

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE
HUAMANGA**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**



**“FORMAS DE APLICACIÓN DE EXTRACTO DE ALGAS CON Y SIN
MICROELEMENTOS A DIFERENTES CONCENTRACIONES EN EL
RENDIMIENTO EN VERDE DE ARVEJA (*Pisum sativum* L.) VAR.
USUL. PAMPA DEL ARCO 2792 msnm - AYACUCHO”**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERA AGRÓNOMA

PRESENTADO POR:

Francisca Del Pilar Gálvez Tupia

AYACUCHO - PERÚ

2015

Tesis
Ag 1129
Gal
Ej. 2


"FORMAS DE APLICACIÓN DE EXTRACTO DE ALGAS CON Y SIN MICROELEMENTOS A DIFERENTES CONCENTRACIONES EN EL RENDIMIENTO EN VERDE DE ARVEJA (*Pisum sativum* L.) VAR. USUI. PAMPA DEL ARCO 2792 msnm - AYACUCHO"

Recomendado : 12 de agosto del 2015


Aprobado : 03 de setiembre del 2015



Dr. LURQUIN MARINO ZAMBRANO OCHOA
Presidente del Jurado



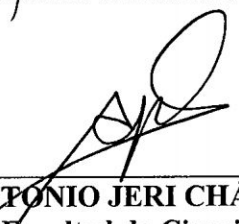
M.Sc. ALEJANDRO CAMASCA VARGAS
Miembro del Jurado



M. Sc. JOSÉ ANTONIO QUISPE TENORIO
Miembro del Jurado



Dr. ROLANDO BAUTISTA GÓMEZ
Miembro del Jurado



Dr. ANTONIO JERI CHÁVEZ
Decano de la Facultad de Ciencias Agrarias

DEDICATORIA

A Dios, por todo lo que me dio, me da y me dará. Y por permitirme vivir y disfrutar cada día.

A mi abuelita Clemencia Jorge Villanueva, por apoyarme siempre y ahora desde el cielo.

A mi madre Lilia Pilar Tupia Jorge, por su cariño y comprensión, por brindarme la educación necesaria y el apoyo incondicional. Sin ella este trabajo no hubiera sido posible.

A mi padre Francisco Teodoro Gálvez Canchari, por su apoyo incondicional en todo lo necesario para cumplir mis objetivos como persona y estudiante.

A mi padre Marcelino Huamán Quispe, por su apoyo constante, sabiendo guiarme y enseñarme día a día para superarme.

A mi novio Gerónimo Quispe Quispe, por ayudarme a realizar mis sueños y a cumplir mi meta de ser profesional.

A mi hermano José Gálvez Chavelón, por apoyarme, ayudarme y aconsejarme en todo momento.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por acompañarme y guiarme, por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad y por brindarme una vida de aprendizajes y sobre todo felicidad.

A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, a la Facultad de Ciencias Agrarias y a la Escuela de Formación Profesional de Agronomía, alma máter de mi formación profesional.

A los Docentes de la Facultad de Ciencias Agrarias, por sus enseñanzas y consejos impartidos en mi vida universitaria.

Al Ing. Alejandro Camasca Vargas, por su asesoramiento, aporte y colaboración en el desarrollo y conducción del presente trabajo de investigación.

Al Ing. José Antonio Quispe Tenorio, por su aporte y colaboración en la elaboración del presente trabajo de investigación.

A todos los miembros del jurado, por el tiempo que me brindaron durante todo lo que significó la elaboración de la tesis, y por las correcciones y consejos en beneficio del presente documento.

Al Ing. Gerónimo Quispe Quispe, por su aporte y colaboración en el desarrollo y conducción del presente trabajo de investigación.

Mi eterno agradecimiento a mis padres y a mis abuelitos por su enorme sacrificio en el logro de mi profesión.

A mis mejores amigas de la universidad D. Susan Centeno Casaverde y Leidy Mayra Huamaní Rivera, quienes me acompañaron y me apoyaron durante estos cinco años de estudio.

De igual manera, expreso mi gratitud a todas aquellas personas que me brindaron su apoyo y colaboración incondicional en las diferentes etapas de desarrollo del trabajo de investigación.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	4
1.1. LA ARVEJA.....	4
1.1.1. HISTORIA.....	4
1.1.2. CENTRO DE ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN.....	5
1.1.3. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DE LA ARVEJA.....	5
1.1.4. VARIEDADES Y CULTIVARES.....	6
1.1.5. VALOR NUTRICIONAL.....	9
1.1.6. IMPORTANCIA NUTRITIVA.....	10
1.1.7. CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS.....	11
1.1.8. ETAPAS DE DESARROLLO.....	15
1.1.9. ECOLOGÍA DEL CULTIVO DE ARVEJA.....	19
1.1.10. LABORES CULTURALES.....	23
1.1.11. RENDIMIENTO.....	35
1.2. LOS BIOESTIMULANTES.....	36
1.2.1. FORMULACIÓN DE BIOESTIMULANTES.....	37
1.3. LAS ALGAS.....	37
1.4. EXTRACTO DE ALGAS.....	37
1.4.1. COMPONENTES DEL EXTRACTO DE ALGA.....	39
1.4.2. CONCENTRACIÓN DE EXTRACTO DE ALGAS MARINAS EN LOS BIOESTIMULANTES COMERCIALES.....	51
1.4.3. DOSIS DE APLICACIÓN DE LOS BIOESTIMULANTES A BASE DE EXTRACTO DE ALGA.....	52
1.4.4. MOMENTO DE APLICACIÓN DE LOS BIOESTIMULANTES A BASE DE EXTRACTO DE ALGA.....	53

1.4.5. FORMAS DE APLICACIÓN DE LOS BIOESTIMULANTE A BASE DE EXTRACTO DE ALGA.....	53
1.4.6. ENRIQUECIMIENTO CON MICROELEMENTOS DE LOS BIOESTIMULANTES A BASE DE EXTRACTO DE ALGA.....	54
1.4.7. EFECTOS BENÉFICOS DE LOS BIOESTIMULANTES A BASE DE EXTRACTO DE ALGAS SOBRE LOS CULTIVOS AGRÍCOLAS.....	55
1.4.8. BIOESTIMULANTES A BASE DE EXTRACTO DE ALGAS EN CULTIVOS DE LEGUMINOSAS.....	56
1.4.9. CARACTERÍSTICAS DE LOS BIOESTIMULANTES A BASE DE EXTRACTO DE ALGAS UTILIZADOS.....	58
1.4.10. CARACTERÍSTICAS DEL FERTILIZANTE FOLIAR UTILIZADO.....	62
CAPÍTULO II. MATERIALES Y MÉTODOS.....	64
2.1. UBICACIÓN.....	64
2.2. HISTORIA DEL TERRENO.....	64
2.3. ANÁLISIS QUÍMICO DEL SUELO.....	64
2.3. ANÁLISIS QUÍMICO DEL GUANO DE ISLA.....	65
2.5. CLIMA.....	66
2.6. MATERIAL GENÉTICO – PLANTA INDICADORA.....	69
2.7. FACTORES EN ESTUDIO.....	69
2.8. TRATAMIENTOS.....	70
2.9. DISEÑO EXPERIMENTAL.....	71
2.10. CARACTERÍSTICAS DEL CAMPO EXPERIMENTAL.....	72
2.11. INTALACIÓN Y CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO.....	75

2.12. VARIABLES EVALUADAS.....	82
2.12.1. DEL CULTIVO.....	82
2.12.2 RENTABILIDAD ECONÓMICA.....	84
2.13. PROCESAMIENTO DE DATOS.....	84
CAPÍTULO III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	85
3.1. CARACTERÍSTICAS DE LA PLANTA Y DE LAS VAINAS.....	85
3.1.1. ALTURA DE PLANTA (cm).....	85
3.1.2. NÚMERO DE VAINAS POR PLANTA.....	87
3.1.3. LONGITUD DE VAINA (cm).....	99
3.1.4. NÚMERO DE GRANOS POR VAINA.....	106
3.1.5. ÍNDICE DE COSECHA (%).....	111
3.2. RENDIMIENTO EN VAINA VERDE (kg.ha-1).....	121
3.3. ANÁLISIS DE CORRELACIÓN.....	134
3.4. RENTABILIDAD ECONÓMICA.....	135
CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	138
4.1. CONCLUSIONES.....	138
4.2. RECOMENDACIONES.....	140
RESUMEN.....	141
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	143
REFERENCIAS WEB.....	156
ANEXOS.....	160

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Ubicación del campo experimental.....	161
Anexo 2. Ubicación del lugar de recolección de algas de la especie <i>Spirogyra communis</i> (Hasall) Kurtz.....	161
Anexo 3. Preparación del terreno: Aradura del terreno empleando un tractor agrícola.....	162
Anexo 4. Preparación del terreno: Nivelación y mullido del terreno.....	162
Anexo 5. Terreno arado, nivelado y mullido.....	163
Anexo 6. Análisis de semilla: Instalación de la bandeja de germinación (Inicio de la prueba de germinación).....	163
Anexo 7. Análisis de semilla: Bandeja de germinación instalada.....	164
Anexo 8. Análisis de semilla: Semillas al finalizar la prueba de germinación.....	164
Anexo 9. Trazado y delimitación del terreno.....	165
Anexo 10. Recolección de algas de la especie <i>Spirogyra communis</i> (Hasall) Kurtz de los canales de drenaje de los campos de cultivo ubicados en La comunidad La Totorilla.....	165
Anexo 11. Recolección de algas de la especie <i>Spirogyra communis</i> (Hasall) Kurtz de los canales de drenaje de los campos de cultivo ubicados en La comunidad La Totorilla.....	166
Anexo 12. Obtención del extracto de algas de la especie <i>Spirogyra communis</i> (Hasall) Kurtz concentrado.....	166
Anexo 13. Bioestimulantes utilizados.....	167
Anexo 14. <i>Spirogyra communis</i> (Hassall) Kutz vista al microscopio.....	167
Anexo 15. Preparación de las dosis de aplicación para la siembra.....	168
Anexo 16. Preparación de las dosis de aplicación para las aplicaciones foliares.....	168

Anexo 17. Surcado del terreno.....	169
Anexo 18. Terreno surcado.....	169
Anexo 19. Colocación de letreros para identificar el tratamiento aplicado a cada parcela Según la randomización del experiment.....	170
Anexo 20. Campo experimental arado, nivelado, mullido, delimitado, surcado y con letreros de identificación de tratamiento.....	170
Anexo 21. Aplicación del abono orgánico constituido por guano de isla.....	171
Anexo 22. Siembra.....	171
Anexo 23. Primera aplicación de los bioestimulantes.....	172
Anexo 24. Emergencia de las plántulas.....	172
Anexo 25. Aplicaciones foliares de los bioestimulantes.....	173
Anexo 26. Protección contra la helada.....	173
Anexo 27. Plantas de arveja en pleno desarrollo vegetativo.....	174
Anexo 28. Tutorado.....	174
Anexo 29. Deshierbos y aporques.....	175
Anexo 30. Plantas de arveja en el estado de botón floral.....	175
Anexo 31. Riegos.....	176
Anexo 32. Control fitosanitario.....	176
Anexo 33. Inicio de llenado de grano.....	177
Anexo 34. Plantas con vainas en la madurez de cosecha.....	177
Anexo 35. Vainas listas para la cosecha.....	178
Anexo 36. Cosecha.....	178
Anexo 37. Evaluación de la variable altura de planta.....	179
Anexo 38. Evaluación de la variable número de vainas por planta.....	179
Anexo 39. Evaluación de la variable longitud de vainas.....	180

Anexo 40. Evaluación de la variable número de granos por vaina.....	180
Anexo 41. Número de granos por vaina de los distintos tratamientos.....	181
Anexo 42. Evaluación de la variable rendimiento en vaina.....	181
Anexo 43. Evaluación de la variable índice de cosecha: Pesado de las plantas picadas y las vainas seleccionadas.....	182
Anexo 44. Evaluación de la variable índice de cosecha: Muestras en envases de papel listas para colocarse en la estufa.....	182
Anexo 45. Evaluación de la variable índice de cosecha: Muestras colocadas en la estufa.....	183
Anexo 46. Evaluación de la variable índice de cosecha: Muestras luego de someterse a estufa a 105°C por 24 horas, listas para ser pesadas.....	183
Anexo 47. Evaluación de la variable índice de cultivo: Pesado de las muestras sometidas a la estufa.....	184
Anexo 48. Cantidad estimada de microelementos aportados (mg/ha/campaña) mediante la aplicación foliar de un bioestimulante de extracto de algas pardas y un bioestimulante de extracto de algas verdes <i>Spirogyra communis</i> (Hasall) Kurtz, comparada con la demanda estimada de tales microelementos de un cultivo de arveja.....	184
Anexo 49. Comparación de la cantidad estimada de microelementos aportados (mg/ha/campaña) mediante la aplicación foliar, la aplicación a la semilla y foliar del bioestimulante de extracto del alga <i>Spirogyra</i> <i>communis</i> (Hasall) Kurtz y la demanda de tales microelementos del cultivo de arveja.....	185

Anexo 50. Comparación de la cantidad estimada de microelementos aportados (mg/ha/campaña) por el bioestimulante de extracto del alga <i>Spirogyra communis</i> (Hasall) Kurtz y el bioestimulante Biomar.....	185
Anexo 51. Costo de Producción de una hectárea de arveja variedad Usui cosechada en vaina verde, tratamiento (T ₀) Testigo absoluto. Pampa del Arco a 2792 msnm – Ayacucho 2014.....	186
Anexo 52. Rentabilidad económica de una hectárea de arveja variedad Usui cosechada en vaina verde, tratamiento (T ₀) Testigo absoluto. Pampa del Arco a 2792 msnm – Ayacucho 2014.....	187
Anexo 53. Costo de Producción de una hectárea de arveja variedad Usui cosechada en vaina verde, tratamiento (T ₁) 75% de extracto de alga, sin enriquecer con microelementos y aplicado al follaje. Pampa del Arco a 2792 msnm – Ayacucho 2014.....	188
Anexo 54. Rentabilidad económica de una hectárea de arveja variedad Usui cosechada en vaina verde, tratamiento (T ₁) 75% de extracto de alga, sin enriquecer con microelementos y aplicado al follaje. Pampa del Arco a 2792 msnm – Ayacucho 2014.....	189
Anexo 55. Costo de Producción de una hectárea de arveja variedad Usui cosechada en vaina verde, tratamiento (T ₂) 75% de extracto de alga, sin enriquecer con microelementos y aplicado a la semilla y al follaje. Pampa del Arco a 2792 msnm – Ayacucho 2014.....	190
Anexo 56. Rentabilidad económica de una hectárea de arveja variedad Usui cosechada en vaina verde, tratamiento (T ₂) 75% de extracto de alga, sin enriquecer con microelementos y aplicado a la semilla y al follaje. Pampa del Arco a 2792 msnm – Ayacucho 2014.....	191

Anexo 57. Costo de Producción de una hectárea de arveja variedad Usui cosechada en vaina verde, tratamiento (T ₃) 50% de extracto de alga, sin enriquecer con microelementos y aplicado al follaje. Pampa del Arco a 2792 msnm – Ayacucho 2014.....	192
Anexo 58. Rentabilidad económica de una hectárea de arveja variedad Usui cosechada en vaina verde, tratamiento (T ₃) 50% de extracto de alga, sin enriquecer con microelementos y aplicado al follaje. Pampa del Arco a 2792 msnm – Ayacucho 2014.....	193
Anexo 59. Costo de Producción de una hectárea de arveja variedad Usui cosechada en vaina verde, tratamiento (T ₄) 50% de extracto de alga, sin enriquecer con microelementos y aplicado a la semilla y al follaje. Pampa del Arco a 2792 msnm – Ayacucho 2014.....	194
Anexo 60. Rentabilidad económica de una hectárea de arveja variedad Usui cosechada en vaina verde, tratamiento (T ₄) 50% de extracto de alga, sin enriquecer con microelementos y aplicado a la semilla y al follaje. Pampa del Arco a 2792 msnm – Ayacucho 2014.....	195
Anexo 61. Costo de Producción de una hectárea de arveja variedad Usui cosechada en vaina verde, tratamiento (T ₅) 25% de extracto de alga, sin enriquecer con microelementos y aplicado al follaje. Pampa del Arco a 2792 msnm – Ayacucho 2014.....	196
Anexo 62. Rentabilidad económica de una hectárea de arveja variedad Usui cosechada en vaina verde, tratamiento (T ₅) 25% de extracto de alga, sin enriquecer con microelementos y aplicado al follaje. Pampa del Arco a 2792 msnm – Ayacucho 2014.....	197

Anexo 63. Costo de Producción de una hectárea de arveja variedad Usui cosechada en vaina verde, tratamiento (T ₆) 25% de extracto de alga, sin enriquecer con microelementos y aplicado a la semilla y al follaje. Pampa del Arco a 2792 msnm – Ayacucho 2014.....	198
Anexo 64. Rentabilidad económica de una hectárea de arveja variedad Usui cosechada en vaina verde, tratamiento (T ₆) 25% de extracto de alga, sin enriquecer con microelementos y aplicado a la semilla y al follaje. Pampa del Arco a 2792 msnm – Ayacucho 2014.....	199
Anexo 65. Costo de Producción de una hectárea de arveja variedad Usui cosechada en vaina verde, tratamiento (T ₇) 75% de extracto de alga, enriquecido con microelementos y aplicado al follaje. Pampa del Arco a 2792 msnm – Ayacucho 2014.....	200
Anexo 66. Rentabilidad económica de una hectárea de arveja variedad Usui cosechada en vaina verde, tratamiento (T ₇) 75% de extracto de alga, enriquecido con microelementos y aplicado al follaje. Pampa del Arco a 2792 msnm – Ayacucho 2014.....	201
Anexo 67. Costo de Producción de una hectárea de arveja variedad Usui cosechada en vaina verde, tratamiento (T ₈) 75% de extracto de alga, enriquecido con microelementos y aplicado a la semilla y al follaje. Pampa del Arco a 2792 msnm – Ayacucho 2014.....	202
Anexo 68. Rentabilidad económica de una hectárea de arveja variedad Usui cosechada en vaina verde, tratamiento (T ₈) 75% de extracto de alga, enriquecido con microelementos y aplicado a la semilla y al follaje. Pampa del Arco a 2792 msnm – Ayacucho 2014.....	203

Anexo 69. Costo de Producción de una hectárea de arveja variedad Usui cosechada en vaina verde, tratamiento (T ₉) 50% de extracto de alga, enriquecido con microelementos y aplicado al follaje. Pampa del Arco a 2792 msnm – Ayacucho 2014.....	204
Anexo 70. Rentabilidad económica de una hectárea de arveja variedad Usui cosechada en vaina verde, tratamiento (T ₉) 50% de extracto de alga, enriquecido con microelementos y aplicado al follaje. Pampa del Arco a 2792 msnm – Ayacucho 2014.....	205
Anexo 71. Costo de Producción de una hectárea de arveja variedad Usui cosechada en vaina verde, tratamiento (T ₁₀) 50% de extracto de alga, enriquecido con microelementos y aplicado a la semilla y al follaje. Pampa del Arco a 2792 msnm – Ayacucho 2014.....	206
Anexo 72. Rentabilidad económica de una hectárea de arveja variedad Usui cosechada en vaina verde, tratamiento (T ₁₀) 50% de extracto de alga, enriquecido con microelementos y aplicado a la semilla y al follaje. Pampa del Arco a 2792 msnm – Ayacucho 2014.....	207
Anexo 73. Costo de Producción de una hectárea de arveja variedad Usui cosechada en vaina verde, tratamiento (T ₁₁) 25% de extracto de alga, enriquecido con microelementos y aplicado al follaje. Pampa del Arco a 2792 msnm – Ayacucho 2014.....	208
Anexo 74. Rentabilidad económica de una hectárea de arveja variedad Usui cosechada en vaina verde, tratamiento (T ₁₁) 25% de extracto de alga, enriquecido con microelementos y aplicado al follaje. Pampa del Arco a 2792 msnm – Ayacucho 2014.....	209

Anexo 75. Costo de Producción de una hectárea de arveja variedad Usui cosechada en vaina verde, tratamiento (T ₁₂) 25% de extracto de alga, enriquecido con microelementos y aplicado a la semilla y al follaje. Pampa del Arco a 2792 msnm – Ayacucho 2014.....	210
Anexo 76. Rentabilidad económica de una hectárea de arveja variedad Usui cosechada en vaina verde, tratamiento (T ₁₂) 25% de extracto de alga, enriquecido con microelementos y aplicado a la semilla y al follaje. Pampa del Arco a 2792 msnm – Ayacucho 2014.....	211
Anexo 77. Costo de Producción de una hectárea de arveja variedad Usui cosechada en vaina verde, tratamiento (T ₁₃) Bioestimulante comercial aplicado al follaje – Testigo comercial. Pampa del Arco a 2792 msnm – Ayacucho 2014.....	212
Anexo 78. Rentabilidad económica de una hectárea de arveja variedad Usui cosechada en vaina verde, tratamiento (T ₁₃) Bioestimulante comercial aplicado al follaje – Testigo comercial. Pampa del Arco a 2792 msnm – Ayacucho 2014.....	213
Anexo 79. Costo de Producción de una hectárea de arveja variedad Usui cosechada en vaina verde, tratamiento (T ₁₄) Bioestimulante comercial aplicado a la semilla y al follaje – Testigo comercial. Pampa del Arco a 2792 msnm – Ayacucho 2014.....	214
Anexo 80. Rentabilidad económica de una hectárea de arveja variedad Usui cosechada en vaina verde, tratamiento (T ₁₄) Bioestimulante comercial aplicado a la semilla y al follaje – Testigo comercial. Pampa del Arco a 2792 msnm – Ayacucho 2014.....	215
Anexo 81. Variables evaluadas.....	216

Anexo 82. Taxonomía del alga empleada para elaborar el bioestimulante Estudiado en el presente trabajo de investigación, certificado por el jefe del Herbarium Huamangensis - UNSCH.....	217
Anexo 83. Resultado de la composición química del Bioestimulante a base de extracto de alga <i>Spirogyra communis</i> (Hasall) Kurtz empleando en el presente trabajo de investigación, certificado por Multiservicios AGROLAB.....	218
Anexo 84. Resultado del análisis de caracterización realizado al suelo de Pampa del Arco - UNSCH, 2792 msnm Ayacucho, 2014; certificado por el laboratorio de Análisis de Suelo y Análisis Foliar “Nicolás Roulet” del Programa de Investigación en Pastos y Ganadería de la Facultad de Ciencias Agrarias – UNSCH.....	219

INTRODUCCIÓN

La arveja (*Pisum sativum* L.), es una de las leguminosas más importante en nuestro país, por sus características nutritivas, por ser parte de la dieta diaria y por los ingresos que genera su comercialización (Subía et. al., 2007).

