.00
Semilla de cebada San Cristóbal	Kg	100.00	3.00	300.00
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				224.0602
Gastos administrativos(2%CD)		0.02	3200.86	64.0172
Gastos de supervisiones (5% CD)		0.05	3200.86	160.043
COSTO TOTAL				3424.92
IV. VALORIZACION DE LA COSECHA				
Rendimiento (Kg.Ha ⁻¹)	Kg	8207.6		
Precio de venta promedio	S/.	1.00		
Valor bruto de producción	S/.	8207.6		
V. ANALISIS ECONOMICO				
Costo total de producción	S/	3424.92		
Utilidad bruta	S/	4782.68		
Índice de rentabilidad	%	139.64		

TRATAMIENTO 10

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				1352.00
Roca fosfórica	Saco	10.00	75.00	750.00
Diatomita	Saco	2.00	70.00	140.00
Urea	Saco	2.70	60.00	162.00
Semilla de cebada San Cristóbal	Kg	100.00	3.00	300.00
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				233.8602
Gastos administrativos(2%CD)		0.02	3340.86	66.8172
Gastos de supervisiones (5% CD)		0.05	3340.86	167.043
COSTO TOTAL				3574.72
IV. VALORIZACION DE LA COSECHA				
Rendimiento (Kg.Ha ⁻¹)	Kg	8421.4		
Precio de venta promedio	S/.	1.00		
Valor bruto de producción	S/.	8421.4		
V. ANALISIS ECONOMICO				
Costo total de producción	S/	3574.72		
Utilidad bruta	S/	4846.68		
Índice de rentabilidad	%	135.58		

TRATAMIENTO 11

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				1632.00
Roca fosfórica	Saco	10.00	75.00	750.00
Diatomita	Saco	6.00	70.00	420.00
Urea	Saco	2.70		162.00
Semilla de cebada San Cristóbal	Kg	100.00	3.00	300.00
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				253.4602
Gastos administrativos(2%CD)		0.02	3620.86	72.4172
Gastos de supervisiones (5% CD)		0.05	3620.86	181.043
COSTO TOTAL				3874.32
IV. VALORIZACION DE LA COSECHA				
Rendimiento (Kg.Ha ⁻¹)	Kg	8322.7		
Precio de venta promedio	S/.	1.00		
Valor bruto de producción	S/.	8322.7		
V. ANALISIS ECONOMICO				
Costo total de producción	S/	3874.32		
Utilidad bruta	S/	4448.38		
Índice de rentabilidad	%	114.82		

TRATAMIENTO 12

ACTIVIDADES	UNIDAD	CANTIDAD	P.U (S/.)	TOTAL (S/.)
II. COSTOS DIRECTOS				
A. MAQUIMARIA.				1210
Arado/discado	H. Mâq.	5	70	350
Rastra	H. Mâq.	3	70	210
Tapado - semilla	H. Mâq.	3	50	150
Trilladora combinada	H. Mâq.	2	100	200
Selección	H. Mâq.	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				1772.00
Roca fosfórica	Saco	10.00	75.00	750.00
Diatomita	Saco	8.00	70.00	560.00
Urea	Saco	2.70	60.00	162.00
Semilla de cebada San Cristóbal	Kg	100.00	3.00	300.00
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				263.2602
Gastos administrativos(2%CD)		0.02	3760.86	75.2172
Gastos de supervisiones (5% CD)		0.05	3760.86	188.043
COSTO TOTAL				4024.12
IV. VALORIZACION DE LA COSECHA				
Rendimiento (Kg. Ha ⁻¹)	Kg	8671.7		
Precio de venta promedio	S/.	1.00		
Valor bruto de producción	S/.	8671.7		
V. ANALISIS ECONOMICO				
Costo total de producción	S/	4024.12		
Utilidad bruta	S/	4647.58		
Índice de rentabilidad	%	115.49		