La arveja es una leguminosa herbácea de hábito rastrero o trepador, que se desarrolla en climas templados y templados fríos; sus granos secos (menestra) contienen de 22% a 26% de proteína de buena calidad, mientras que sus vainas al estado verde (legumbre) contienen solamente 6.3% de proteína de buena calidad, siendo de mayor importancia su contenido de vitaminas (A, B1, B2, y C) y minerales (Fe, P, Mg, Zn y K).

En los países desarrollados, los rendimientos de arveja en vaina pueden alcanzar de 8 a 10 t.ha⁻¹ y a nivel nacional, el rendimiento promedio es de 5.8 t.ha⁻¹. Sin embargo, en nuestra región, los rendimientos de arveja en vaina son muy bajos alcanzando como máximo 4.5 t.ha⁻¹.

Como una alternativa de solución ante los bajos rendimientos de los cultivos, en los últimos años distintas industrias agroquímicas, han dispuesto en el mercado

complejos nutritivos que contienen micronutrientes, aminoácidos, extractos vegetales y hormonas de crecimiento, los cuales se han denominado “bioestimulantes” (Epuin, 2004).

Dentro de estos bioestimulantes , se encuentran los extractos de algas marinas y se ha demostrado experimentalmente que al ser aplicados, incrementan significativamente la productividad y calidad de los cultivos, a la vez que protegen el ambiente y la salud, tanto de productores como de consumidores, así como también reducen los costos de producción (Epuin, 2004).

En nuestra zona se cuenta en forma abundante con algas de agua dulce, presentes en estanques, ríos y puquiales, una de ellas es *Spirogyra communis* (Hasall) Kurtz, estas algas no han sido estudiadas experimentalmente, para ser empleadas como bioestimulantes y son desaprovechadas para impulsar la agricultura y mejorar la economía de nuestra región.

Teniendo en cuenta las premisas consideradas, se ha planteado el presente trabajo de investigación, bajo las condiciones de Pampa del Arco – UNSCH – Ayacucho, con los siguientes objetivos:

Objetivo General:

Determinar la forma de aplicación y la concentración del bioestimulante de extracto de alga *Spirogyra communis* (Hasall) Kurtz, que incremente el rendimiento en verde de la arveja (*Pisum sativum* L.) var. Usui; así como determinar si el enriquecimiento con microelementos potencia su efecto.

Objetivos específicos:

1. Determinar la forma de aplicación del bioestimulante de extracto de alga *Spirogyra communis* (Hasall) Kurtz, que incremente el rendimiento en verde de la arveja (*Pisum sativum* L.) var. Usui.
2. Determinar si el enriquecimiento con microelementos del bioestimulante de extracto de alga *Spirogyra communis* (Hasall) Kurtz, incrementa el rendimiento en verde de la arveja (*Pisum sativum* L.) var. Usui.
3. Determinar la concentración del extracto de alga *Spirogyra communis* (Hasall) Kurtz como bioestimulante, que incremente el rendimiento en verde de la arveja (*Pisum sativum* L.) var. Usui.
4. Determinar el mérito económico de los tratamientos en estudio.

CAPÍTULO I

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1. LA ARVEJA

1.1.1. HISTORIA

Convenio SENA, SAC Y FENALCE (2010), indica que la arveja (*Pisum sativum*, L.), es uno de los cultivos más antiguos de la humanidad. Hay evidencias del consumo de arvejas silvestres unos 10,000 a. C., en una excavación arqueológica en Jarmo, al noreste de Irak, se encontraron arvejas que datan de unos 7,000 a. C. Los restos arqueológicos de los pueblos de la edad de bronce en Suiza contienen restos de arvejas que datan del año 3,000 a. C.

En 1860 Gregorio Mendel, estudió los caracteres de la herencia utilizando plantas de arveja y reconoció que algunos rasgos de la arveja eran dominantes, mientras que otros eran recesivos; los resultados de sus experimentos condujeron a las leyes básicas de la herencia y así nació genética como ciencia.

1.1.2. CENTRO DE ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN

Mateo (1961) y Véliz (1978), coinciden en afirmar que la arveja es originaria de Asia Central, Cercano Oriente y Mediterráneo, es un género típico del antiguo continente, a partir de estos lugares se distribuyó al mundo entero.

Beingolea (1984), indica que los historiadores creen que el principal centro de desarrollo de la arveja fue Asia central, incluyendo el noroeste de la India y Afganistán. Una segunda área de desarrollo queda en el Oriente, y una tercera incluye la meseta y montañas de Etiopía. Las arvejas silvestres de especies emparentadas todavía se pueden encontrar en Afganistán, Irán y Etiopía.

Villavicencio (1995), menciona que la arveja fue introducida al Perú por los españoles durante la colonia hace más de 500 años, distribuyéndose actualmente tanto en la costa como en la sierra.

Delgado (1982), menciona que las principales zonas de producción en nuestro país, se encuentran en Cajamarca, Chancay, Chíncha, Huancayo, Huancavelica, Huaral, Trujillo.

1.1.3. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DE LA ARVEJA

Según Arthur John Cronquist (1981), la taxonomía de la arveja es la siguiente:

Reino	:	Plantae
División	:	Magnoliophyta
Clase	:	Magnoliopsida
Orden	:	Fabales
Familia	:	Fabaceae
Subfamilia:		Faboideae

Tribu : Fabeae
Género : Pisum
Especie : *P. sativum*

Según Giles (1975), a la arveja se le conoce también con los nombres comunes de chícharo, guisante, tirabeque, molla.

1.1.4. VARIEDADES Y CULTIVARES

Faiguenbaum (1993), menciona que el *Pisum sativum* L. es una especie dicotiledónea anual, perteneciente a la familia de las Fabáceas (Papilionáceas). En esta especie es posible distinguir tres variedades botánicas:

- ✓ *Pisum sativum* L. ssp. Sativum var. Macrocarpon Ser, es cultivada para consumo de las vainas; estas resultan comestibles por no presentar fibra en la unión de las valvas (pericarpio) y por carecer de endocarpio; esta última estructura, conocida también como pergamino, corresponde a un tejido de fibras esclerenquimáticas ubicado en la cara interna de las valvas. Los cultivares pertenecientes a esta variedad botánica presentan, en su mayoría flores de color blanco a púrpura. Los nombres comunes más importantes que se utilizan para denominar a esta variedad son: cómelo todo, arveja china, show pea, china pea, pois mangue-tout, etc.

- ✓ *Pisum sativum* L. ssp. Sativum var. Sativum, es cultivada fundamentalmente para la obtención de granos tiernos inmaduros; éstos pueden destinarse directamente al consumo humano y procesarse, ya sea para la obtención de producto congelado o enlatado. Los cultivares pertenecientes a esta variedad botánica presentan, en su mayoría, flores de color blanco. Los nombres

importantes más comunes que se utilizan para denominar a esta variedad son: arveja, guisante, garden pea, green pea, canning pea, pois, etc.

✓ *Pisum sativum* L. ssp. *Sativum* var. *Arvense* (L.) Poir, es cultivada fundamentalmente para la obtención de granos secos, los cuales pueden ser utilizados en la alimentación humana y animal. Los cultivares usados con fines forrajeros corresponden también a esta variedad botánica. Las flores que presentan los cultivares de esta variedad son de color púrpura.

Entre los nombres comunes más importantes que se utilizan para denominar a esta variedad, están los siguientes: arveja seca, arveja forrajera, field pea, etc.

Cásseres (1980), afirma que la arveja se puede agrupar en dos tipos según la naturaleza de la superficie de la semilla: el tipo de semilla lisa y el tipo de semilla arrugada, habiendo más variedades con semillas arrugadas que con lisa.

Cárítas del Perú (2003) reporta las siguientes variedades comerciales:

→ **Variedad Usui**

Plantas de buen vigor, de altos rendimientos, de 1.37 m de altura, 7 – 9 granos por vaina. Se adaptan fácilmente a diversos climas del Perú y tienen buena demanda en el mercado local y nacional. Tienen buen sabor y color que son factores indispensables para su buena comercialización. Presenta flores de color blanco amariposadas. (INIA, 2003).

→ **Variedad remate**

La planta es vigorosa, de grano grande y vainas bien formadas, alcanza una altura de 1.57 m aproximadamente.

→ **Variedad Tarma**

Tarma es una variedad de periodo vegetativo semi precoz, cuya altura de planta alcanza los 1.95 m. ó más muy apreciada por los agricultores, por su rendimiento, su ciclo vegetativo es de 140 y 150 días. Presenta vainas grandes con una longitud promedio de 12 cm. Sus granos son rugosos y de color verde con crema. Necesitan espalderas para un buen desarrollo.

→ **Variedad Rondo**

Rondo es una variedad de periodo vegetativo semi precoz, cuya altura de planta es de 1.50 m, muy apreciada por los agricultores debido a su alto rendimiento, su ciclo vegetativo es de 120 y 130 días. Presenta vainas medianas con una longitud promedio de 9.13 cm. Necesitan espalderas para un buen desarrollo.

→ **Variedad RQ**

RQ es una variedad de periodo vegetativo semi precoz, cuya altura de planta es de 1.27 m, muy apreciada por los agricultores debido a su alto rendimiento, su ciclo vegetativo es de 120 y 130 días. Presenta vainas medianas con una longitud promedio de 8.5 cm. Necesitan espalderas para un buen desarrollo.

→ **Variedad Criolla**

La variedad Criolla es un genotipo de periodo vegetativo tardío, cuya altura de planta es de 2.20 m, es muy apreciada por los agricultores debido a su rendimiento, su ciclo vegetativo es de 140 y 150 días. Presenta vainas medianas con una longitud promedio de 8.5 cm. Necesitan espalderas para un buen desarrollo. El grano es de superficie lisa a la madurez de cosecha.

Cuadro 1.1. Resumen de las características de variedades comerciales de arveja.

	VAR. ALDERMAN	VAR. REMATE	VAR. USUI
Hábito de crecimiento	Enrame	Medio enrame	Medio enrame
Periodo vegetativo	Tardío	Semi precoz	Semi precoz
Días a la floración	78 días	73 días	73 días
Días a la madurez fisiológica	150 días	130 días	130 días
Inicio de la cosecha en vaina	130 días	110 días	110 días
Altura de planta	1.95 m.	1.50 m.	1.37 m.
Longitud de vaina	12 cm.	9.13 cm.	8.5 cm.
Número de vainas por planta	16	21	26
Número de granos por vaina	8 - 10	8-9	6 - 8
Superficie de grano seco	Rugoso	Liso	Liso
Rendimiento promedio en vaina	7000 - 9000 kg.ha ⁻¹	6300 kg.ha ⁻¹	5800 kg.ha ⁻¹

Fuente: Manual del Cultivo de la Arveja (Cáritas del Perú, 2003).

1.1.5. VALOR NUTRICIONAL

Instituto Nacional de nutrición, citado por Camasca (1994), menciona que 100 g. de porción comestible de arveja fresca tiene la siguiente composición:

Agua	: 72.6 g
Energía	: 106 cal
Proteínas	: 7.1 g
Grasa	: 0.6 g
Carbohidratos	: 18.8 g
Calcio	: 27 mg
Fósforo	: 134 mg
Fierro	: 1.7 mg
Vitamina A	: 29 mg
Vit. B1	: 0.28 mg
Vit. B2	: 0.18 mg
Vitamina C	: 22.3 mg

1.1.6. IMPORTANCIA NUTRITIVA

Según Tamaro (1960), la arveja (*Pisum sativum* L.) es un alimento muy nutritivo, con alto contenido de proteínas, grasas, carbohidratos, calorías y elementos minerales; además contiene vitaminas A, B, C y D.

En grano seco es altamente digestible llegando al 95 % de digestibilidad, con 20 % de proteínas digestibles; se consume en verde, en seco y conservado en agua salada.

Asimismo, reporta que 100 g de arveja proporcionan al organismo:

Cuadro 1.2. Composición química de 100 gramos de arveja.

Granos	Proteína	Grasa	Hidratos de carbono	Calorías
Arvejas frescas	14	1,0	30	185
Arvejas secas	23	1,8	52	320
Arvejas verdes	6	0,5	12	75

Fuente: Manual del Cultivo de la Arveja, (Tamaro, 1960).

Cáritas Huancavelica (2004), indica que la arveja está considerada entre los cultivos hortícolas más importantes del país debido a la considerable cantidad de carbohidratos y proteínas que contiene (6,3 % en verde y 24,1% en seco), además de contener significativa cantidad de minerales: calcio, fósforo, hierro y vitamina B1, que lo convierte en un complemento ideal de la alimentación humana. Asimismo, los tallos y hojas pueden ser utilizados en la alimentación animal, sea en estado tierno o seco, además se puede utilizar como abono verde si las condiciones son favorables.

1.1.7. CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS

a) Sistema radicular

Maroto (1986), señala que la planta de arveja presenta un sistema radicular poco desarrollado en conjunto, aunque posee una raíz pivotante que puede llegar hasta los 80 centímetros, las raíces secundarias pueden originar una cobertura densa de raíces terciarias, el sistema radicular de la planta se ve reflejado en el crecimiento foliar de la planta.

b) Tallo principal

Kay (1979), afirma que los tallos de la arveja son débiles, angulares o redondos y huecos, en las que pueden ser del tipo enanos que están entre los 15 a 90 cm medios 90 a 150 cm y altos de 150 a 300 cm de altura.

Mateo (1961), menciona que los tallos de las arvejas son de grosor y longitud muy diversos, según las especies, más o menos ramificados trepadores y rastreros, generalmente desnudos.

c) Ramas

Toro (1969), indica que las plantas de arveja tienen una tendencia a ramificar basalmente a partir de los nudos, que son aquellos en que se desarrollan las brácteas trifidas. La cantidad de ramas que llegue a emitir una planta dependerá básicamente del aspecto genético, de la fertilidad del suelo, del abastecimiento hídrico y de la densidad de la población.

Las ramas basales, cuando se presentan, emite un menor número de nudos vegetativos y reproductivos que en el tallo principal; sin embargo, generalmente

alcanzan un buen crecimiento, haciendo un aporte significativo de vainas a la producción de las plantas.

d) Hojas

Las hojas son pinnadas, compuestas que constan de uno a cuatro pares de folíolos, con bordes dentados o enteras terminados en zarcillos de cuyos terminales se valen para sostenerse y trepar.

Camarena (2003), afirma que la hoja de la planta de arveja, está constituida por dos estípulas que abrazan al tallo en la parte basal, folíolos opuestos lanceolados o alternos y en la parte terminal se aprecian los zarcillos que varían de tres a cinco y de los que se vale la planta para trepar.

Las estípulas son de mayor tamaño que los folíolos y en cultivares que producen granos de mayor tamaño, habitualmente los folíolos y las estípulas son más bien grandes.

e) Botones florales

Los botones florales crecen encerrados por las hojas superiores, presentando cinco sépalos totalmente unidos que encierran el resto de la flor.

f) Flores

Faiguembaum (1990), menciona que la flor de arveja es Papilionada, ya que se asemeja a una mariposa cuando los pétalos se desenvuelven presentando una simetría bilateral. Las estructuras presentes en una flor se describen a continuación:

- ☆ **Pedicelo:** une la parte basal de la flor con el pedúnculo; en su base presenta una bráctea foliácea.
- ☆ **Cáliz:** Es una campánula, pentagamosépala, glabro y con dos pequeñas bractéolas en su base.
- ☆ **Corola:** Está formada por cinco pétalos de color blanco o blanco violáceo; uno de gran tamaño denominado estandarte, encierra a los demás. Otros dos pétalos laterales, que corresponden a las alas, se extienden oblicuamente hacia fuera y se adhieren por el medio a la quilla; ésta generalmente de color verdoso, se conforma con un par de pétalos pequeños fusionados entre sí, los cuales encierran al androceo y gineceo.
- ☆ **Androceo:** Es diadelfo, es decir los estambres forman dos grupos. El número de estambres es de 10, los filamentos concrecentes de nueve de ellos forman un tubo que está abierto en el lado superior; el décimo estambre, llamado vexilar está libre en una posición más cercana al estandarte, es el primero en liberar polen.
- ☆ **Gineceo:** Es monocarpelar, curvado, de ovario súpero, unilocular y contiene dos hileras de óvulos que se originan sobre placentas parietales paralelas y adyacentes. El estilo es filiforme y está orientado en ángulo aproximadamente recto con el ovario.

Camarena (2003), afirma que las flores de la arveja aparecen solitarias, en pares o en racimos axilares, generalmente aisladas de color blanco, púrpura o violáceo, según la variedad. Cada punto donde se observa una inflorescencia se denomina

nudos reproductivos. El número de nudos reproductivos que producen las plantas es muy influenciado por condiciones ambientales como por el manejo del cultivo. Los cultivares semitardíos, producen un mayor número de nudos reproductivos que los cultivares precoces.

Existe dos tipos de arveja: de flores blancas y de flores coloreadas. Las variedades de flores blancas dan lugar a semillas amarillas o azul – verdosas, que no contienen taninos, prácticamente todas las arvejas usadas en Perú tanto para consumo humano como para alimentación animal, son arvejas de flores blancas. Las variedades de flores coloreadas dan lugar a semillas de colores oscuros, y contienen taninos. El cultivo de este tipo de arveja está quedando relegado exclusivamente a la producción de forraje.

g) Inflorescencias

Gonzáles (2001), menciona que la arveja posee inflorescencias axilares que constan de una o más flores, que van apareciendo de modo escalonado, las variedades tempranas tienden a ser enanas y florecen en nudos inferiores. La flores autógamias están regidas por un mecanismo de cleistogamia, siendo heteroclamídea pentámera.

h) Fruto

Kay (1979), afirma que el fruto de la arveja es una vaina. La mayor parte de las variedades presentan en la cara interna de sus valvas una formación tisular esclerenquimatosa o pergaminosa, el endocarpio, el cual está ausente en las arvejas de vaina comestible. La vaina suele ser dehiscente por dos suturas y contiene de dos a 10 semillas, que pueden ser globosas o globosas angulares, lisas

o arrugadas y de varios colores que pueden ser verde o amarillo. El tamaño de las vainas es muy variable, pueden ser pequeñas (longitud entre 3 y 4.5 cm), grandes (entre 6 a 10 cm) y muy grandes (entre 10 a 15 cm).

i) Semillas

Cubero y Moreno (1983), manifiesta que las semillas son globulosas, cúbicas, lisas o rugosas, pudiendo contener cada vaina entre 4 y 12 semillas.

González (2001), afirma que la semilla puede presentar una forma globosa o globosa angular y de un diámetro de 3 a 5 mm, tiene dos cotiledones envueltos en una testa de tejido materno. Las variedades comestibles suelen tener vainas grandes, cilíndricas o aplanadas. Las variedades de grano rugoso se suelen consumir en verde, mientras que los de tipos lisos se consumen como grano seco.

1.1.8. ETAPAS DE DESARROLLO

a) Pregerminación

Villareal (2006), afirma que en condiciones adecuadas de temperatura y de humedad la semilla comienza a embeber agua a través de la testa y el micrópilo, aumentando gradualmente de tamaño hasta el segundo día, luego comienza un proceso de gran actividad para posteriormente germinar. Existe pérdida de la permeabilidad de las membranas, la que provoca que una serie de exudados constituidos de glucosa, sucrosa, fructosa y maltosa se difundan en la superficie circundante e induzcan la germinación.

Maroto (1986), menciona que la semilla después de la siembra empieza a embeber agua a través de la testa y el micrópilo, aumentando gradualmente de tamaño. La etapa de imbibición puede ser dividida en dos fases:

- i. Rápida captación de agua que se completa aproximadamente en dos días en los que la semilla aumenta significativamente de volumen.
- ii. Baja tasa de captación de agua e incremento en la actividad metabólica de la semilla.

b) Germinación

Puga (1992), afirma que la germinación empieza al 4to día después de la siembra; aparecen el hipocotilo y la radícula que empiezan a crecer el primero hacia la superficie del suelo y el otro en sentido contrario. La germinación es hipógea con la particularidad de que sus cotiledones no salen a la superficie debido a que el hipocotilo no se alarga.

c) Formación de hojas verdaderas

Puga (1992), afirma que una vez que ha emergido la pequeña planta, empieza a desarrollarse el primer par de hojas verdaderas a la vez que se desprenden los cotiledones o falsas hojas. Esta emergencia ocurre a los 10 o 15 días después de la siembra, donde la plúmula da paso al primer par de hojas verdaderas a partir de ese momento y bajo estas se hace visible el epicótilo estructura que lleva consigo dos hojas rudimentarias llamadas brácteas trifidas.

d) Desarrollo vegetativo

Villareal (2006), menciona que el desarrollo vegetativo empieza cuando la planta desarrolla las primeras hojas verdaderas, sucesivamente se forman los nudos vegetativos y el tallo principal comienza a ramificarse a partir del segundo nudo. El crecimiento del tallo continúa, las hojas, foliolos y zarcillos van apareciendo y las ramas se desarrollan igual que el tallo principal, pero de menor tamaño.



Puga (1992), afirma que esta fase se cumple entre tres y seis semanas según el tipo y la variedad de arveja.

e) Nodulación

Campos (1992), señala que las nodulaciones son más abundantes en los primeros 10 a 30 centímetros de profundidad del suelo, donde son más favorables las condiciones de aireación. La infección por *Rhizobium* tiene lugar a través de los pelos radiculares, y por lo tanto la iniciación de los nódulos está ligada inevitablemente a la expansión del sistema radicular.

f) Floración

Puga (1992), menciona que la floración se inicia de los 25 a 30 días de la siembra, en las variedades precoces y a los 40 o 45 días en las variedades de arvejas para consumo en fresco.

Faiguembaum (1990), menciona que al formarse los botones florales crecen encerrados por las hojas superiores, presentando cinco sépalos totalmente unidos que encierran el resto de la flor. Después de algunos días, los botones asoman por entre las hojas aún no desplegadas que lo circundan, produciéndose la fase de fecundación poco antes que ocurra la apertura de las flores. Este proceso se produce de manera secuencial desde el primer hasta el último nudo reproductivo que presenta la planta en su tallo principal.

Así mismo menciona que el estado de plena floración podría definirse como aquel en que aproximadamente un tercio de los nudos reproductivos presenta sus flores abiertas.

Villareal (2006), afirma que la fecundación dura de dos a tres días, verificándose únicamente en horas de máxima intensidad solar, la dehiscencia de las anteras se realiza antes de la apertura de la flor, agrupándose el polen en los extremos de la quilla.

g) Fructificación

Según Puga (1992), señala que la formación y desarrollo de los frutos se inicia a los ocho o diez días de aparecidas las flores.

Villareal (2006), menciona que una vez que ocurre el proceso de fecundación, los pétalos se vuelven al ovario fecundado, a continuación se marchitan y se desprenden, dejando en evidencia una vaina pequeña que porta rudimentos del estilo en su ápice. Por otra parte los filamentos de los estambres rodean inicialmente a la vaina, pero prontamente se secan y caen. Este hecho netamente morfológico comienza a los 125 días de la siembra y tiene una duración de 25 días aproximadamente.

h) Maduración de los frutos

Villareal (2006), afirma que los granos durante los primeros días crecen muy lentamente, y que muy pronto entran en una fase de rápido crecimiento, el cual se manifiesta mediante un abultamiento de las vainas; este se va haciendo cada vez mayor, producto del crecimiento progresivo de los granos. La cavidad de las vainas se llena prácticamente en forma completa cuando los granos alcanzan el estado de madurez para consumo en verde. Las vainas de los primeros nudos reproductivos, luego de lograr una primacía en el crecimiento sufren un retraso, que se presenta hasta el estado de madurez para consumo en verde.

Villareal (2006), menciona que la madurez para consumo en verde se logra con un contenido promedio de humedad en los granos de 72 a 74 % y el tamaño promedio de los granos al obtener este estado de madurez es dependiente de los cultivares.

1.1.9. ECOLOGÍA DEL CULTIVO DE ARVEJA

a. Clima

→ Temperatura (°C)

Knott (1962), menciona que la temperatura óptima para el desarrollo de la arveja oscila entre 16 y 18 °C, lo que puede suponer máximas medias de 21 – 24 °C y mínimas medias de 7 °C.

Mateo (1961), afirma las arvejas en general son bastante resistentes al frío, representando un cultivo típicamente invernal en las zonas templadas y de primavera en las muy frías. Las semillas germinan incluso con temperaturas bajas y el desarrollo de la planta prosigue mientras las heladas no sean frecuentes y prolongadas. Los hielos causan daños apreciables en las plantas jóvenes, en las flores y en los frutos tiernos. Los mejores productos de este cultivo se obtienen en climas frescos, con veranos tardíos; temen mucho al calor y en cuanto las temperaturas al final de la primavera o principios del verano comienzan a subir, las plantas decaen y aparecen signos de marchitamiento. La buena calidad de las arvejas, tanto en verde como en seco, depende en gran parte de que durante la maduración no se hayan presentado temperaturas elevadas o vientos demasiado cálidos.

Kay (1979), señala que la arveja (*Pisum sativum* L.), en cuanto a temperatura

requiere de un clima fresco, pero no excesivamente frío. La temperatura mínima de germinación de la semilla es de unos 4°C y la máxima de 24°C. Para que los resultados del cultivo sean óptimos las temperaturas medias deben oscilar entre los 13 y 18°C. Las plantas pueden tolerar heladas en el estadio vegetativo, pero las heladas en el momento de la floración pueden causar importantes pérdidas en las vainas y producir semillas deformadas y descoloridas. Las temperaturas superiores a los 27°C acortan el período de crecimiento y afectan adversamente a la polinización.

Camarena (1990), indica que el cultivo de la arveja prefiere un clima frío a templado. La temperatura óptima para su crecimiento está entre los 10°C a 25°C. Pues a mayores temperaturas los rendimientos disminuyen y la calidad es menor debido a una madurez demasiado rápida.

Según Montes y Holle (1970), hay una diferencia entre temperatura óptima para crecimiento y temperatura para desarrollo. Los autores definen el crecimiento como el índice de asimilación neta, el cual se relaciona con el tamaño y peso alcanzado, mientras que desarrollo se expresa por el número de nudos, la etapa de floración y formación de vainas de la planta. Para el crecimiento de la arveja la temperatura óptima se encuentra entre 15°C a 20°C, mientras que para su desarrollo se encuentra entre 27°C a 28°C.

Olivera (1991), indica que la arveja requiere de climas fríos, pero los frescos son mejores, son muy sensibles al calor. El guisante tolera temperaturas de 3 a 6°C bajo cero, pero por debajo de esta temperatura la planta muere; la semilla germina a 1 o 2°C, la planta florece a 10 o 11°C y madura a 16 o 17°C,

como toda leguminosa. Esta especie se cultiva a temperaturas bajas como las de la sierra, en la costa se cultivan en invierno y en los valles interandinos en primavera, es una planta que resiste bien al frío, sin embargo heladas frecuentes o prolongadas causan daños durante el envainado y cuajado de los frutos; las temperaturas elevadas y vientos demasiados cálidos durante la maduración producen una reducción de los rendimientos; las temperaturas óptimas para el desarrollo de este cultivo están entre 15 y 18 °C.

→ **Precipitación (mm)**

Mateo (1961), menciona que la arveja requiere un periodo de lluvias uniformemente distribuido, preferiblemente entre los 800 y 1.000 mm/año, aunque la arveja crece bien en Ayacucho en zonas en las que las lluvias son de 650 mm al año, siempre que los suelos sean profundos y retengan humedad.

Villavicencio (1995), indica que el cultivo es muy sensible a la sequía, requiriendo áreas donde exista buena disponibilidad de riego y suelos de muy buena capacidad de retención de humedad.

⇒ **Fotoperiodo y luminosidad**

Camarena (1990), indica que la luz es importante para una buena floración, tanto la longitud del día como la intensidad de luz.

Villavicencio (1995), indica que este cultivo se comporta indiferente al fotoperiodo, pero se recomienda para plantas tardías días largos, para las plantas precoces y semitardías los días cortos.

Olivera (1991), indica que la arveja es una planta de día largo.

b. Altitud:

INIAP (1998), indica que el cultivo de arveja se desarrolla óptimamente entre los 1700 y 3200 m.s.n.m.

Villavicencio (1995), indica que la altitud óptima para el crecimiento del cultivo de la arveja se encuentra entre los 1600 a 3700 msnm.

Olivera (1991), indica que la arveja puede sembrarse hasta los 3700 msnm.

c. Suelo

Ramos (1996) y Camarena (2003), afirman que la arveja puede adaptarse a una amplia gama de suelos pueden sembrarse en suelos desde francos arenosos hasta franco arcillosos, aunque deben destacarse los suelos sueltos, profundos y bien drenados, provistos de caliza y abundante materia orgánica, incapaces de retener la humedad en exceso, así como evitar los suelos excesivamente compactos, que no van a permitir una adecuada aireación.

Castillo (1995), indica que la arveja es un cultivo poco exigente en calidad de suelos.

Leñano (1978), menciona que en el cultivo de arveja el pH debe oscilar entre 5,9 a 6,6. Además menciona que en terrenos arenosos, carentes de sustancias orgánicas, donde tiende a anticiparse la maduración, se debe regar como es debido, puesto que el ambiente seco reduce la productividad del guisante.

UNA, La Molina (2000), indica que la arveja es moderadamente tolerante a la acidez del suelo con un rango de pH de 6.8 a 5.5.

1.1.10. LABORES CULTURALES

a) Preparación del terreno

Mateo (1961), afirma que una buena preparación de la tierra es absolutamente indispensable para conseguir una buena cosecha. Las labores necesarias para la siembra dependen de la época de ésta, de la clase de suelo y de la cosecha anterior. Para la siembra las labores de arado deben darse con alguna anticipación a la siembra y alcanzar una adecuada profundidad (nunca menos de 40 centímetros en suelos arcillosos y 30 centímetros en suelos arenosos).

Las labores de arado son muy convenientes en la preparación de la tierra para este cultivo y después de la labor de arado preliminar uno o varios arados superficiales mantendrán la superficie en las mejores condiciones.

El surcado es una operación sencilla que necesita poca mano de obra. Basta señalar las líneas con un cordel, para que sirva de guía al surco hecho con el arado romano o con la azada. Cuando se ha terminado el surco se desplaza el cordel paralelamente a sí mismo, a una distancia que depende de la variedad. La profundidad del surco ha de ser pequeña no mayor de 5 centímetros.

Camarena (2003), señala que la tierra debe estar bien mullida y nivelada para asegurar una buena germinación de la semilla y un ambiente adecuado para que las plantas se desarrollen en forma óptima.

Como actividades preliminares se debe limpiar bien el campo y se debe incorporar estiércol, lo recomendable es 10 toneladas por hectárea pero cantidades menores de 2 a 5 toneladas también tienen un efecto beneficioso en el mejoramiento de la estructura del suelo.

b) Siembra y densidad

La época de siembra varía según las regiones y los objetivos. En el Departamento de Ayacucho hay dos épocas bien marcadas; una de riego (junio – agosto) que es la denominada campaña chica y la otra temporal (setiembre – noviembre) que se constituye en la campaña grande (Villavicencio, 1995).

Camarena (2003), menciona que se recomienda realizar la siembra en surcos y por golpes; si son terrenos con pendiente hacer los surcos y depositar la semilla al fondo del surco; pero en terrenos planos y secos o si es un suelo retentivo de humedad para evitar pudriciones de la raíz se deposita la semilla en la costilla del surco o el lomo del surco. En esta modalidad las semillas son colocadas a distancias y profundidades uniformes, las plantas disponen de un área sin la competencia de otras plantas para su normal crecimiento y desarrollo; bajo esta modalidad la germinación es uniforme y la cantidad de semilla a utilizar es menor.

Mateo (1961), afirma que cuando el terreno se ha preparado en surcos, la siembra suele hacerse a chorrillo o en golpes, es recomendable regular al máximo la profundidad de siembra para evitar fallas; es importante que la semilla quede poco enterrada, especialmente si el terreno es de textura fina, no debiéndose pasar nunca de los 5 centímetros de profundidad. Para la siembra a chorrillo y una separación entre surcos de 60 centímetros, se necesitará 30 – 40 gramos por metro de surco, lo que supone de 80 a 100 kilogramos de semilla por hectárea para los de enrame. El cultivo en caballones, (tutores) necesita siembra a golpes sobre aquellos a media altura, procurando la orientación mediodía, en cada golpe se ponen cinco semillas, y entre golpes de 30 a 70 centímetros, según el porte de la variedad. Se necesitan de 50 a 75 kilogramos por hectárea de semilla.

Maroto (1986), menciona que en arveja para consumo en fresco, si la variedad es de enrame o semienrame, la siembra suele efectuarse en surcos separados 1 a 1.20 m, o bien en líneas pareadas distantes entre si unos 80 cm, dejando entre ellas 1,20 m. de pasillo. La siembra puede realizarse a “chorrillo” o a “golpes”, siendo este último el procedimiento más usual en el cultivo hortícola intensivo, dejando entre los golpes una distancia de unos 50 cm. Puede utilizarse entre 60 – 100 kg.ha⁻¹ de semillas.

Según UGAZ (1987), la arveja es un cultivo que puede ser sembrado a chorro continuo o en golpes. Los rendimientos están relacionados íntimamente con la densidad de plantas por hectárea que depende de los distanciamientos entre los surcos y entre las plantas, que se relacionan con el número de plantas por unidad de área y a su vez con la cantidad de semilla utilizada.

Según Villavicencio (1995), el cultivo de la arveja es un cultivo que requiere de una humedad del suelo cercana a la “capacidad de campo” para la buena germinación y así evitar la resiembra. La arveja se siembra en forma manual o con el empleo de maquinarias.

c) Fertilización

Manual para la Educación Agropecuaria (1987), señala que bajo condiciones normales, la arveja obtiene de la atmósfera el nitrógeno necesario a través de la fijación simbiótica. Por consiguiente a la arveja se le debe aplicar el nitrógeno en dosis moderadas y con respecto a la fertilidad del suelo y la constitución del suelo una proporción ideal está dada por 125 kg.ha⁻¹ de nitrógeno, 45 kg.ha⁻¹ de fósforo y 90 kg.ha⁻¹ de potasio para un rendimiento de 10 toneladas de granos por hectárea.

Kay (1979), menciona que el cultivo de arveja responde más a aplicaciones de potasio que de fosfato y en suelos deficientes en potasio es aconsejable la aplicación de 250 kg.ha^{-1} de un fertilizante con N, P, K en la proporción 0:1:2 para la obtención de resultados óptimos.

INIA (2008), afirma que la fertilización es una técnica que tiene como finalidad aumentar la fertilidad y depende de las características del suelo, clima y del tipo de cultivo.

Camarena (1990), indica que el cultivo de la arveja requiere materia orgánica para su desarrollo, además menciona que para lograr mejores rendimientos es necesario hacer un muestreo del suelo y abonar de acuerdo al análisis del suelo. En general se recomienda una formulación de $40-90-60 \text{ kg.ha}^{-1}$ de NPK. La aplicación de los fertilizantes será al momento de la siembra, colocando la cantidad requerida (mezcla) a 5 cm de distancia de la semilla entre golpe o a chorro continuo por las hileras a 10 – 15 cm de profundidad para luego ser cubierta con un poco de tierra y depositar la semilla también a chorro continuo.

Cáritas del Perú (2007), señala que la planta de arveja requiere de varios elementos para crecer y desarrollarse adecuadamente: Macronutrientes: nitrógeno, fósforo y potasio; nutrientes secundarios: calcio, magnesio y azufre; y micronutrientes: zinc, boro, molibdeno, hierro y cobre. Se debe realizar previamente el análisis del suelo para determinar el requerimiento de fertilizantes. Las variedades mejoradas responden mejor a una mayor cantidad de fertilizantes que las variedades criollas, los cultivos bajo riego requieren más fertilizantes que los de temporal.

Sánchez (2007), indica la cantidad aproximada de micronutrientes que demanda el cultivo de arveja en el siguiente cuadro.

Cuadro 1.3. Demanda de micronutrientes del cultivo de arveja (mg/ha/PV)

Elemento	Demanda del cultivo de arveja
Fe	100 - 1000 ppm
Mn	50 - 300 ppm
Cu	10 - 40 ppm
Zn	10 - 20 ppm
B	50 - 300 ppm
Mo	10 - 40 ppm

Fuente: Sánchez (2007).

IFA – FAO (2002), indica que los micronutrientes requieren una atención y cuidado especial, porque hay un margen estrecho entre el exceso y la deficiencia en las necesidades de microelementos de las plantas. Los micronutrientes son necesarios sólo en pequeñas cantidades. Si se aplica demasiado de un microelemento dado, puede tener un efecto dañino en el cultivo y/o en el cultivo subsiguiente. En muchos casos, las deficiencias de los microelementos son causadas por un pH del suelo demasiado bajo (ácido), o más aún, demasiado alto (de neutral a alcalino), y un cambio en el pH del suelo puede hacer disponibles los microelementos para las plantas.

d) Deshierbo

Gordon (1984), señala que las malezas no sólo representan una molestia, sino que también suprimen la producción de los cultivos, su control tiene altos costos económicos anualmente. El daño más costoso y directo es la disminución de las cosechas, si junto con los cultivos alimenticios se cosecha malezas su presencia disminuirá marcadamente la calidad del cultivo, además de servir de huéspedes alternativos de plagas y enfermedades.