TRATAMIENTO 13

ACTIVIDADES	UNIDAD	CANTIDAD	P.U (S/.)	TOTAL (S/.)
II. COSTOS DIRECTOS				
A. MAQUIMARIA.				1210
Arado/discado	H. Mâq.	5	70	350
Rastra	H. Mâq.	3	70	210
Tapado - semilla	H. Mâq.	3	50	150
Trilladora combinada	H. Mâq.	2	100	200
Selección	H. Mâq.	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				1492.00
Roca fosfórica	Saco	10.00	75.00	750.00
Diatomita	Saco	4.00	70.00	280.00
Urea	Saco	2.70	60.00	162.00
Semilla de cebada San Cristóbal	Kg	100.00	3.00	300.00
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				243.6602
Gastos administrativos(2%CD)		0.02	3480.86	69.6172
Gastos de supervisiones (5% CD)		0.05	3480.86	174.043
COSTO TOTAL				3724.52
IV. VALORIZACION DE LA COSECHA				
Rendimiento (Kg.Ha ⁻¹)	Kg	8500.9		
Precio de venta promedio	S/.	1.00		
Valor bruto de producción	S/.	8500.9		
V. ANALISIS ECONOMICO				
Costo total de producción	S/	3724.52		
Utilidad bruta	S/	4776.38		
Índice de rentabilidad	%	128.24		

ANEXO C: FOTOGRAFÍAS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN.

Preparación de trampas para la captura de microorganismos.



FOTO N°01 Preparando las trampas.



FOTO N°02 Preparación de las trampas de arroz cocido

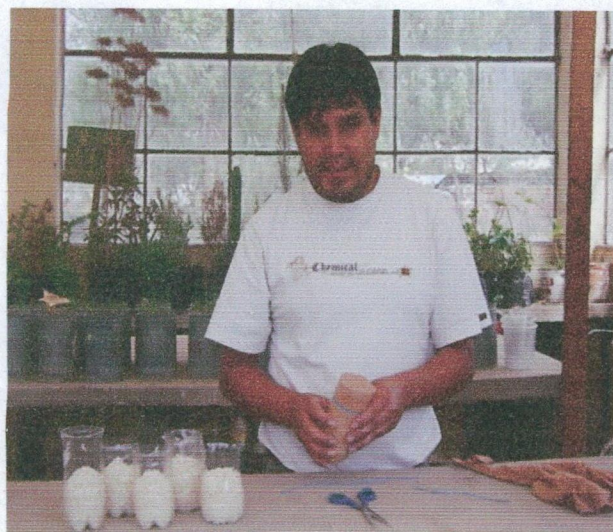


FOTO N°03 Trampas de arroz cocido.

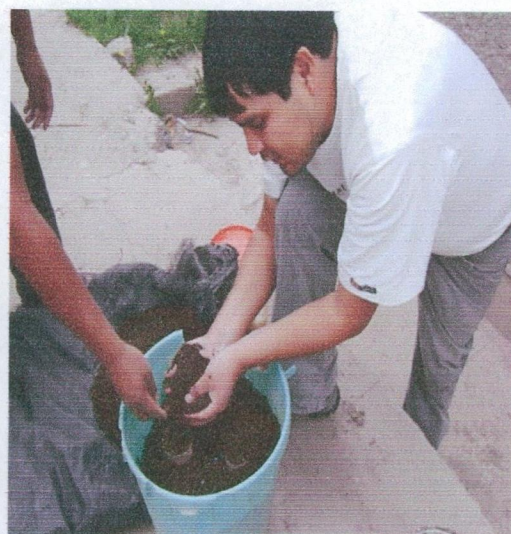
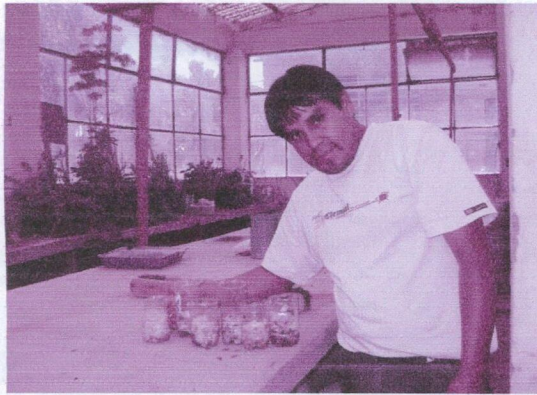
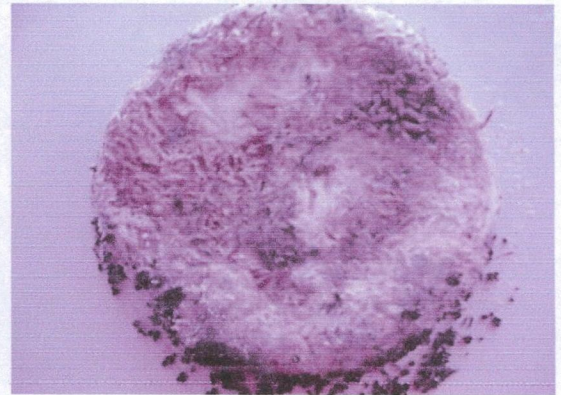


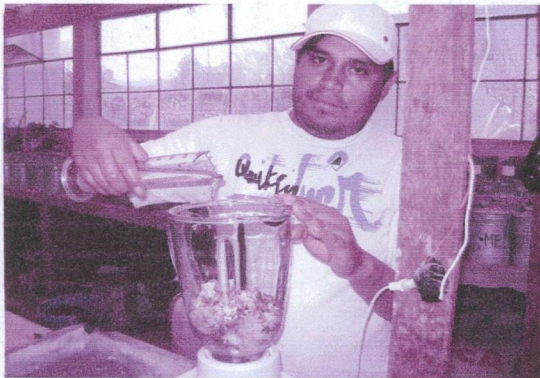
FOTO N°04 Enterrando, las trampas bajo 10 cm.



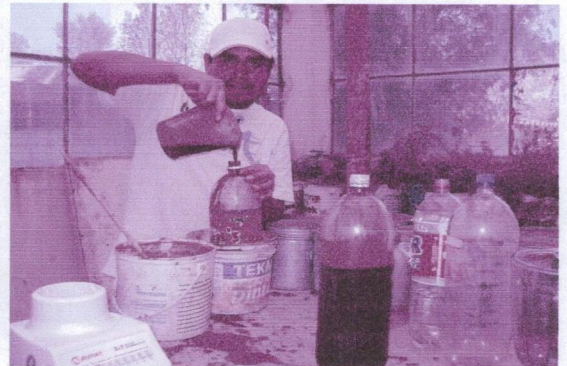
FOTON°05 M.B capturados en trampa de arroz.



FOTON°06 Trampas impregnados con M.B



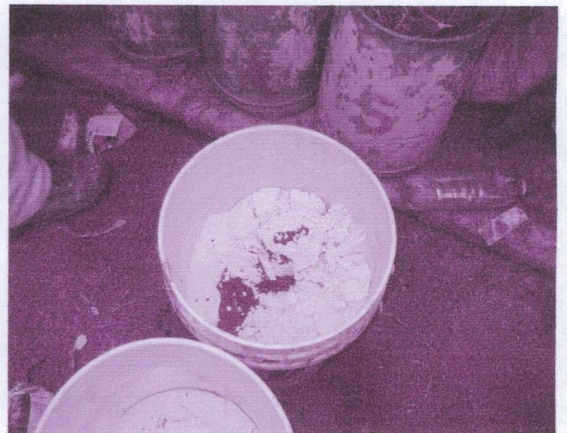
FOTON°07 Licuado de Microorganismos.