Cáritas del Perú (2007), afirma el cultivo de arveja debe estar libre de malezas, particularmente durante los primeros 45 días después de la siembra. Los campos con malezas permiten que las plagas se alojen en ellas, además que hay mayor incidencia de enfermedades y menor calidad de las vainas.

Según Villavicencio (1995), el primer deshierbo se realiza a la semana de la emergencia, pudiendo ser manual, mecánico o químico. Para el control químico se recomienda productos pre-emergentes y post-emergentes al cultivo.

e) Riego

Manual para la Educación Agropecuaria (1987), afirma que las semillas requieren un suelo húmedo para una buena germinación. Al principio el cultivo necesita un riego de auxilio de una lámina de aproximadamente 25 mm. Este riego se realiza una semana después de la siembra. Se le debe suministrar agua a la arveja durante el periodo crítico de desarrollo de la planta, estos periodos son: al inicio de la floración y cuando las vainas empiezan a llenarse.

Delgado (2000), menciona que se debe aplicar al cultivo riegos frecuentes y ligeros, el primer riego se realiza cuando las plantas tienen sus hojas verdaderas, luego el riego se realizará según las necesidades del cultivo.

Faiguenbaum (1990), afirma que hay que considerar la época de floración y cuando las vainas están a medio engrosar como épocas importantes de necesidad hídrica en el cultivo de la arveja.

Según Bocanegra y Echandi (1976), en los cultivos de arveja bajo riego se debe suspender esta labor durante la época de floración.

Según Mateo, Box y J.M. (1961), en zonas donde hay poca precipitación pluvial se recomienda efectuar más de 6 riegos dependiendo del tipo de cultivo de arveja que se está cultivando.

f) Aporque

Biblioteca agrícola (1998), indica que el aporque consiste en amontonar tierra en el cuello o base de la planta con fines diversos según el cultivo en cuestión. En general el aporque contribuye a la estabilidad mecánica de la planta y aumenta la absorción de agua. Sirve además, como soporte a la base de las plantas en caso de arvejas, judías y guisantes.

Mateo (1962), indica que las labores de aporque y deshierbo se realizan cuando las plantas presentan una altura de 20 cm con la finalidad de evitar la competencia con las malezas por aire, luz, nutrientes y espacio.

Tamaro (1960), menciona que el aporque debe realizarse cuando las plantas alcancen una altura aproximada de 15 a 20 cm, y a la vez, realizar simultáneamente el deshierbo con el propósito de evitar la competencia por agua, luz, nutrientes y aire de los guisantes con las malezas.

g) Tutoraje y espalderas

Knott y Danon (1967), señalan que las variedades trepadoras de leguminosas (arveja, frijol etc.) crecen mejor cuando son conducidas con tutores, los que son colocados antes o después de la emergencia de las plantas. Menciona que esta práctica previene que los frutos estén en contacto con el suelo y evita el derribamiento de las plantas.

Mateo (1961), menciona que en las variedades hortícolas de enrame es muy conveniente preparar un dispositivo capaz de soportar los tallos trepadores, ayudando con ello a que éstos se desarrollen más y produzcan una mayor cosecha, al mejorar los rendimientos y facilitar las labores como los riegos. Así mismo señala que en cada lugar, esta operación se hace de forma diferente, tomando en cuenta que la norma general es reducir al mínimo el costo de la instalación, para lo cual se deberá elegir los materiales más baratos en la localidad.

Maroto (1986), afirma que las variedades de enrame y semienrame, como es natural, se deben tutorar, en general suelen usarse cañas como tutores transversales que permiten una mejor fijación. En este sentido cabe decir que es conveniente atar las plantas en alguna de sus partes a los tutores, especialmente en las variedades de semienrame.

Universidad Nacional Agraria La Molina (2008), indica que se obtuvieron rendimientos de 7900 kg.ha^{-1} de vaina verde, en sistema con espalderas a densidades de 0.30 metros entre golpes y 1 metro de distanciamiento entre surcos.

Cáritas del Perú (2003), sostiene que el uso del sistema de espalderas es necesario en las plantas de enrame, este sistema permite colocar mayor número de plantas por área, lo cual permite aprovechar mejor el espacio para obtener mayores rendimientos y de mejor calidad, por otra parte se realiza con facilidad o eficiencia las labores complementarias y la cosecha sin dañar las plantas. Se instalan los tutores a los 30 o 40 días después de la siembra, dependiendo de la variedad cuando las plantas emiten los zarcillos y estos trepan en las rafias; sin embargo necesitan que las plantas se guíen conforme van creciendo.

Arévalo (1995), afirma que la utilización de los tutores es muy importante en el cultivo de arveja, porque mediante esta técnica se obtiene un mayor rendimiento por hectárea y una mejor calidad en los frutos. El mayor rendimiento se debe a que los tutores permiten aprovechar mejor el espacio aéreo disponiendo de mayor área de terreno para sembrar más plantas.

Villavicencio (1995), indica que cultivares de crecimiento indeterminado, con largo periodo de madurez y producción, generalmente requieren de un amarre como soporte de la planta, para obtener mayor número de vainas exentas de enfermedades, al no estar en contacto con la humedad del suelo.

h) Control de plagas y enfermedades

Cáritas del Perú (2003), menciona que existen muchas plagas y enfermedades que atacan el cultivo de la arveja, por eso es necesario que el agricultor realice inspecciones frecuentes en su cultivo, para encontrar e identificar síntomas de plagas, como huevos, larvas, excrementos, daños o síntomas de enfermedades en las plantas. Evaluaciones permanentes indicarán el momento del control sanitario. Las plagas y enfermedades más importantes en el cultivo de la arveja son:

Plagas

→ Insectos que atacan Plántulas

- Las larvas - Shiure o utushcuro (*Heliothis zea*)

Son larvas de algunas mariposas nocturnas que pueden dañar las plántulas de arveja, al alimentarse de sus tallos.

- El barrenador del tallo (*Melanagromyza* sp)

Es una larva de color gris que penetra en el tallo justamente debajo de la

superficie del suelo y barrena hacia arriba dentro de la planta, causando su muerte. El adulto coloca sus huevos en el suelo o en las hojas.

→ **Insectos minadores**

- Mosca Minadora (*Liriomyza huidobrensis* y *Agromyza sp.*)

Las larvas son de color blanco amarillento y viven en pequeñas galerías, que hacen entre los tejidos de la parte superior e inferior de las hojas, los cuales tienen forma de túneles serpenteados. Los adultos hacen pequeños agujeros en las hojas. Se presentan mayormente en zonas con temperaturas templadas a frías y alta humedad relativa.

→ **Insectos que atacan los brotes y vainas**

- Gusano perforador de brotes (*Epinotia aporema*)

Barrenan los brotes, los atrofian y los matan. Ocasionalmente perforaciones, forman canales a partir del ápice. Perfora las vainas y en su interior se desarrollan.

→ **Insectos chupadores**

- Mosca blanca (*Bemisia tabaci*)

Los insectos adultos, y las ninfas se alimentan de la savia de las hojas.

- Thrips (*Thrips sp.*)

Insectos que chupan y raspan la planta de la cual aprovechan su savia, al mismo tiempo, rompen los tejidos celulares, debilitándolos y secándolos prematuramente.

- Cigarrita verde (*Empoasca kraemeri*),

Ataca a la planta en todas sus etapas provocando clorosis o amarillamiento del follaje, las hojas se van encrespando desde los bordes y continúan hacia abajo.

→ **Nematodos**

- Medoloidogyne sp.

Las plantas infectadas por nematodos presentan agallas en la raíz las cuales se atrofian, durante las horas más calurosas del día muestran amarillamiento y marchites.

Enfermedades

- Chupadera fungosa (*Rhizoctonia sp.*, *fusarium sp.*)

Se identifica por el amarillamiento del follaje, ocasionan primeramente la muerte de las hojas inferiores. En las raíces se observan lesiones hundidas y acuosas de color gris, café, negro y rojo. Ocasionan lesiones del tallo y raíces provocando la muerte de la plántula.

- Ascochita (*Ascochyta pisi*)

En las hojas se manifiesta en forma de lesiones de color gris oscuro o negro, también pueden aparecer en las vainas o tallos.

- Antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*)

En las semillas causan lesiones oscuras hundidas que llegan hasta los cotiledones.

Los tallos afectados se debilitan y se rompen fácilmente, en las hojas las nervaduras en la cara inferior toman coloración rojiza.

- Oidium (*Erysiphe polygoni*)

Ataca el tallo, vaina y hoja. En la hoja aparecen muchas manchas blanquecinas pulverulentas aisladas y circulares que se extienden cubriendo toda la hoja. Se presenta con mayor intensidad en el proceso de llenado de grano, y se intensifica si las plantas sufren de estrés.

- **Mildiu** (*Peronospora viciae* sp. Pisi)

Aparece un polvo gris en la parte aérea de la planta. El haz de las hojas se vuelve amarillo y en casos extremos se caen. En ocasiones las vainas crecen deformadas, pequeñas y con escasas semillas y se desprenden antes de madurar.

Según la Escuela Técnica Superior de Ingenierías Agrarias de Palencia (2012), para controlar las plagas y enfermedades mencionadas se pueden utilizar métodos indirectos (Organización, medios o medidas legales y medios institucionales) y métodos directos (Prácticas culturales, métodos mecánicos, métodos físicos, métodos genéticos, métodos legales, métodos biológicos, métodos químicos), teniendo en cuenta el manejo integrado de plagas (MIP).

i) Cosecha

Villavicencio (1995), indica que el estado de desarrollo en que se cosecha la arveja depende del mercado, siendo las arvejas al estado de vaina verde las más demandadas diariamente. Las vainas deben de cosecharse cuando están completamente verdes, llenas de granos bien desarrollados y antes que comiencen a endurecer. La calidad depende directamente de la ternura de las vainas y el contenido de azúcar; durante la madurez el contenido de azúcar disminuye, mientras que el de almidones y proteínas aumenta, así como el tegumento de la semilla se endurece. De aquí la importancia de cosechar la arveja en el momento óptimo para no disminuir su calidad. Las vainas no deben de cosecharse húmedas.

López (1994), indica que el índice de madurez, cosecha y la calidad de la arveja depende del azúcar que contenga y de la ternura del grano. Las vainas se tornan de color verde claro, están llenas de granos tiernos lo que indica su madurez.

Según Mateo, Box y J.M. (1961), el momento de cosecha de las arvejas depende del periodo vegetativo de la planta, siendo el punto óptimo para la cosecha de arvejas en estado verde cuando las vainas están llenas de granos, bien desarrollados, pero aun tiernas y jugosas.

Cásseres (1970), afirma que para mercados cercanos, se hacen dos, tres o más cosechas de vainas.

Olivera (1991), indica que la cosecha de grano seco se debe realizar dentro de las 5 o 6 semanas a partir del verdeo, se debe recoger antes de la dehiscencia natural. También puede extraerse solo las vainas maduras en dos o tres oportunidades.

1.1.11. RENDIMIENTO

Rodríguez y Maribona (1993), afirman que el componente del rendimiento de la arveja, más importante es el número de vainas por unidad de superficie. El número de vainas por unidad de superficie, puede disminuir por una pérdida del número de yemas florales o por abortos en el desarrollo del fruto y la semilla.

Cubero (1983), menciona que los rendimientos en vaina verde que se suelen obtener son de 8000 a 10000 kg.ha⁻¹ en variedades de enrame y de 3500 a 5000 kg.ha⁻¹ en variedades enanas. Mientras en los cultivares de semienrame pueden sobrepasar las 12 a 15 t.ha⁻¹.

Villavicencio (1995), menciona que el rendimiento promedio en vaina verde es de 9 t.ha⁻¹. Y Olivera (1991), menciona que el rendimiento promedio en vaina secas es de 3.5 t.ha⁻¹.

Maroto (1986), mencionado por Knott, sostiene que para una fertilización de 118 – 16 – 63 de N, P, K se obtiene un rendimiento de 4477 kg.ha⁻¹ de vainas y 26863 kg.ha⁻¹ de hojas y tallos. Mientras que para una fertilización de 108 – 27 – 36 de N, P, K se obtiene un rendimiento de 10000 kg.ha⁻¹ de arvejas verdes.

1.2. LOS BIOESTIMULANTES

Bietti y Orlando (2003), afirman que los bioestimulantes son aquellos productos capaces de incrementar el desarrollo, la producción y crecimiento de los vegetales.

Saborio (2002), menciona que son sustancias que a pesar de no ser un nutriente, pesticida, o un regulador de crecimiento propiamente dicho, al ser aplicado en cantidades pequeñas genera un impacto positivo en la germinación, desarrollo, crecimiento vegetativo, floración, cuajado y desarrollo de frutos.

Chil Vegetal (2014), indica que los bioestimulantes son todo producto que sin tener en cuenta el aporte de nutrientes, contiene sustancias, compuestos o microorganismos que al ser aplicados en las plantas o en la rizosfera, mejoran el desarrollo del cultivo, su vigor, el rendimiento y/o la calidad, normalmente mediante la estimulación de los procesos naturales que benefician el crecimiento y las respuestas al estrés abiótico.

Turgeon (2005), afirma que los bioestimulantes pueden incluir fitohormonas, tales como giberelinas, citoquininas, ácido absicico, ácido jasmónico, auxinas, etc.

Suquilanda (2003), menciona que los bioestimulantes orgánicos en pequeñas cantidades son capaces de promover actividades fisiológicas y estimular el desarrollo de la planta, sirviendo para las siguientes actividades agronómicas:

enraizamiento (aumenta y fortalece la base radicular), acción sobre el follaje (amplía la base foliar), mejora la floración y activa el vigor y poder germinativo de las semillas, traduciéndose todo esto en un aumento significativo de la cosecha.

Aguirre (2009), menciona que en la Agenda 21, como resultado de la Cumbre de la Tierra, en Rio de Janeiro, en 1992 se recomendó la utilización de biofertilizantes como alternativa para el desarrollo sustentable.

1.2.1. FORMULACIÓN DE BIOESTIMULANTES

Saborio (2002), menciona que existen diversos tipos de formulación de bioestimulantes; unos químicamente bien definidos como los compuestos por aminoácidos, polisacáridos, oligopéptidos o polipéptidos; otros complejos como los extractos de algas u ácidos húmicos, contienen los elementos ya mencionados pero en combinaciones y concentraciones diferentes.

1.3. LAS ALGAS

García y Martel (2004), mencionan que el término "algas" se refiere al conjunto de vegetales con fotosíntesis oxigénica que precisan de una elevada humedad o una inmersión permanente en agua y que incluye a los tres grandes grupos de macroalgas marinas (Feofitas, Rodofitas y Clorofitas), las microalgas eucariotas, unicelulares o filamentosas, las cianobacterias (procariotas), unicelulares o filamentosas de ambientes marinos, dulceacuícola, salobre y terrestre, asimismo se incluye erróneamente a las fanerógamas submarinas.

1.4. EXTRACTO DE ALGAS

Museo Virtual De Historia Natural Patagónica, indica que es un producto obtenido a partir de la extracción química o física de especies algales, que se

utiliza comúnmente como bioestimulantes foliares, estos productos se comercializan desde 1950, ya sea en forma líquida o como polvos para diluir.FB

Chil Vegetal (2014), menciona que las algas que se manufacturan habitualmente para los extractos son las denominadas como algas pardas, en ellas se encuentran: *Ascophyllum nodosum*, *Laminaria* sp, *Fucus* sp., *Macrocystis pyrifera*, *Ecklonia máxima* y *Durvillea* sp por ejemplo. Todas ellas, para su posterior utilización, son generalmente cortadas en fresco sin arrancarlas de las praderas de algas costeras en bajamar, las algas son lavadas, cortadas, secadas y molidas para ser utilizadas en los procesos de extracción industriales. Por tanto son un recurso renovable ya que se cortan para esperar su crecimiento. En cuanto a los procesos de extracción podemos distinguir entre procesos químicos y procesos físicos. En los químicos las algas son atacadas generalmente por una base fuerte y se extraen todos los componentes solubles en ese medio, es posible que en estos procesos se puedan perder algunas de las cualidades de las algas en fresco. Dentro de los procesos físicos encontramos: extracciones acuosas al vacío, procesos de ruptura celular (licuado) y micro-crioaplastamiento. En estos procesos no hay ataques químicos y con estos extractos posteriormente se obtiene una mejor respuesta de la planta tras la aplicación del producto final.

Infoagro (2003), menciona que los extractos de algas tienen propiedades que optimizan la asimilación de nutrientes, estimulan el crecimiento vegetal, activan la resistencia natural de las plantas a plagas y enfermedades, además al agregarse a las semillas incrementan el porcentaje de germinación y contribuyen con el crecimiento durante las primeras etapas. Además se trata de productos

beneficiosos para los suelos y no contienen elementos contaminantes para el medio ambiente.

El Mundo (2010), afirma que la acción de estos extractos de algas, se debe al efecto combinado de azúcares (oligosacáridos), fitohormonas naturales, aminoácidos y oligoelementos bioasimilables en su forma natural, presentes en las paredes celulares de las algas empleadas en su fabricación, que actúan como gancho en los procesos que desencadenan los mecanismos de asimilación, defensa e inmunidad de las plantas terrestres

Chil Vegetal (2014), indica que para comprender el sorprendente efecto que tienen las algas como bioestimulante tenemos que observar el único e inhóspito hábitat donde crecen, ya que para poder resistir en esas condiciones tan extremas, las algas han desarrollado defensas naturales en forma de compuestos químicos, que las convierten una fuente natural de sustancias químicas desarrolladas para soportar situaciones extremas, que conseguimos aislar y trasladar a los productos comerciales para ser utilizados por otras plantas.

García y Martel (2004), mencionan que los extractos de algas son considerados no tóxicos para las plantas y animales. Por lo tanto, para el manejo del producto, es necesario atenerse a las precauciones de uso del producto fitosanitario con que sea mezclado.

1.4.1. COMPONENTES DEL EXTRACTO DE ALGA

Según García y Martel (2004), los componentes de las algas que explican (o explicarían) sus efectos agronómicos sobre la planta, el suelo, los frutos y/o los patógenos son:

a. Polisacáridos matriciales

Lobban y Harrison (1994), afirman que los vegetales terrestres tienen el esqueleto de la pared celular conformada por polisacáridos lineales neutros (celulosa 30% del peso seco), mientras que el contenido en celulosa de las macroalgas marinas es muy inferior (entre el 1-8%) y poseen muchos más xilanos y mananos que las terrestres. La matriz de las fanerógamas está compuesta por pectinas y hemicelulosa, mientras que hasta el 60% del peso seco de las macroalgas (y de ciertas microalgas) está constituido por polisacáridos polianiónicos de alto peso molecular (los ficocoloides), exclusivos de las algas.

García y Martel (2004), mencionan que existen cuatro tipos básicos de ficocoloides: agar y carragenatos (sólo en determinadas especies de rodofitas), alginatos (en ciertas feofitas y microalgas) y ulvanos (en clorofitas) Los alginatos, carragenatos, agar y ulvanos son sustancias gelificantes, viscosantes, estabilizantes y emulgentes en soluciones acuosas, ampliamente utilizadas como aditivo alimentario y de nula toxicidad.

Lahaye et. al. (1999), menciona que el ulvano es un polisacárido matricial polianiónico compuesto de ramnosa, ácido glucurónico e idurónico (cuyo poder quelante es superior al ácido glucurónico) y xilosas sulfatadas. Al igual que los demás ficocoloides, estos xiloramnoglucoromananos sulfatados son particularmente resistente a la biodegradación y, al igual que el alginato, capaz de formar geles en presencia de cationes divalentes. La cantidad de ulvano presente en las macroalgas verdes oscila entre el 4 y el 15% del peso seco, en función de las especies, localidad y estación.