FOTON°08 Mezcla de microorganismos con melaza



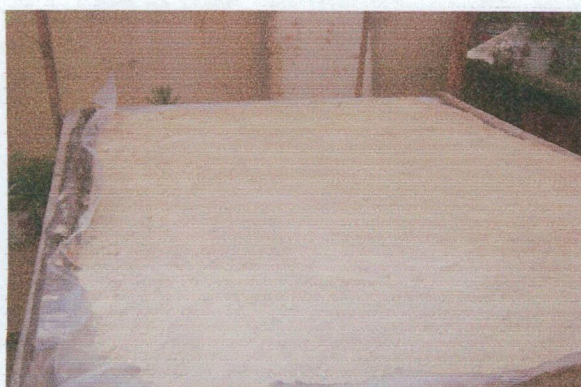
FOTON°09 Mezcla de la solución madre de M.B con roca fosfórica.



FOTON° 10 Mezcla de la solución madre M.B con la diatomita



FOTONº11 Secado de la roca fosfórica, después de incubado con los M. B. por 20 días.



FOTONº12 Secado de diatomita después de incubado con los M.B por 20 días.



FOTONº13 Muestreando el suelo para el análisis químico.



FOTO Nº14 Surcado del terreno.



FOTONº15 Sembrado de cebada.



FOTO N°16 Primer riego después de la siembra.



FOTO N°17 Final de macollamiento.



FOTO N°18 Llenado de granos.



FOTO N°19 Estado pastoso antes de la granizada.



FOTO N° 20 Cebada afectada por la granizada.

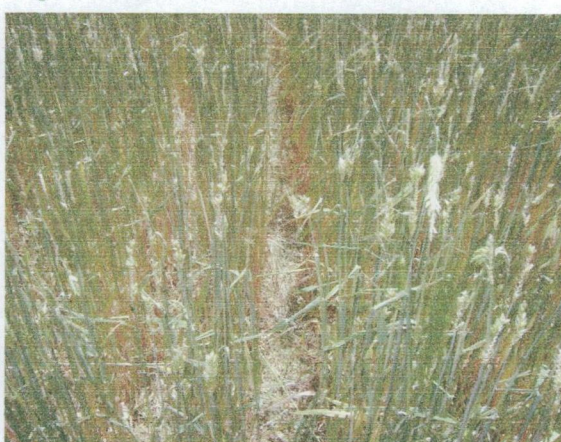


FOTO N° 21 cebada defoliada por la granizada.



FOTO N° 22 Síntomas causados por la granizada.



FOTO N° 23 Granos de cebada en el suelo



FOTO N°24 Mostrando resistencia al fenómeno Natural.



FOTO N°25 Efectos de la granizada.



FOTO N°26 Desgrane ocasionado por la Granizada

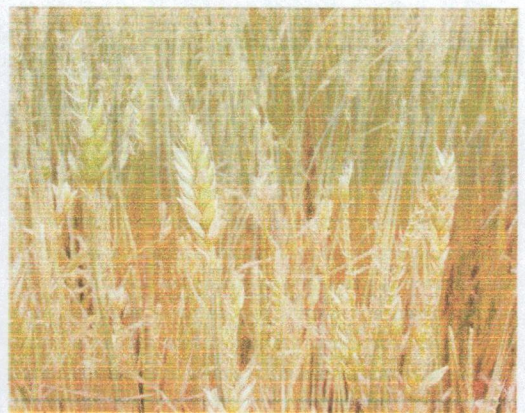


FOTO N°27 Algunos granos mostrando resistencia a la granizada



FOTO N°28 Hielo en el suelo de Canaár, el siguiente día de la granizada.



FOTO N°29 Hielo después de 24 horas de la granizada.



FOTO N°30 Midiendo altura de planta.

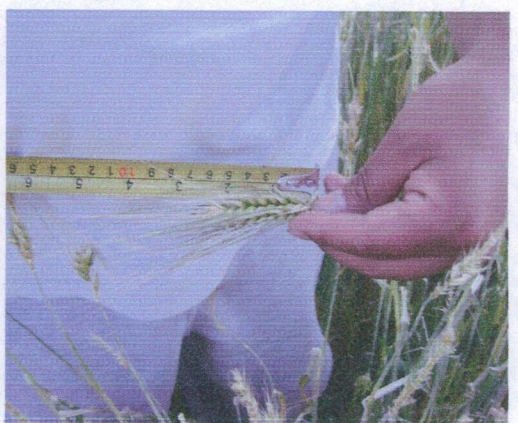


FOTO N°31 Midiendo la longitud de espiga.



FOTO N°32 Evaluación de espigas en un metro cuadrado.



FOTO N° 33 Muestras para la evaluación.



FOTO N°34 Muestras evaluadas.

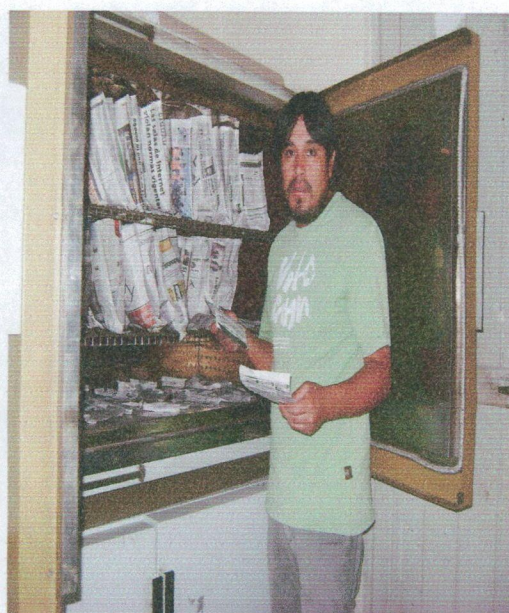


FOTO N° 35 Muestras en la estufa



FOTO N°36 Espigas para la evaluación.



FOTOS N°37 Semillas de las espigas.



FOTO N°38 Mostrando biomasa aérea.



FOTO N°39 Cortando biomasa aérea.

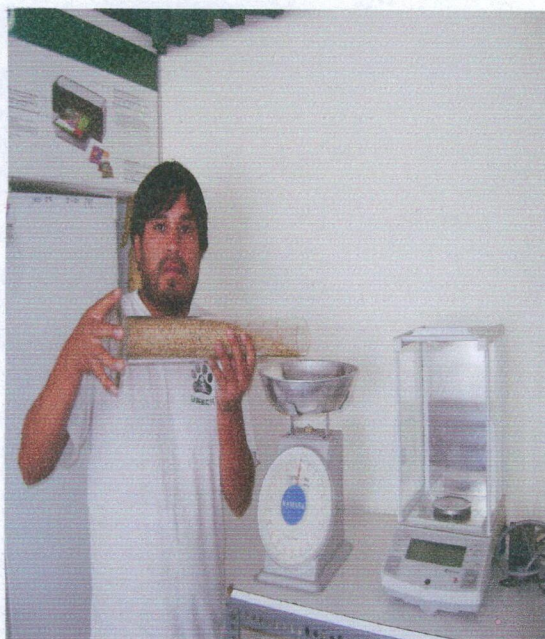


FOTO N°40 Determinando el peso hectolítrico.

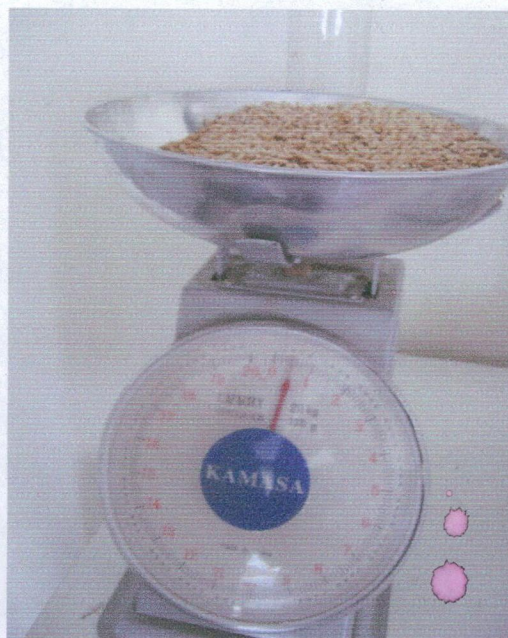


FOTO N°41 Mostrando el peso hectolítrico.