Povolny (1981), indica que la capacidad de los ficocoloides de formar una red que retiene una gran cantidad de agua les confiere propiedades reológicas únicas, y explica su actuación como hidratantes de suelos. La gran higroscopicidad de estos coloides les permite captar agua en estado gaseoso de forma reiterada, motivo por el cual aumenta y mantiene la capacidad de campo de suelos, y permite reducir riegos. Asimismo, sus propiedades viscosantes-gelificantes permiten crear una fina capa hidratante, tanto sobre suelo como sobre las hojas de la planta (añadiendo un agente tensioactivo), lo que explica las propiedades antierosivas y estructuradoras de suelos, y la actividad antitranspirante sobre la planta.

Obviamente, esta última dependerá del grado de viscosidad, homogeneidad y adherencia que forme sobre la hoja, que a su vez depende del tipo de coloide.

Lobban y Harrison (1994); Mateo y Andrade (1985) y Andrade et. al. (1983), mencionan que esta propiedad les permite a las algas adsorber una extraordinariamente variada y abundante cantidad de cationes metálicos del medio marino, gracias a la cual las macroalgas tienen la propiedad de comportarse como auténticas "esponjas de oligoelementos" en el mar (y en el suelo como liberadores progresivos de oligoelementos, quelados/complejados por los propios ficocoloides). En suma, la utilización de macroalgas como fertilizantes constituye un sistema de "rebombeo" de los nutrientes que por erosión y lixiviación fluyen constantemente de los suelos terrestres al bentos marino. Las algas son capaces de concentrar gran cantidad de oligoelementos disueltos en el medio marino, pero tanto los "beneficiosos" como los "perjudiciales" (Cr, Pb, As, Hg, Sr, metales

radioactivos, etc.) para la nutrición vegetal o para su consumo por herbívoros.

García y Martel (2004), menciona que cada uno de los cuatro tipos de ficocoloides tienen propiedades viscosantes y polielectrolíticas diferentes, por lo que la actividad y perdurabilidad del producto estará en función del coloide empleado. La calidad del coloide (peso molecular, grado de sulfatación, etc.) depende tanto de la especie elegida como del proceso industrial de extracción-solubilización del ficocoloide (hidrólisis ácida o alcalina, temperatura, duración, licuado, etc.). Muchos extractos comerciales no indican las especies de algas empleadas, ni el proceso seguido para su elaboración.

b. Polisacáridos de reserva y de pared

Caraes (1969), menciona que la composición de los polisacáridos de reserva de las Rodofitas (floridoside y sus derivados) y Feofitas (manitol, fucoidan, laminarano, etc.) es muy distinta a la de Clorofitas (almidón), y más lentos de biodegradar, por lo que tienen una mayor perdurabilidad como activador microbiológico edáfico, además de estructurador y quelante.

c. Macronutrientes: Nitrógeno (proteínas y aminoácidos), fósforo y potasio

Freile-Pelegrín et. al. (1996); Gómez et. al. (1998) y Moreno et. al. (1998), mencionan que muchas macroalgas marinas tienen la capacidad de almacenar grandes cantidades de nitrógeno en todo tipo de compuestos (aminoácidos libres y conjugados, proteínas, ficobiliproteínas, rubisco, clorofilas, etc.), algunas especies como *Ulva sp*, *Porphyra sp* sobrepasan el 35 % de proteína del total de peso seco (de excelente aminograma). No obstante, en condiciones carenciales el contenido proteico puede quedar reducido a un 3%, se debe de tomar en cuenta que el

principal factor limitante del medio marino es el nitrógeno. El aumento del contenido en nitrógeno es muy rápido (menos de tres horas desde la fertilización) y su consumo, dependiendo de la tasa de crecimiento, puede llevarle 3-5 días. En cambio otras especies como la *Fefita sp* no suelen alcanzar contenidos proteicos superiores al 22% por mucho que se las fertilice. Por tanto, el efecto N-dependiente de los extractos algales está condicionado por la especie y, sobre todo, por el estado fisiológico de la biomasa.

García y Martel (2004), menciona que el contenido en fósforo y potasio fluctúa anualmente según la especie y su estado fisiológico. Es de destacar el gran contenido en potasio de las macroalgas pardas, muy inferior en rojas y más aún en verdes y fanerógamas marinas. Sólo determinadas especies de macroalgas marinas (las coralináceas productoras del maerl) aportan cantidades significativas de calcio y magnesio.

d. Oligoelementos

Abetz (1980), afirma que el efecto bioestimulante de los extractos líquidos de algas se atribuyó inicialmente a su aporte de oligoelementos, pero las pequeñas dosis de aplicación foliar y las bajas concentraciones de extracto de algas presentes en estos biofertilizantes, que suelen oscilar según Norrie (2000), entre 0,02 y 0,2 kg de alga seca por aplicación por hectárea hacen muy poco probable que el efecto fertilizante por oligoelementos constituya la explicación a su efecto estimulante.

Cuadro 1.4. Cantidad estimada de oligoelementos aportados (mg/ha/año) mediante la aplicación foliar de un extracto de algas pardas, comparada con la demanda anual estimada de tales oligoelementos de un cultivo de heno.

	Aporte del extracto de algas pardas	Demanda del cultivo de heno
Fe	22.000	280.00
Mn	0.300	140.00
Zn	0.700	140.00
Cu	0.300	140.00
Bo	0.006	56.00
Mo	0.070	1.40
Co	0.030	1.40

Fuente: Blunden, 1991.

e. Bioantioxidantes y activadores (polifenoles, xantofilas, carotenoides, enzimas)

Seaweed News (1999), menciona que las algas tienen una gran diversidad de compuestos bioantioxidantes, tanto liposolubles (fosfolípidos, carotenoides, xantofilas, tocoferol) como hidrosolubles (polifenoles: Polímeros de floroglucinol o florotaninos, bromofenoles, enzimas: Superóxido dismutasa, glutathion reductasa, catalasas, glutathion y ascorbato- peroxidasas, vitamina C).

Fujimoto (1990), menciona que el efecto antioxidante de extractos algales se explica tanto por la elevada afinidad por radicales libres de compuestos específicos, como por el efecto sinérgico de su amplia gama de bioantioxidantes y por la activación que generan en los propios mecanismos de defensa de la planta por ejemplo el estímulo de síntesis de peroxidasas.

f. Fitohormonas y reguladores del crecimiento (citoquininas, oligosacáridos, betaínas)

García y Martel (2004), indican que el efecto principal de los extractos líquidos de

algas se achaca a su contenido en hormonas (fundamentalmente citoquininas) y reguladores del crecimiento, única forma aparente de explicar la magnitud de las respuestas agrícolas ante unas dosis tan reducidas (entre 2-12 litros de extracto/ha).

Red Agrícola (2000), menciona que la teoría en boga para explicar su evidente eficacia, se relaciona con la presencia de hormonas vegetales, sobre todo de reguladores de crecimiento de los grupos conocidos como auxinas y citoquininas. También se ha reportado la presencia de betaínas, y actividad giberelínica en preparaciones de algas frescas, aunque con el almacenamiento dicha actividad cae de manera dramática. Los últimos hallazgos identificaron moléculas facilitadoras de la expresión del código genético implicado en el crecimiento y en los mecanismos de defensa de las plantas más evolucionadas.

Red Agrícola (2000), menciona que las hormonas tienen la función de dar señales y estimular una respuesta. No de nutrir. Las hormonas dan el aviso y luego los nutrientes dan la respuesta para que la planta cumpla la tarea requerida. Las señales enviadas por las fitohormonas se asocian a condiciones ambientales, que pueden ser favorables o desfavorables tales como presencia de nutrientes, disponibilidad de agua, temperatura, etc. Gracias a ellas la planta “sabe” que acción ejecutar. Para actuar no le basta con la voz de mando, necesita las herramientas y los materiales. Si es crecimiento, por ejemplo, utilizará nitrógeno, fósforo, potasio y los micronutrientes, según la etapa fenológica. Las fitohormonas pueden promover o inhibir determinados procesos.

→ Citoquininas

Salisbury y Ross (1994), mencionan que las citocininas o citoquininas son hormonas vegetales naturales que derivan de adeninas sustituidas y que promueven la división celular en tejidos no meristemáticos.

<http://www.biologia.edu.ar/plantas/hormona.htm>, indican que dentro de los efectos fisiológicos de las citoquininas se encuentran: división celular, formación de órganos, retardo de la senescencia (debido a su propiedad de generar alta división celular son fuente de nutrientes, por lo que realizan su efecto de retardo de la senescencia), desarrollo de yemas laterales, inducen partenocarpia, floración de plantas de días corto, reemplazo de luz roja en germinación de semillas fotoblásticas.

Crouch y Van (1993), indican que está demostrada científicamente la presencia de al menos, hasta seis tipos de citoquininas y precursores en cianobacterias, microlagas y los tres tipos de macroalgas marinas (cis- y trans- zeatin riboside, trans-zeatin, dihydrozeatin N6 (isopentenyl) adenine y 9-b -riboside). En EEUU existen al menos tres patentes de utilización de extractos de Chlorella como reguladores del crecimiento.

Brain et. al. (1973), menciona que existe una variabilidad en el contenido de citoquininas entre diferentes grupos, géneros y especies, además existen fluctuaciones anuales en una misma especie, e incluso ocurre la correlación de los niveles endógenos de citoquininas con el ciclo lunar.

Blunden y Wildgoose (1977), mencionan que los efectos de los bioestimulantes a base de extracto de algas son equivalentes al tratamiento foliar con citoquininas

sintéticas tipo benziladenina y kinetina (en ensayos de cultivos in vitro y en ensayos de campo).

Meeting et. al. (1988), mencionan que se ha demostrado experimentalmente que la aplicación de 11 litros por hectárea de un buen bioestimulante de algas equivale a una aplicación de citoquininas (kinetina) de 1,4 g /ha.

→ Auxinas

Salisbury y Ross (1994), mencionan que las auxinas actúan durante la elongación celular, por medio de un efecto rápido, sobre el mecanismo de la bomba de protones ATPasa, en la membrana plasmática, y un efecto secundario mediado por la síntesis de enzimas.

<http://www.biologia.edu.ar/plantas/hormona.htm>, mencionan que las auxinas actúan en la mitosis, en el alargamiento celular, en la formación de raíces adventicias, son responsables de la dominancia apical, actúan como herbicida, inducen la partenocarpia, contribuyen con la diferenciación del xilema, promueven la regeneración del tejido vascular en tejidos dañados, inhiben el crecimiento radical en concentraciones bajas, inducen la floración, retardan la senectud, además retardan la caída de hojas, flores y frutos jóvenes.

Crouch et. al. (1992), mencionan que aunque bastantes casas comerciales anuncian que sus bioestimulantes contienen auxinas, sólo se ha probado la presencia de auxinas (ácido indolacético y derivados) en *Ascophyllum nodosum* (Kingman Y Moore, 1982) y en sus extractos comerciales.

Williams et. al. (1981), mencionan que no se han encontrado rastros de auxinas en

diversos extractos comerciales de macroalgas y es muy probable que, debido a su escasa termoresistencia, la escasa (si hubiera) concentración de auxinas en la biomasa algal termine degradada en el proceso de fabricación del extracto.

→ **Giberelinas**

Salisbury y Ross (1994), mencionan que las giberelinas controlan el crecimiento y elongación de los tallos, la elongación del escapo floral, inducen la floración en plantas de día largo cultivadas en época no apropiada, favorecen el crecimiento y desarrollo de frutos, estimulan la germinación de numerosas especies, y en cereales movilizan reservas para el crecimiento inicial de la plántula, inducen la formación de flores masculinas en plantas de especies diclinas, reemplaza la necesidad de horas frío (vernalización) para inducir la floración en algunas especies (hortícolas en general).

<http://www.biologia.edu.ar/plantas/hormona.htm>, mencionan que las giberelinas provocan la división celular al acortar la interfase del ciclo celular e inducir las células en fase G1 a sintetizar ADN. También promueven la elongación celular al incrementar la plasticidad de la pared y aumentar el contenido de glucosa y fructosa, provocando la disminución del potencial agua, lo que lleva al ingreso de agua en la célula y produce su expansión, inducen la deposición transversal de microtúbulos y participan en el transporte de calcio. También pueden actuar a nivel génico para provocar algunos de sus efectos fisiológicos

Crouch y Van (1993), afirman que aunque la presencia de giberelinas en algas está bien documentada sólo se ha verificado su existencia en algunos extractos comerciales de calidad mediante bioensayos (OECD, 1984), dando niveles de

actividad bastante variables: entre 0,03 y 18,4 mg/l según productos (Williams et. al., 1981; Crouch y Van, 1991). Es muy probable que las giberelinas también se degraden durante el procesado del producto.

→ **Otros bioactivadores**

García y Martel (2004), mencionan que es muy probable que las actividades bioestimulantes asociadas al efecto regulador del crecimiento en los extractos algales sean debidas a otro tipo de sustancias bioactivas. Se ha demostrado la presencia y actividad de betaínas y glicilbetaínas en algas pardas, rojas y verdes y en sus extractos comerciales, estos compuestos tienen actividad osmorreguladora y de protección enzimática, promoviendo mayor resistencia al frío, a la salinidad y reducción de la senescencia lo cual influye en el rendimiento del cultivo.

Nelson y Van (1985), afirman que se ha demostrado la elevada concentración (9,3 nmol/ml) de activadores de la emisión de etileno (ácido 1-aminociclopropano-1-carboxílico) en ciertos extractos comerciales de macroalgas marinas (Kelpak-66).

García y Martel (2004), indican que dependiendo del bioensayo el contenido en betaínas de algunos bioestimulantes oscila entre 168-355 mg/l. Existen betaínas específicas en cada especie de macroalga, lo que indica la conveniencia de mezclar distintas especies algales para reunir en un solo bioestimulante la mayor gama de moléculas bioactivas

→ **Oligosacáridos**

García y Martel (2004), mencionan que el efecto regulador de los oligosacáridos se manifiesta a concentraciones, incluso inferiores al de las auxinas. Resulta difícil imaginar mayor variedad de oligosacáridos naturales que los presentes en

una solución parcialmente hidrolizada que contenga especies de los tres grandes grupos (macroalgas marinas, microalgas y cianobacterias).

Tomoda et. al. (1984) y Natsume et. al. (1994), indican que estudios recientes han probado la actividad bioestimulante y potenciadora de respuesta inmunológica de los oligosacáridos de las macroalgas pardas y rojas (tanto oligoglicuronatos insaturados purificados, como de extractos brutos), tanto sobre la propia macroalga (Potin et. al., 1999) como sobre plantas terrestres.

Seaweed News (1999), menciona que la empresa japonesa Meijiki Seika Kaisha tiene en el mercado, desde 1997, un estimulante del desarrollo radicular, denominado Alginoligoa, compuesto de oligosacáridos de macroalgas pardas.

Estos hechos invitan a recordar una frase del conocido artículo de Albersheim y Darvill (1985), en el que divulgaron el efecto regulador de los oligosacáridos: "One day it might be possible to spray specific oligosaccharines on plants to tell plants to flower, to become resistant to a disease or to an insect, to grow faster... Oligosaccharins should eventually have a significant impact on agricultural yields".

g. Biotoxinas, inhibidores y repelentes

Hoppe y Levring (1982), Fenical (1982) y Muñoz y López (1992), mencionan que existe una amplia literatura científica que describe los efectos y los compuestos que confieren tanto a microalgas y cianobacterias, como a macroalgas marinas y a sus extractos, actividades biocidas o repelentes frente a infecciones fúngicas, bacterianas, vírica, ácaros, insectos, nemátodos y poliquetos.

Ortega et. al. (1996), mencionan que muchos compuestos biotóxicos son exclusivos de los vegetales marinos (debido a la exclusividad, abundancia y halogenación de moléculas bioactivas en el medio marino). La gran proliferación de productos con actividad antibiótica de amplio espectro en las macroalgas marinas se debe a la gran ventaja selectiva que le confieren en el medio marino bentónico (ambiente de enorme competitividad por parasitismo por epifitismo y endofitismo, micro y macroherbivoría, etc.). Tal es la capacidad de ciertas especies de macroalgas de producir compuestos biotóxicos halogenados, que llegan a ser autotóxicos para la propia macroalga.

Ragan y Glombitza (1986), mencionan que los compuestos con actividad antibiótica de las algas y sus extractos suelen ser polifenoles en amplia y variada gama (bromofenoles, flavonoides, polímeros de floroglucinol, ésteres gálicos, cumarinas, flavononas, florotaninos, protoantocianidinas oligoméricas), diterpenos y monoterpenos polihalogenados, cetonas halogenadas, compuestos isoprenoides, ácido acrílico, glicolípidos y lipoproteínas.

Mitchell (1963), menciona que además estos compuestos con actividad antibiótica son polisacáridos y oligosacáridos sulfatados, ácidos grasos poliinsaturados y compuestos halogenados volátiles.

Turgeon (2005), menciona que la composición de los extractos de algas es ampliamente influenciada por la especie de alga

1.4.2. CONCENTRACIÓN DE EXTRACTO DE ALGAS MARINAS EN LOS BIOESTIMULANTES COMERCIALES

García y Martel (2004), mencionan que las concentraciones del extracto de algas

marinas varían significativamente de un bioestimulante comercial a otro, sin embargo, aún no se ha reportado información sobre la relación de la concentración de extracto de algas marinas y el rendimiento de los cultivos, no obstante, se sabe que las concentraciones de extracto de algas marinas en los bioestimulantes comerciales son inferiores al 25% debido a que los componentes de estas son requeridos por las plantas en trazas y que un exceso puede causar toxicidad.

Al realizar una investigación sobre la concentración de extracto de algas en algunos bioestimulantes comerciales se obtuvo la siguiente información: GROSSO ROOT tiene una concentración de 18.5% de extracto de algas marinas de la especie *Ascophyllum Nodosum* (Rodolia S.L., 2010), FITOMARE tiene una concentración de 15% de extracto de algas marinas de la especie *Ascophyllum Nodosum* (Atlántica, 2009), GROW tiene una concentración de 17% de extracto de algas marinas de la especie *Ascophyllum Nodosum* (Green Universe, 2008), AMINOCHEM tiene una concentración de 10.5 % de extracto de algas marinas de la especie *Ascophyllum Nodosum* (Chemie, 2007) y BIOMAR tiene una concentración de 25 % de extracto de algas marinas de la especie *Ascophyllum Nodosum* (VAS PERÚ, 2010).

1.4.3.DOSIS DE APLICACIÓN DE LOS BIOESTIMULANTES A BASE DE EXTRACTO DE ALGA

Red Agrícola (2000), menciona que la dosis de aplicación de los bioestimulantes a base de extracto de algas varía en función a la especie vegetal, y al producto comercial por lo cual debemos de revisar la etiqueta de cada producto. Sin embargo en cultivos de leguminosas se puede aplicar 2 litros de producto

comercial por hectárea en casos de emergencia puesto que esta dosis es muy común para este cultivo en la mayoría de bioestimulantes a base de extracto de algas.

1.4.4.MOMENTO DE APLICACIÓN DE LOS BIOESTIMULANTES A BASE DE EXTRACTO DE ALGA

Red Agrícola (2000), menciona que el momento de aplicación de los bioestimulantes de extracto de algas está relacionado con la proporción de auxinas y citoquininas, así un producto más auxínico, ayudará a la elongación celular y no a la división celular, siendo conveniente aplicarlo cuando la división celular ya ha terminado. Para el desarrollo y crecimiento de frutos después del cuajado, la aplicación de productos más citoquinínicos contribuirán con la división celular.

1.4.5.FORMAS DE APLICACIÓN DE LOS BIOESTIMULANTE A BASE DE EXTRACTO DE ALGA

Guaranda (2012), menciona que los extractos de algas pueden aplicarse a los 15, 20, 30 y hasta 45 días después de la siembra; esta aplicación puede ser directamente a las plantas vía foliar o aportarse a través del riego, en la zona de la raíz o cerca de ellas, además puede aplicarse también a las semillas al momento de la siembra.

Fox y Cameron (1961) y López et. al. (1995), mencionan que, al aplicar foliarmente extractos de algas marinas, las enzimas que éstas contienen refuerzan en las plantas su sistema inmunitario (más defensa) y su sistema alimentario (más nutrición) y activan sus funciones fisiológicas (más vigor).

Martínez y Salomón (1995), mencionan que algunos extractos de algas aplicados foliarmente o al suelo, fijan el nitrógeno del aire aún en las no leguminosas, resultando plantas más sanas con mejor nutrición y más vigorosas.

Guaranda (2012), menciona que los extractos de algas aplicados a las semillas actúan como estimulantes de la germinación, activadores del crecimiento radicular, activadores de defensas (estimulante de fitoalexinas radiculares), incrementan el contenido en clorofila y la capacidad fotosintética, mejora la relación raíz-parte aérea de planta, mejoran la captación de nutrientes en suelos alcalinos debido a su pH ligeramente ácido, retraso de la senescencia de las hojas, mayor resistencia a la sequía, a la salinidad y al estrés, además actúan como antitranspirantes y antioxidantes.

1.4.6. ENRIQUECIMIENTO CON MICROELEMENTOS DE LOS BIOESTIMULANTES A BASE DE EXTRACTO DE ALGA

Red Agrícola (2000), menciona que la mayoría de bioestimulantes a base de extracto de algas requieren enriquecimiento con microelementos, esto se debe a que sus niveles de nutrientes minerales son insignificantes para los requerimientos de las plantas y por lo tanto no actúan como fertilizantes, sin embargo se ha determinado que contienen sustancias, como el manitol y el ácido algínico, que pueden contribuir en la absorción y translocación de nutrientes.

Vaca (2011), menciona que se puede observar que la mayoría de bioestimulantes comerciales a base de extracto de algas marinas tales como Máximo®, Fertimar, Fertialga, Algafol Múltiple, CitoKelp, BioMar, etc. son enriquecidos con

microelementos con la finalidad de brindar a las plantas microelementos que sean mejor asimilados por acción de los componentes presentes en las algas marinas.

1.4.7.EFECTOS BENÉFICOS DE LOS BIOESTIMULANTES A BASE DE EXTRACTO DE ALGAS SOBRE LOS CULTIVOS AGRÍCOLAS

García y Martel (2004), mencionan que los efectos benéficos descritos en la literatura científica y en los folletos publicitarios de las empresas productoras son:

a. Sobre la planta

- Estimulantes de la germinación.
- Activadores del crecimiento foliar y radicular.
- Mayor producción / tamaño de tubérculos / homogeneidad de frutos.
- Activadores de defensas (estimulante de fitoalexinas radiculares).
- Incrementan el contenido de clorofila y la capacidad fotosintética.
- Mejoran la relación raíz/ parte aérea de planta/ incrementan la captación de nutrientes.
- Retrasan la senescencia de las hojas.
- Brindan mayor resistencia a la sequía, a la salinidad y al estrés.
- Actúan como antitranspirantes / menor gasto de agua.

b. Sobre la calidad del fruto, biomasa o semilla

- Estimulantes de la floración y del cuajado del fruto.
- Aumentan el contenido en azúcares del fruto.
- Incrementan la latencia de la semilla.

c. Sobre el suelo

- Correctores de carencias minerales (Ca, K y todos los oligoelementos).

- Aportan macronutrientes y micronutriente / Quelante.
- Brindan la capacidad tampón.
- Estabilizantes de estructura / antierosivos / regeneradores de suelos.
- Incrementan la actividad microbiológica del suelo/ baja relación C/N.
- Hidratantes (mantiene la capacidad de campo por más tiempo).

d. Sobre los parásitos y patógenos

- Repelentes de nematodos, hongos, ácaros e insectos.
- Tienen un efecto sinérgico con tratamientos pesticidas convencionales.

Melián, et. al. (2005), mencionan que el efecto de los extractos líquidos de algas, más que como abono (que no lo es, ya que su aporte mineral es mínimo), consiste principalmente en la estimulación del sistema radicular y, en general, en la estimulación del vigor de la planta. Los extractos líquidos de algas son bioestimulantes (estimuladores del desarrollo y del sistema inmunitario y de defensa de la planta) debido a su contenido de fitohormonas y oligosacáridos (moléculas compuestas entre 7 y 25 monómeros de azúcar) que se encuentran en las paredes celulares de las algas. Sin embargo debemos de tomar en cuenta que no todas las algas tienen el mismo efecto.

1.4.8. BIOESTIMULANTES A BASE DE EXTRACTO DE ALGAS EN CULTIVOS DE LEGUMINOSAS

Flores (2009), realizó un trabajo de investigación en San Gabriel, Carchi (Quito – Ecuador), en el que evaluó la respuesta de tres bioestimulantes (Fertigro, Humifert y Basfoliar Algae) y 3 dosis (7.5, 10 y 12.5 ml.l⁻¹) en el cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.). Resultando que al emplear el bioestimulante Basfoliar algae (12.5

ml.l⁻¹) obtuvo el mayor rendimiento 16.5 t.ha⁻¹. Además al realizar el análisis económico y los costos de producción del ensayo obtuvo que el tratamiento con el bioestimulante Fertigro (12.5 ml.l⁻¹) y Basfoliar algae (12.5 ml.l⁻¹) presentan una relación beneficio costo muy similar de 1.72 y 1.71 dólares respectivamente.

Coque (2000), realizó un trabajo de investigación en Anchilivi – Cotopaxi (Ecuador), en el que evaluó la respuesta de cuatro bioestimulantes: Ecosane (a base de extracto de algas), Ácido Húmico, Biol, Stimplex y un testigo, en el cultivo de vainita (*Phaseolus vulgaris*), encontrando que la altura de plantas presenta una ligera diferencia entre los tratamientos fumigados con el bioestimulante Ecosane con 14.40 cm y el resto de productos con 13.23 cm de altura. En cuanto a los días a la floración observó que los tratamientos fumigados con el bioestimulante Ecosane presentaron menores días a la floración, además la longitud de vaina y el número de vainas por planta fueron mejores en los tratamientos fumigados con el bioestimulante Ecosane. Así mismo, el mayor rendimiento lo obtuvieron los tratamientos fumigados con el bioestimulante Ecosane con 10.07 t.ha⁻¹.

Llumiyinga (2006), realizó un trabajo de investigación en Tumbaco – Pichincha, en el que evaluó la respuesta de dos bioestimulantes comerciales y uno de elaboración artesanal (Seaweed, New Fol plus, Abono de frutas y un testigo), en la producción de vainita (*Phaseolus vulgaris*) bajo manejo orgánico, encontrando en el ensayo que los tratamientos con el bioestimulante a base de abono de frutas obtuvo un rendimiento de 14.14 t.ha⁻¹, el número de vainas fue de 4.51 vainas por planta y el peso de las vainas fue 6.66 g por vaina, observándose que estas dos

últimas variables se relacionan lógicamente con el rendimiento, sin embargo el mejor rendimiento se obtuvo con el bioestimulante a base de extracto de algas Seaweed con 15 t.ha⁻¹.

Vaca (2011), realizó un trabajo de investigación en Santa Martha de Cuba – Carchi, en el que evaluó la respuesta de tres bioestimulantes (Siapton, Biotek y Ocean) con tres dosis (1.5, 2.0 y 2.5 l.ha⁻¹), en el cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.) variedad Obonuco Andina, encontrando que Siapton es superior a Ocean en rendimiento en vaina verde con 3.58 kg.parcela⁻¹ frente a 3.35 kg.parcela⁻¹, sin embargo el rendimiento en vaina verde obtenido con el bioestimulante Ocean es superior al obtenido con el bioestimulante Biotek de 3.25 kg.parcela⁻¹.

1.4.9. CARACTERÍSTICAS DE LOS BIOESTIMULANTES A BASE DE EXTRACTO DE ALGAS UTILIZADOS

a. BioMar: “Bio Activador Celular”

Descripción

VAS – PERÚ (2010), afirma que es un bioestimulante foliar líquido a base de extracto de algas marinas de la especie *Ascophyllum Nodosum*, 100% vegetal, diseñado para aplicaciones foliares producido por VAS PERÚ S.A.C. Así mismo indica que, BioMar, tiene un amplio uso en el sector agrícola, pudiendo ser aplicado eficazmente y con magníficos beneficios sobre una amplia variedad de cultivos.

VAS – PERÚ (2010), menciona que estudios y pruebas han demostrado que la aplicación de BioMar tiene efectos muy importantes sobre el cultivo generando una

más rápida y mejor germinación en menor tiempo, para la aparición de retoños, raíces y bulbos más fuertes y saludables.

Taxonomía de *Ascophyllum nodosum* L.

Según WoRMS, la taxonomía de la especie *Ascophyllum nodosum* L. es la siguiente:

Reino	: Plantae
División	: Ochrophyta
Clase	: Phaeophyceae
Orden	: Fucales
Familia	: Fucaceae
Género	: Ascophyllum
Especie	: <i>Ascophyllum nodosum</i> L. (Le Jolis, 1863)

Composición

Cuadro 1.5. Composición del bioestimulante celular BioMar.

Extracto de algas marinas	25%
Nitrógeno Total	0.80%
Fósforo (P ₂ O ₅)	0.30%
Potasio (K ₂ O)	6.40%
Calcio (CaO)	0.2 - 0.5 %
Magnesio (MgO)	0.2 - 0.4 %
Manganeso	2.5 ppm
Boro	36 ppm
Hierro	20 ppm
Zinc	6.3 ppm
Fitohormonas	0.01%
pH	5.8 -6.2
Densidad	1.2

Fuente: VAS – PERÚ (2010).

Dosis de aplicación

Cuadro 1.6. Dosis de aplicación del bioestimulante celular BioMar.

Cultivo	Dosis	Nº de aplic.
Vid	1-3 l.ha ⁻¹	3
Papa, Camote	0.5-1 l.ha ⁻¹	3 a 4
Maiz, Sorgo	0.5-1 l.ha ⁻¹	3
Café, Cacao	1-2 l.ha ⁻¹	3
Algodón	0.5-1 l.ha ⁻¹	2 a 3
Leguminosas	2 l.ha ⁻¹	3
Arroz	0.5-1 l.ha ⁻¹	4
Cítricos, Paltos	3-4 l.ha ⁻¹	4
Tomate, Pimiento, Páprika	3 l.ha ⁻¹	3
Espárrago	1-2 l.ha ⁻¹	3 a 4

Fuente: VAS – PERÚ (2010).

Momento de aplicación

VAS – PERÚ (2010), menciona que la aplicación de BioMar a la semilla o en el estadio de las primeras hojas, aumenta considerablemente el sistema radicular y la aplicación foliar estimula la producción de yemas vegetativas y florales. Aplicado en la semilla reduce considerablemente el periodo vegetativo de esta.

Se aconseja aplicar BioMar en los campos de cultivo entre 10 a 15 días posteriores a la siembra o plantación y especialmente en aquellas que pudieron haber sido dañadas por condiciones extremas de clima o estrés, luego la aplicación se realizará dos veces más en el estado de botón floral y en el inicio de llenado de granos.

b. Extracto de alga *Spirogira communis* (Hasall) Kurtz

Descripción

El extracto se realizó empleando la especie de alga *Spirogyra communis* (Hassall) Kurtz, mediante un proceso de ruptura celular (licuado) de las algas frescas, con un contenido de humedad de 93 - 94%.

Czurda (1932), Jao (1935) y Rundina (1998), mencionan que *Spirogyra communis* (Hassall) Kutz, es un alga verde filamentosa, propia de ecosistemas de agua dulce, presente en casi todos los continentes, que a menudo forman grandes esteras en la superficie de aguas estancadas o aguas de movimiento lento.

Hoshaw (1968) y Hoshaw y McCourt (1988), mencionan que aunque estas algas se consideran comúnmente como organismos molestos asociados con la eutrofización, son también conocidos como consumidores del exceso de nutrientes, y proporcionan hábitat, alimento y oxígeno disuelto para los ecosistemas acuáticos.

Vaucher (1803) y de Bary (1858), mencionan que la reproducción sexual en este género de algas se produce por la unión de filamentos y la transferencia de gametos. Este proceso es una característica definitoria de la clase Zygnematophyceae.

Taxonomía de *Spirogyra communis* (Hassall) Kutz

Según el jefe del Herbarium Huamangensis – UNSCH, la taxonomía de la especie *Spirogyra communis* (Hassall) Kutz es la siguiente:

Reino	: Plantae
División	: chlorophyta
Clase	: Zygnematophyceae
Orden	: Zygnematales
Familia	: Zygnemataceae
Género	: Spirogyra
Especie	: <i>Spirogyra communis</i> (Hassall) Kutz
N.V.	: “espirogira”

Composición

Cuadro 1.7. Composición química del extracto de alga *Spirogira communis* (Hasall) Kurtz.

	Concentración (%)			
	100	75	50	25
N (%)	0.80	0.60	0.40	0.20
P₂O₅ (%)	0.81	0.61	0.41	0.20
K₂O (%)	5.31	3.98	2.66	1.33
CaO (%)	1.32	0.99	0.66	0.33
MgO (%)	0.35	0.26	0.18	0.09
Cu (ppm)	25.00	18.75	12.50	6.25
Zn (ppm)	79.00	59.25	39.50	19.75
Mn (ppm)	83.00	62.25	41.50	20.75
Fe (ppm)	750.00	562.50	375.00	187.50
pH(*)	6.06			
CE (dS/m) (*)	4.34			

Fuente: Elaboración propia en base a los resultados del análisis del extracto.

(*) El pH de una solución amortiguadora no varía al ser diluida.

1.4.10. CARACTERÍSTICAS DEL FERTILIZANTE FOLIAR UTILIZADO

a. Fertilizante foliar Aquamaster P (10-55-10 + E.M.)

Descripción

Misti (2011), afirma que Aquamaster P, es un fertilizante foliar con alto contenido de fósforo, 100% soluble al agua. Contiene micronutrientes quelatizados. Garantiza el crecimiento del cultivo, al propiciar el crecimiento de raíces y floración. Adecuado para su uso en cualquier tipo de cultivo.

Momento de aplicación

Misti (2011), indica que se aconseja aplicar Aquamaster P, en las etapas iniciales de los cultivos, para permitir un adecuado desarrollo de raíces y la instalación de los mismos. Así como en las etapas de pre-floración, para lograr una mayor floración y cuajado.

Composición

Cuadro 1.8. Composición química del fertilizante foliar Aquamaster P.

N (%)	10
P₂O₅ (%)	55
K₂O (%)	10
S (%)	0.30
MgO (%)	0.20
Fe (ppm)	400
Cu (ppm)	200
Zn (ppm)	300
B (ppm)	100
Mn (ppm)	400
Mo (ppm)	10

Fuente: Misti (2011).

Dosis de aplicación

Misti (2011), indica que la dosis de aplicación es de 1-2 kg.ha⁻¹. Además indica que se deben de realizar 2-3 aplicaciones.

CAPÍTULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. UBICACIÓN

El presente trabajo de investigación se realizó en el “Centro Experimental Pampa del Arco - UNSCH”, de la escuela de formación profesional de Agronomía, ubicada dentro del campus de la ciudad universitaria; situada en el distrito de Ayacucho, provincia de Huamanga, región Ayacucho, a una altitud de 2792 msnm, encontrándose entre las coordenadas geográficas de 13°08'38" Latitud Sur y 74°13'17" Longitud Oeste.

2.2. HISTORIA DEL TERRENO

El terreno topográficamente tiene una pendiente de 3%. En la campaña anterior se sembró arveja, frijol y chíca, sin conocerse el nivel de abonamiento otorgado, además hubo incidencia de oídium en el cultivo de la arveja.

2.3. ANÁLISIS QUÍMICO DEL SUELO

Las muestras de suelo se tomaron en zigzag a lo largo del terreno, a una

profundidad de 20 cm, las cuales fueron homogenizadas y luego se separó 1 kg de suelo que se llevó al Laboratorio de Análisis de Suelo y Análisis Foliar “Nicolás Roulet”, del Programa de Investigación en Pastos y Ganadería, de la Facultad de Ciencias Agrarias, de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, para su análisis, obteniendo los siguientes resultados:

Cuadro 2.1. Características físicas y químicas del suelo. Pampa del Arco – UNSCH, 2792 msnm. Ayacucho. 2014.

Propiedades	Unidad	Contenido	Método	Interpretación
pH		7.15	Potenciometría	Ligeramente alcalino
M.O	(%)	0.36	Walkley y Black	Bajo
N-Total	(%)	0.02	Semi-micro kjeldahl	Bajo
P-Disp	(ppm)	13.1	Bray-Kurtz I	Medio
K-Disp	(ppm)	131.1	Extracción con acetato de sodio	Medio
Arena	(%)	44.4	Hidrómetro de Bouyoucos	Clase textural: Arcilloso
Limo	(%)	12.9		
Arcilla	(%)	42.7		

Fuente: Elaboración propia en base a los resultados del análisis del suelo.

En base a la propuesta de interpretación de Ibáñez y Aguirre (1983), el contenido de materia orgánica y nitrógeno total es bajo, el contenido de fósforo y potasio disponible es medio y el pH es ligeramente alcalino; siendo la textura del suelo arcillosa.

2.4. ANÁLISIS QUÍMICO DEL GUANO DE ISLA

La determinación de la composición química del guano de isla se realizó en el Laboratorio de Suelos y Análisis Foliar “Nicolás Roulet”, del Programa de Investigación en Pastos y Ganadería, de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, obteniendo los siguientes resultados:

Cuadro 2.2. Composición química del guano de isla.

Abono orgánico	pH	M.O (%)	N.t (%)	P₂O₅ (%)	K₂O (%)	Ca (%)	Mg (%)
Guano de isla	7.69	18	12.7	8.50	3.19	6.4	0.72

Fuente: Elaboración propia en base a los resultados del análisis.

2.5. CLIMA

Los datos climatológicos fueron obtenidos de la Estación Meteorológica INIA, propiedad de la oficina OPEMAN del Gobierno Regional de Ayacucho, situada a una altitud de 2756 msnm, encontrándose en las coordenadas 13° 10' 00.06" Latitud Sur y 74° 12' 22.92" Longitud Oeste, en el distrito de Ayacucho.

De acuerdo a la clasificación brindada por la Oficina Nacional de Recursos Naturales (1976), el lugar donde se realizó el presente trabajo de investigación corresponde a una zona de vida denominada estepa espinosa Montano Bajo Subtropical (ee – MBS).

En el Cuadro 2.3, se muestran los datos meteorológicos de enero a diciembre del 2014, siendo la temperatura máxima, media y mínima promedio 27.8, 17.3y 6.8 °C respectivamente. Estos valores se encuentran dentro de los requerimientos óptimos para el cultivo de la arveja, según Knott (1962), Kay (1979), Camarena (1990) y Montes y Holle (1970). La precipitación anual fue de 540.1 mm. El balance hídrico (Gráfico 2.1.), muestra que hay déficit de agua durante los meses en los que se condujo el presente trabajo de investigación, que comprende los meses de mayo, junio, julio, agosto y setiembre.

Cuadro 2.3. Temperatura máxima, media, mínima, precipitación y balance hídrico correspondiente a la campaña agrícola 2014, de la Estación Meteorológica INIA – Ayacucho.

AÑO	2014												Prom.	
	Meses	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV		DIC
T° Máxima (°C)	27.8	27.2	28.2	27.0	27.8	27.2	27.0	27.2	27.0	28.2	28.4	29.8	27.9	27.79
T° Mínima (°C)	7.6	9.0	8.2	7.2	6.0	4.6	4.0	4.0	4.2	6.0	7.8	8.4	8.1	6.76
T° Media (°C)	17.7	18.1	18.2	17.1	16.5	16.2	15.6	15.6	15.6	17.1	18.1	19.1	18.0	17.28
Etan (mm)	125.2	110.1	111.2	112.7	124.4	119.0	120.0	120.0	134.9	120.9	128.6	117.6	122.0	
Ktan	0.65	0.70	0.80	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.65	0.65	
HR (%)	65.8	69.8	70.6	65.5	51.8	50.0	52.0	52.0	51.4	50.6	55.2	49.4	57.2	
U(m/s)	2.1	1.8	1.8	1.8	1.5	1.6	1.5	1.5	1.6	1.5	1.8	2.3	2.2	
ETo(mm)	81.4	77.1	89.0	78.9	87.1	83.3	84.0	84.0	94.4	84.6	90.0	76.4	79.3	1005.50
Kc					0.6	0.8	1.1	1.1	1.3	1.4				
ETc (mm)					52.2	63.2	92.6	92.6	125.5	115.0				
Precipitación (mm)	117.2	71.0	118.9	31.4	15.2	0.0	0.0	0.0	3.1	53.5	22.6	36.7	70.5	540.1
Pp efectiva (mm)	100.3	60.9	101.7	25.1	9.7	0.0	0.0	0.0	0.0	45.2	16.7	30.0	60.5	37.5
Déficit (mm)					-42.6	-63.2	-92.6	-92.6	-125.5	-69.8				
Exceso (mm)														

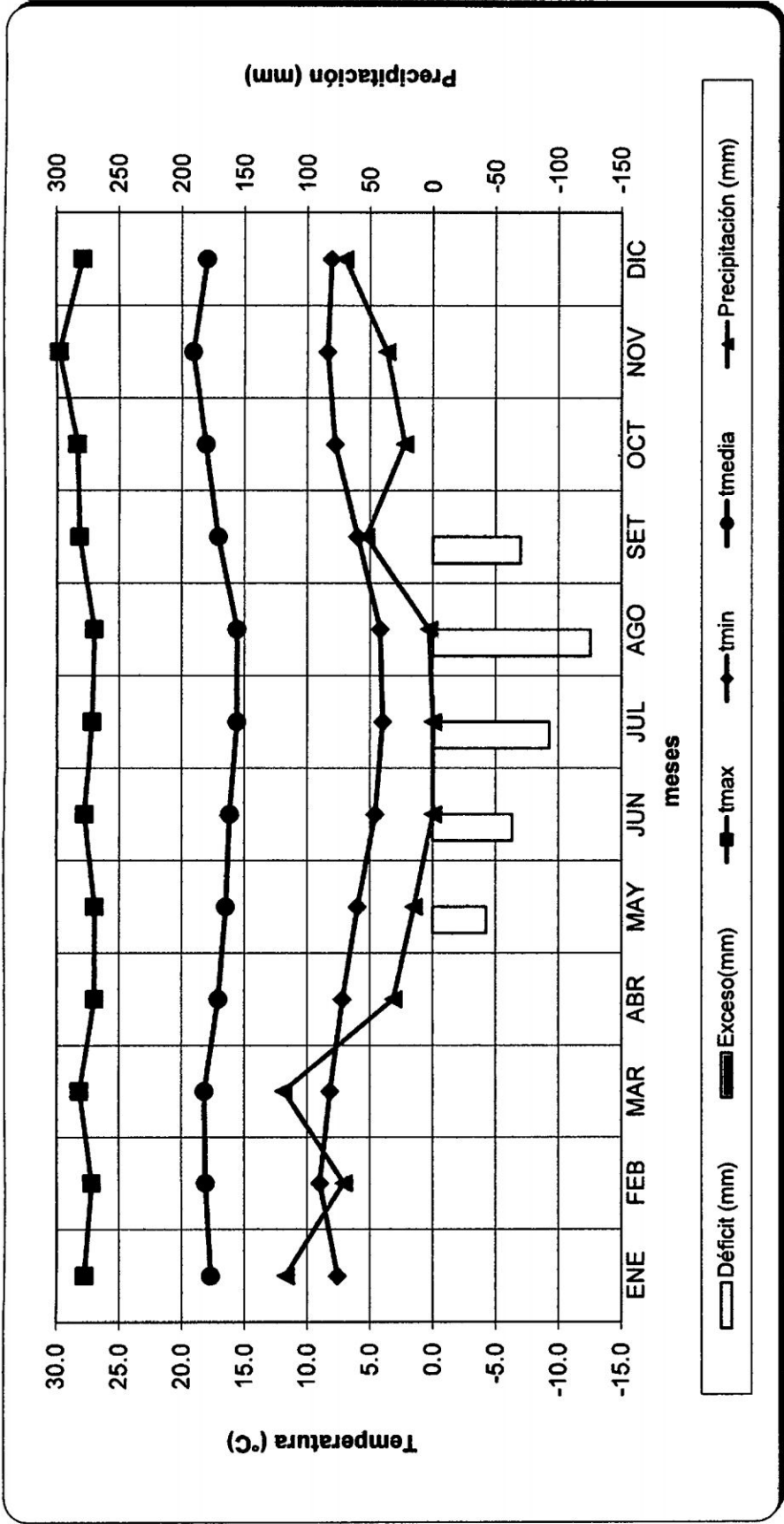


Gráfico 2.1. Temperatura máxima, media, mínima y balance hídrico por el método del Tanque Evaporimetro Clase "A", correspondiente a la campaña agrícola 2014, registrado en la Estación Meteorológica INIA - Ayacucho.

2.6. MATERIAL GENÉTICO – PLANTA INDICADORA

Se utilizó semilla de la variedad “Usui”, cuyas características son:

- Plantas con buen vigor y una altura de hasta 137 cm.
- Gran adaptabilidad.
- Flores de color blanco amariposadas.
- Producen vainas medianas.
- Presenta 6 a 8 granos por vaina.
- El hilum de la semilla es de color negro.
- Sus granos secos son lisos y de color crema.
- Alto rendimiento de vainas por hectárea.
- Buena demanda local y regional.

2.7. FACTORES EN ESTUDIO

En el presente trabajo de investigación se consideró tres factores en estudio:

A. Concentración de extracto de alga *Spirogyra communis* (Hasall) Kurtz (C)

- c_1 = 25% de extracto de alga (0.27 ml)
- c_2 = 50% de extracto de alga (0.54 ml)
- c_3 = 75% de extracto de alga (0.81 ml)

B. Enriquecimiento con microelementos (M)

- m_0 = Sin enriquecer con microelementos
- m_1 = Enriquecido con microelementos

C. Formas de aplicación del bioestimulante (A)

- a_1 = Aplicación foliar
- a_2 = Aplicación a la semilla y foliar

2.8. TRATAMIENTOS

Los tratamientos utilizados se indican a continuación:

Cuadro 2.4. Descripción de los tratamientos.

TRAT	COMBINACIÓN	DESCRIPCIÓN
T ₀	c0 x m0 x a0	Testigo (sin aplicación)
T ₁	c3 x m0 x a1	0.81 ml de extracto de alga <i>Spirogyra communis</i> (75%) + sin enriquecer con microelementos + aplicación foliar
T ₂	c3 x m0 x a2	0.81 ml de extracto de alga <i>Spirogyra communis</i> (75%) + sin enriquecer con microelementos + aplicación a la semilla y foliar
T ₃	c2 x m0 x a1	0.54 ml de extracto de alga <i>Spirogyra communis</i> (50%) + sin enriquecer con microelementos + aplicación foliar
T ₄	c2 x m0 x a2	0.54 ml extracto de alga (50%) + sin enriquecer con microelementos + aplicación a la semilla y foliar
T ₅	c1 x m0 x a1	0.27 ml extracto de alga <i>Spirogyra communis</i> (25%) + sin enriquecer con microelementos + aplicación foliar
T ₆	c1 x m0 x a2	0.27 ml extracto de alga <i>Spirogyra communis</i> (25%) + sin enriquecer con microelementos + aplicación a la semilla y foliar
T ₇	c3 x m1 x a1	0.81 ml extracto de alga <i>Spirogyra communis</i> (75%) + enriquecido con microelementos + aplicación foliar
T ₈	c3 x m1 x a2	0.81 ml de extracto alga <i>Spirogyra communis</i> (75%) + enriquecido con microelementos + aplicación a la semilla y foliar
T ₉	c2 x m1 x a1	0.54 ml de extracto de alga <i>Spirogyra communis</i> (50%) + enriquecido con microelementos + aplicación foliar
T ₁₀	c2 x m1 x a2	0.54 ml de extracto de alga <i>Spirogyra communis</i> (50%) + enriquecido con microelementos + aplicación a la semilla y foliar
T ₁₁	c1 x m1 x a1	0.27 ml de extracto de alga <i>Spirogyra communis</i> (25%) + enriquecido con microelementos + aplicación foliar
T ₁₂	c1 x m1 x a2	0.27 ml de extracto de alga <i>Spirogyra communis</i> (25%) + enriquecido con microelementos + aplicación a la semilla y foliar
T ₁₃	c0 x m0 x a1	1.08 ml de extracto de alga Comercial + aplicación foliar
T ₁₄	c0 x m0 x a2	1.08 ml de extracto de alga Comercial + aplicación a la semilla y foliar

2.9. DISEÑO EXPERIMENTAL

Para la distribución de unidades experimentales se utilizó el Diseño de Bloque Completo Randomizado (DBCR) con 12 tratamientos factoriales y 3 testigos, los tratamientos factoriales resultan de la combinación de 3 niveles de concentración de extracto de alga *Spirogyra communis* (Hasall) Kurtz, por 2 niveles de microelementos, por 2 niveles de formas de aplicación. Los testigos están formados por el testigo absoluto (sin aplicación alguna) y dos testigos comerciales a base de extracto de algas marinas (uno con aplicación foliar únicamente y otro con aplicación a la semilla y foliar). El modelo aditivo lineal es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij} : Observación del i-ésimo tratamiento y el j-ésimo bloque.

μ : Promedio de las unidades experimentales.

τ_i : Efecto del i-ésimo tratamiento.

β_j : Efecto del J-ésimo bloque.

ϵ_{ij} : Error experimental en el i-ésimo tratamiento y el j-ésimo bloque.

Sub índice:

i : 1, 2, ... 15 tratamientos

j : 1, 2, 3 bloques

2.10. CARACTERÍSTICAS DEL CAMPO EXPERIMENTAL

Las características del campo experimental son:

a) Bloques:

- Número de bloques del experimento : 3
- Largo del bloque : 35.4 m
- Ancho del bloque : 3.0 m
- Área de cada bloque : 106.2m²

b) Calles:

- Largo de calle longitudinal : 35.4 m
- Ancho de la calle : 1.5 m
- Área de cada calle longitudinal : 53.1 m²
- Número de calles longitudinales : 2

c) Parcelas experimentales:

- Número de parcelas/bloque : 15
- Número total de parcelas : 45
- Largo de la parcela : 3.0 m
- Ancho de la parcela : 1.8 m
- Área de cada parcela : 5.4m²
- Número de surcos/parcelas : 3
- Distancia entre surcos : 0.60 m
- Distancia entre golpes : 0.20 m
- Número de golpes/surco : 15
- Número de semillas/golpe : 3

➤ Área total de las parcelas : 243.0 m²

d) Calles entre parcelas:

➤ Ancho de la calle : 0.60 m

➤ Largo de la calle : 3.0 m

➤ Número de calles : 42

➤ Área de cada calle : 1.8 m²

➤ Área total de las calles : 75.6 m²

e) Área total del experimento:

➤ Área total de las calles : 106.2 m²

➤ Área total de bloques : 318.6 m²

f) Área total del ensayo : 424.8 m²

g) Croquis del Campo experimental

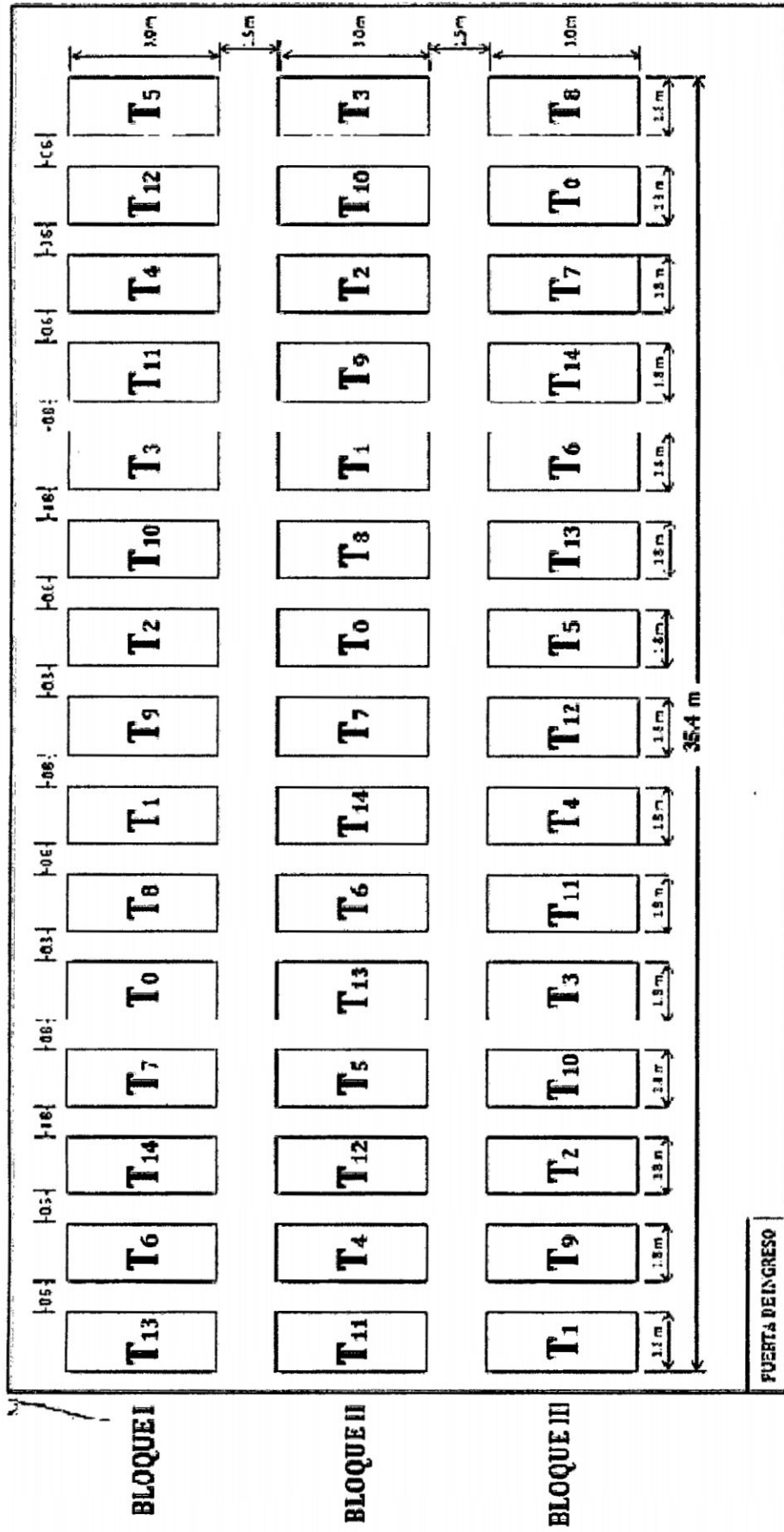


Figura 2.1. Croquis del campo experimental.

➤ **Distribución de surcos en cada parcela experimental**

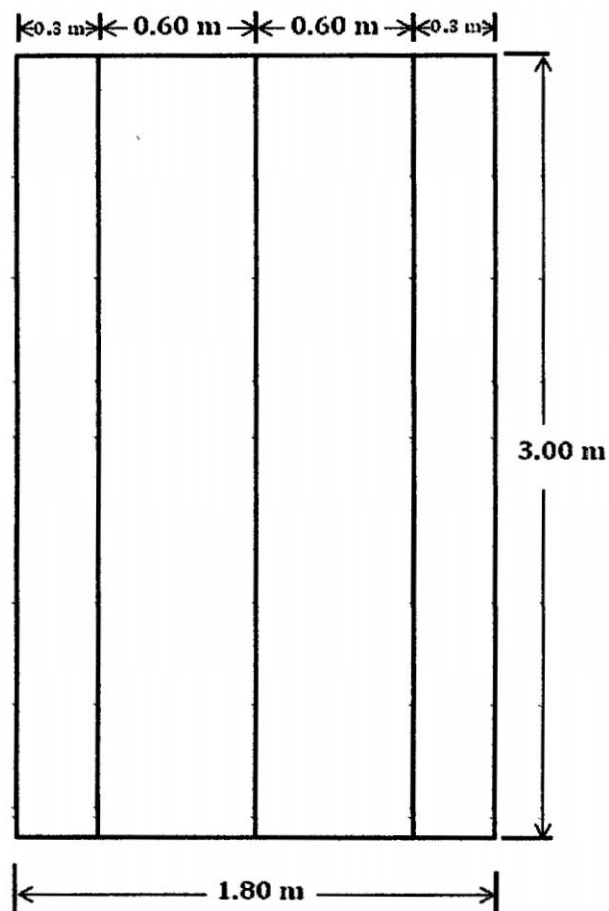


Figura 2.2. Distribución de surcos en cada parcela experimental

➤ **Distribución de los golpes en el surco**

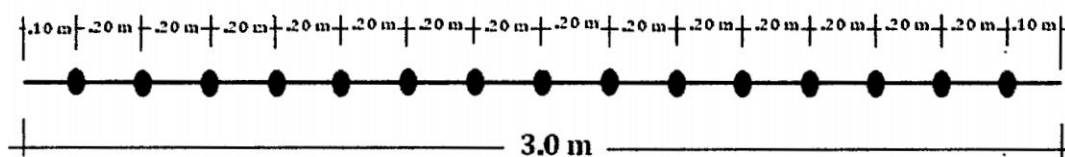


Figura 2.3. Distribución de los golpes en el surco

2.11. INTALACIÓN Y CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO

2.11.1. Limpieza del terreno

La limpieza del terreno se realizó el 14 de abril del 2014, empleando machetes, guantes y rastrillo.

2.11.2. Preparación del terreno

La preparación del terreno definitivo se realizó el 22 de abril del 2014, con la ayuda de un tractor agrícola a una profundidad de 0.25 m, mediante una pasada de arado de discos y dos pasadas de rastra de discos. El nivelado y mullido se realizó el 23 de abril del 2014, empleando rastrillos. Todas estas labores se realizaron para dejar el terreno suelto, mullido y nivelado para la siembra.

2.11.3. Análisis de semilla y cálculo de densidad de siembra

El 01 de mayo del 2014, se determinó el peso de 1000 semillas siendo en promedio 322.7 g, el mismo día se instaló 4 bandejas de germinación con la finalidad de determinar el porcentaje de germinación de la semilla, así mismo se determinó el porcentaje de pureza siendo en promedio 90%.

El 11 de mayo del 2014, finalizó la prueba de germinación, obteniéndose en promedio 99% de germinación, ese mismo día se determinó la densidad de siembra. La densidad de siembra utilizada fue de 90.5 kg.ha^{-1} , y la cantidad total de semilla que se empleó en el experimento fue de 2.2 kg.

2.11.4. Trazado y delimitación del terreno

El trazado y la delimitación del terreno se realizaron el 10 de mayo del 2014, de acuerdo al croquis del experimento, empleando una wincha, un cordel y estacas, con los que se procedió a delimitar las parcelas, calles y bloques.

2.11.5. Obtención del bioestimulante de extracto de alga *Spirogira communis* (Hasall) Kurtz

El 11 de mayo del 2014 se realizó la primera recolección de algas de los canales de drenaje de los campos de cultivo ubicados en la comunidad "La Totorilla".

Este mismo día se realizó el lavado de las algas recolectadas primero con agua corriente y luego con agua destilada, seguidamente se escurrió el exceso de agua y se procedió a obtener el extracto de alga concentrado, mediante el licuado de la misma sin adición alguna de agua por 30 minutos, el extracto resultante se almacenó en un recipiente de vidrio tapado con una malla fina para evitar el ingreso de insectos, hasta el día 12 de mayo del 2014 en el que se preparó las dosis de los tratamientos empleando como base este extracto concentrado (6 -7% de alga seca). Esta recolección y preparación se realizó todas las veces requeridas, con un día de anticipación al día de la aplicación correspondiente.

2.11.6. Preparación de las dosis de aplicación

La dosis de aplicación del bioestimulante de extracto de alga para todos los tratamientos excepto el testigo absoluto (T_0), fue de 2 litros.ha⁻¹ disueltos en 200 litros de agua, tomando en cuenta la recomendación existente en el frasco del bioestimulante de extracto de alga comercial. Teniendo en cuenta esta dosis se aplicó 1.08 ml de bioestimulante de extracto de alga disuelto en 216 ml de agua sin cloro por parcela por aplicación.

Para los tratamientos del T_1 al T_{12} en los que se empleó el bioestimulante de extracto de alga *Spirogira communis* (Hasall) Kurtz, se realizó la combinación que se muestra en el cuadro 2.5, tomando en cuenta que la concentración de 100% de extracto de alga *Spirogira communis* (Hasall) Kurtz fue equivalente a 1.08ml por parcela y que algunos tratamientos son enriquecidos con microelementos.

Cuadro 2.5. Descripción de las dosis de aplicación para los tratamientos del T₁ al T₁₂.

Trat.	Concentración (%)	Extracto de alga por aplicación (ml)	Agua destilada por aplicación (ml)	Total (ml)	Microelementos por aplicación (g)	Extracto de alga por aplicación (l.ha ⁻¹)
T ₁	75	0.81	0.27	1.08	0	1.5*
T ₂	75	0.81	0.27	1.08	0	1.5*
T ₃	50	0.54	0.54	1.08	0	1.0*
T ₄	50	0.54	0.54	1.08	0	1.0*
T ₅	25	0.27	0.81	1.08	0	0.5*
T ₆	25	0.27	0.81	1.08	0	0.5*
T ₇	75	0.81	0.27	1.08	1.08	1.5*
T ₈	75	0.81	0.27	1.08	1.08	1.5*
T ₉	50	0.54	0.54	1.08	1.08	1.0*
T ₁₀	50	0.54	0.54	1.08	1.08	1.0*
T ₁₁	25	0.27	0.81	1.08	1.08	0.5*
T ₁₂	25	0.27	0.81	1.08	1.08	0.5*

*Es equivalente a kilogramos de alga fresca por hectárea.

Las soluciones obtenidas fueron disueltas en 216 ml de agua sin cloro para ser aplicadas a las parcelas correspondientes en cada aplicación.

2.11.7. Surcado

El surcado de las parcelas experimentales se realizó el 12 de mayo del 2014, empleando un cordel, una wincha y azadones. La distancia entre surcos fue de 0.6 m.

2.11.8. Colocación de letreros

El 12 de mayo del 2014 se realizó la colocación de los letreros, con la finalidad de identificar el tratamiento aplicado a cada parcela, según la randomización del experimento. Cada letrero contenía el número del tratamiento respectivo.

2.11.9. Abonamiento

La aplicación del abono de fondo se realizó el 12 de mayo del 2014, empleando el abono orgánico denominado guano de isla; la cantidad de guano de isla que se aplicó por parcela fue de 1.68 kg, que es equivalente a 67 sacos de guano de isla por hectárea, según la fórmula de abonamiento de 403 – 87 – 00 de NPK, aplicándose 403kg de N, 284 kg de P₂O₅ y 107 kg de K₂O por hectárea, excediéndose en la dosis de P₂O₅ y K₂O. Para obtener esta fórmula de abonamiento y la cantidad de guano de isla por hectárea, se realizó el cálculo correspondiente, en base a los datos emitidos en el análisis de suelo y la extracción del cultivo para una cosecha de 10000 kg.ha⁻¹ de vainas.

El abono orgánico fue aplicado al fondo del surco y cubierto con una capa de suelo bien mullido.

2.11.10. Siembra

La siembra manual se realizó el 12 de mayo del 2014, teniendo en cuenta la randomización del experimento, las semillas se colocaron en el costillar del surco en golpes conformados por 3 semillas y distanciados a 0.20 m. Al finalizar la siembra se realizó un riego pesado, con la finalidad de facilitar la germinación y la emergencia de las plántulas.

2.11.11. Aplicación del Bioestimulante

La primera aplicación del bioestimulante de extracto de alga *Spirogira communis* (Hasall) Kurtz y del bioestimulante de extracto de alga comercial, se realizó el 12 de mayo del 2014, mediante el remojo de las semillas en las soluciones que contenían el bioestimulante por 2 minutos, para luego realizar la siembra, la

solución restante se aplicó sobre la semilla en forma manual, al momento de la siembra, empleando un aspersor y teniendo en cuenta la randomización del experimento. Luego de esta aplicación inicial se realizaron tres aplicaciones foliares, siendo la primera el 10 de junio del 2014 cuando las plantas tenían 10 a 15 cm de altura, la segunda el 22 de julio del 2014 cuando las plantas se encontraban en el estado de botón floral y la tercera aplicación fue el 5 de agosto cuando las plantas se encontraban en el inicio de llenado de granos. Cabe destacar que las aplicaciones se realizaron utilizando una mascarilla para fumigación.

2.11.12. Protección contra la helada

El 05 de junio del 2014, 24 días después de la siembra, se colocó rastrojos y pajas sobre las plantas de arveja a fin de evitar que sean dañadas por la helada.

2.11.13. Tutorado

A los 40 días después de la siembra, el 21 de junio del 2014, cuando las plantas habían emitido los zarcillos, se procedió a instalar los tutores compuestos por carrizos de 1.5 m de altura, distanciados cada 3 metros, en los cuales se realizaron amarres con hilos de nylon, para que se fijen en ellos los zarcillos del cultivo. Cabe mencionar que las plantas fueron guiadas continuamente.

2.11.14. Deshierbos y aporque

El primer deshierbo se realizó el 5 de junio del 2014, a los 24 días después de la siembra y el segundo deshierbo se realizó el 11 de julio del 2014, 60 días después de la siembra, debido a la presencia de malezas.

El aporque se realizó aproximadamente a los 47 días después de la siembra, el 28 de junio del 2014. Estas labores se realizaron en forma manual y con azadón.

2.11.15. Riegos

Se realizó 12 riegos desde la siembra hasta la última cosecha; de los cuales los 3 primeros se realizaron semanalmente el 12, 19 y 26 de mayo del 2014; y los siguientes cada 15 días el 09 de junio, el 23 de junio, el 07 de julio y el 21 de julio del 2014; después se realizaron riegos semanalmente hasta la última cosecha, el 04, 11, 18 y 25 de agosto y el 01 de setiembre del 2014, debido a que las plantas de arveja se encontraban en el estado de llenado de vainas (etapa crítica que afecta el rendimiento).

2.11.16. Control fitosanitario

a. Plagas

A fin de controlar la incidencia de los insectos que pudieran ocasionar daño al cultivo, se realizaron 3 aplicaciones del insecticida denominado Cyperklin, a una dosis de 200 ml.Cil⁻¹, la primera se realizó en todos los tratamientos, el 01 de junio del 2014, para controlar grillos y langostas (*Gryllus campestris* y *Scchistocerca piceifrons peruviana*); la segunda también se realizó en todos los tratamientos, el 01 de julio del 2014, para controlar la incidencia de la mosca minadora (*Liriomyza huidobrensis*) y la tercera se realizó el 20 de julio del 2014, únicamente a los testigos y los tratamientos aplicados con el bioestimulante comercial de algas marinas, para controlar la incidencia de los pulgones (*Macrosiphum euphorbiae*).

b. Enfermedades

Debido a que se tenían antecedentes de oídium (*Erysiphe poligoni*) en el campo experimental y tras la aparición de los primeros signos, se aplicó el fungicida

azufrado denominado Kúmulus el 01 de agosto del 2014, la dosis de aplicación fue de 3 kg.ha⁻¹.

Las aplicaciones del insecticida y el fungicida, se realizaron empleando una mochila fumigadora, guantes y una mascarilla para fumigación.

2.11.16. Cosecha

La cosecha se realizó en forma escalonada, en 3 oportunidades, los días 20 de agosto, 27 de agosto y 03 de setiembre del 2014 (100, 107 y 113 días después de la siembra), estas se realizaron cuando las vainas se encontraban maduras, es decir, cuando los granos estaban llenos.

Se cosecharon las vainas maduras de las plantas ubicadas en el surco central de cada unidad experimental, en forma manual, con cuidado, evitando el aplastamiento entre vainas y la exposición de estas al sol a fin de que no disminuyera el peso, el tiempo de vida comercial y la calidad del producto cosechado. Las vainas cosechadas se colocaron en bolsas de polietileno identificadas con etiquetas para cada tratamiento, luego se pesaron en el laboratorio.

2.12. VARIABLES EVALUADAS

2.12.1. Del cultivo

a) Altura de planta (cm)

Se midió la altura de 10 plantas elegidas al azar del surco central de cada tratamiento, después de haber culminado la floración, desde el cuello de la planta hasta el ápice, utilizando un flexómetro, luego se obtuvo el promedio general para cada unidad experimental.

b) Número de vainas por planta

Se contabilizó el número de vainas de 10 plantas, elegidas al azar del surco central de cada tratamiento, luego se obtuvo el promedio general para cada unidad experimental.

c) Longitud de vaina (cm)

Se midió la longitud de 10 vainas elegidas al azar, de las 10 plantas seleccionadas en cada parcela experimental, desde el punto de inserción con el pedúnculo hasta el ápice de la vaina, empleando una regla graduada y luego se obtuvo el promedio general para cada unidad experimental.

d) Número de granos por vaina

Se determinó el número de granos por vaina, de las vainas empleadas en la evaluación anterior y luego se obtuvo el promedio para cada unidad experimental.

e) Rendimiento en vaina verde (kg.ha⁻¹)

Se cosecharon las vainas maduras de las plantas ubicadas en el surco central de cada parcela, se pesaron y luego se obtuvo el rendimiento por unidad experimental. Posteriormente se infirió a una hectárea.

f) Índice de cosecha (%)

Se seleccionó seis plantas (con todas sus vainas) y 10 vainas por tratamiento, estas se picaron, se pesaron, se colocaron en envases de papel y se llevaron a estufa por 24 horas a 105°C. Luego se pesaron nuevamente, se calculó la materia seca y se obtuvo el índice de cosecha empleando la siguiente fórmula.

$$K = IC = \frac{\text{Biomasa que se cosecha (vainas)}}{\text{Biomasa aérea total del cultivo (vainas + planta)}} \times 100$$

2.12.2 Rentabilidad Económica

Para determinar la rentabilidad económica se utilizó el índice de evaluación de proyectos denominado relación beneficio - costo (B/C), para lo cual se obtuvo los costos de producción de cada tratamiento en estudio y la utilidad neta de la producción de los mismos.

$$\mathbf{Rentabilidad} = \frac{\mathbf{Utilidad\ neta}}{\mathbf{Costo\ de\ producción}} \times 100$$

2.13. PROCESAMIENTO DE DATOS

Los resultados de las variables evaluadas, se ordenaron en cuadros y luego se realizó el Análisis de variancia (ANVA). Cuando en una o más fuentes de variación, se encontró significación estadística, se procedió a realizar las pruebas correspondientes (Pruebas de Tukey y Análisis de regresión).

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. CARACTERÍSTICAS DE LA PLANTA Y DE LAS VAINAS

3.1.1. ALTURA DE PLANTA (cm)

En el cuadro 3.1 se presenta el análisis de varianza para la variable altura de planta (cm), resultando no significativo para todas las fuentes de variación, lo cual nos indica que no existe diferencia entre los promedios que se estudian en cada fuente de variación, por ello no se realizaron pruebas adicionales.

Cuadro 3.1: Análisis de variancia de la altura de planta (cm), con tratamientos de bioestimulantes, en arveja (*Pisum sativum* L.) var. Usui. Pampa del Arco 2792 msnm, Ayacucho. 2014.

FUENTE DE VARIACIÓN	GL	SC	CM	FC	Pr > FC
Bloque	2	138.52	69.26	0.73	0.4918 ns
Tratamiento	14	875.12	62.51	0.66	0.7944 ns
Concentración (C)	2	71.08	35.54	0.37	0.6917 ns
Microelementos (M)	1	104.72	104.72	1.10	0.3031 ns
Forma de aplicación (A)	1	20.67	20.67	0.22	0.6447 ns
C X M	2	3.66	1.83	0.02	0.9810 ns
C X A	2	68.64	34.32	0.36	0.7004 ns
M X A	1	64.27	64.27	0.68	0.4181 ns
C X M X A	2	112.03	56.01	0.59	0.5618 ns
Factorial vs Testigos	1	211.64	211.64	2.22	0.1470 ns
Entre testigos	2	218.42	109.21	1.15	0.3318 ns
Error	28	2664.30	95.15		
Total	44	3677.94			

C.V = 9.79 %

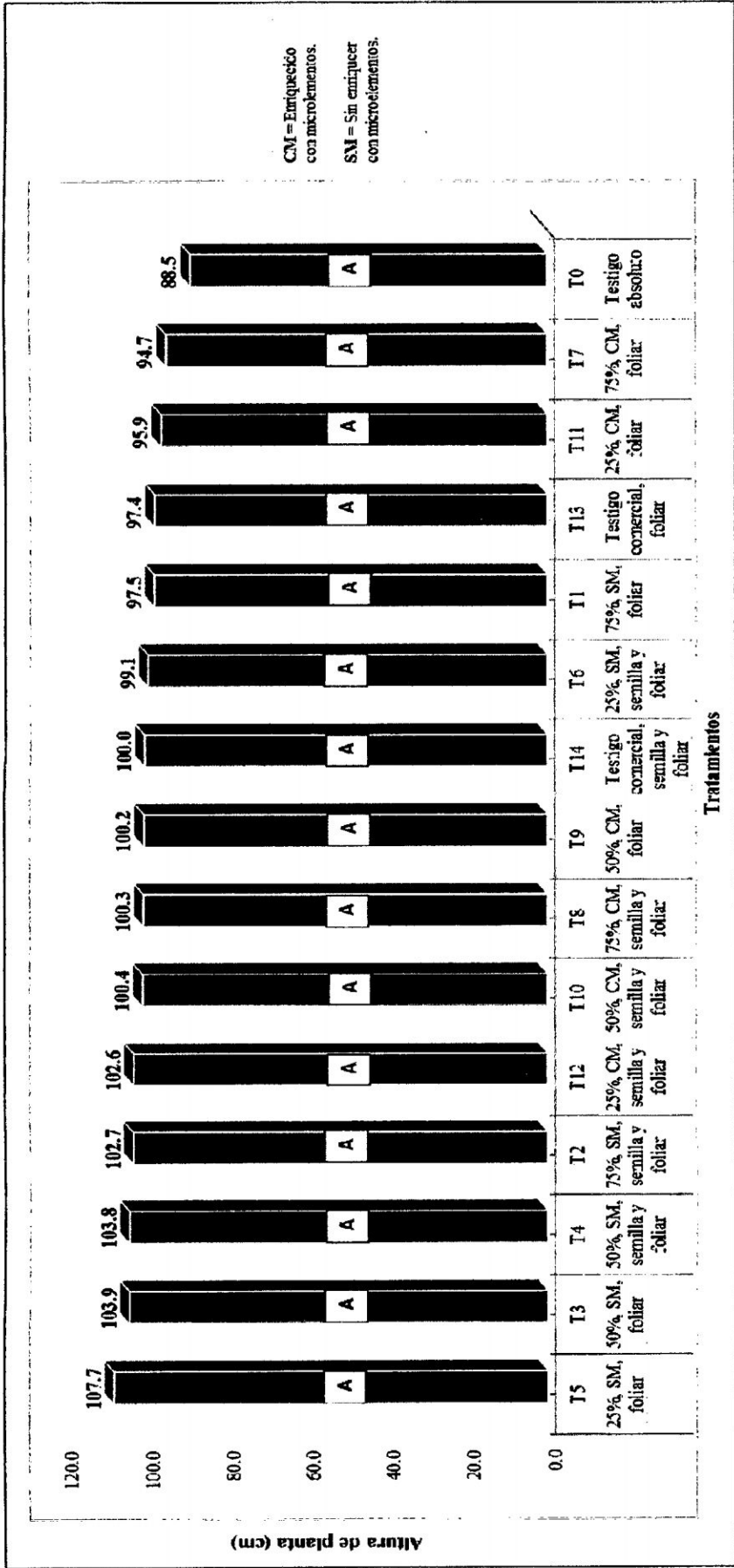


Gráfico 3.1: Prueba de Tukey (0.05) para la altura de planta (cm), con tratamientos de bioestimulantes, en arveja (*Pisum sativum* L.) var. Usui. Pampa del Arco 2792 msnm, Ayacucho. 2014.

En el gráfico 3.1 se observa que no existe diferencia significativa entre los distintos tratamientos para la variable altura de planta (cm).

Sin embargo, cabe indicar que los valores de altura del presente trabajo de investigación, son superiores al promedio obtenido por Rodríguez (2005), que en su trabajo de investigación, sobre dos métodos de siembra en el rendimiento de cuatro variedades de arveja en Canaán - INIA a 2720 msnm, obtuvo una altura promedio de 65.2 cm, para la variedad Usui.

Por otro lado, los valores de altura obtenidos en el presente trabajo de investigación, son similares al promedio obtenido por Velazco (2004), que en su trabajo de investigación, sobre el rendimiento de cinco variedades de arveja (*Pisum sativum* L.) con distintas formas de manejo en Canaán a 2750 msnm, obtuvo un promedio de 106.9 cm de altura para esta variedad.

3.1.2. NÚMERO DE VAINAS POR PLANTA

En el cuadro 3.2 se presenta el análisis de varianza para la variable número de vainas por planta, resultando una alta significación estadística en la fuente de variación tratamiento, lo cual nos indica que al menos existe un promedio de los tratamientos que se diferencia de los otros; por lo cual se procedió a realizar la prueba de Tukey (0.05) (ver gráfico 3.2). También se encontró diferencia altamente significativa en la fuente de variación de la interacción C x M x A, por lo que se realizó un ANVA adicional (ver cuadro 3.3). La fuente de variación factorial vs testigos también tiene una alta significación estadística, lo cual nos indica que el número de vainas promedio obtenido en los tratamientos factoriales de 13 vainas por planta es superior al número de vainas promedio obtenido en los

testigos que es 9 vainas por planta. Además se encontró diferencia altamente significativa en la fuente de variación entre testigos, por lo que se realizó la prueba de Tukey (0.05) (ver gráfico 3.5).

Cuadro 3.2: Análisis de variancia del número de vainas por planta, con tratamientos de bioestimulantes, en arveja (*Pisum sativum* L.) var. Usui. Pampa del Arco 2792 msnm, Ayacucho. 2014.

FUENTE DE VARIACIÓN	GL	SC	CM	FC	Pr > FC
Bloque	2	0.11	0.06	0.43	0.6539 ns
Tratamiento	14	283.49	20.25	152.58	<.0001 **
Concentración (C)	2	31.06	15.53	117.04	<.0001 **
Microelementos (M)	1	0.81	0.81	6.10	0.0198 **
Forma de aplicación (A)	1	104.24	104.24	785.48	<.0001 **
C x M	2	17.89	8.95	67.40	<.0001 **
C x A	2	10.21	5.10	38.46	<.0001 **
M x A	1	0.73	0.73	5.49	0.0265 **
C x M x A	2	6.13	3.06	23.08	<.0001 **
Factorial vs Testigos	1	109.98	109.98	828.71	<.0001 **
Entre testigos	2	2.44	1.22	9.19	0.0009 **
Error	28	3.72	0.13		
Total	44	287.32			

C.V = 2.99 %

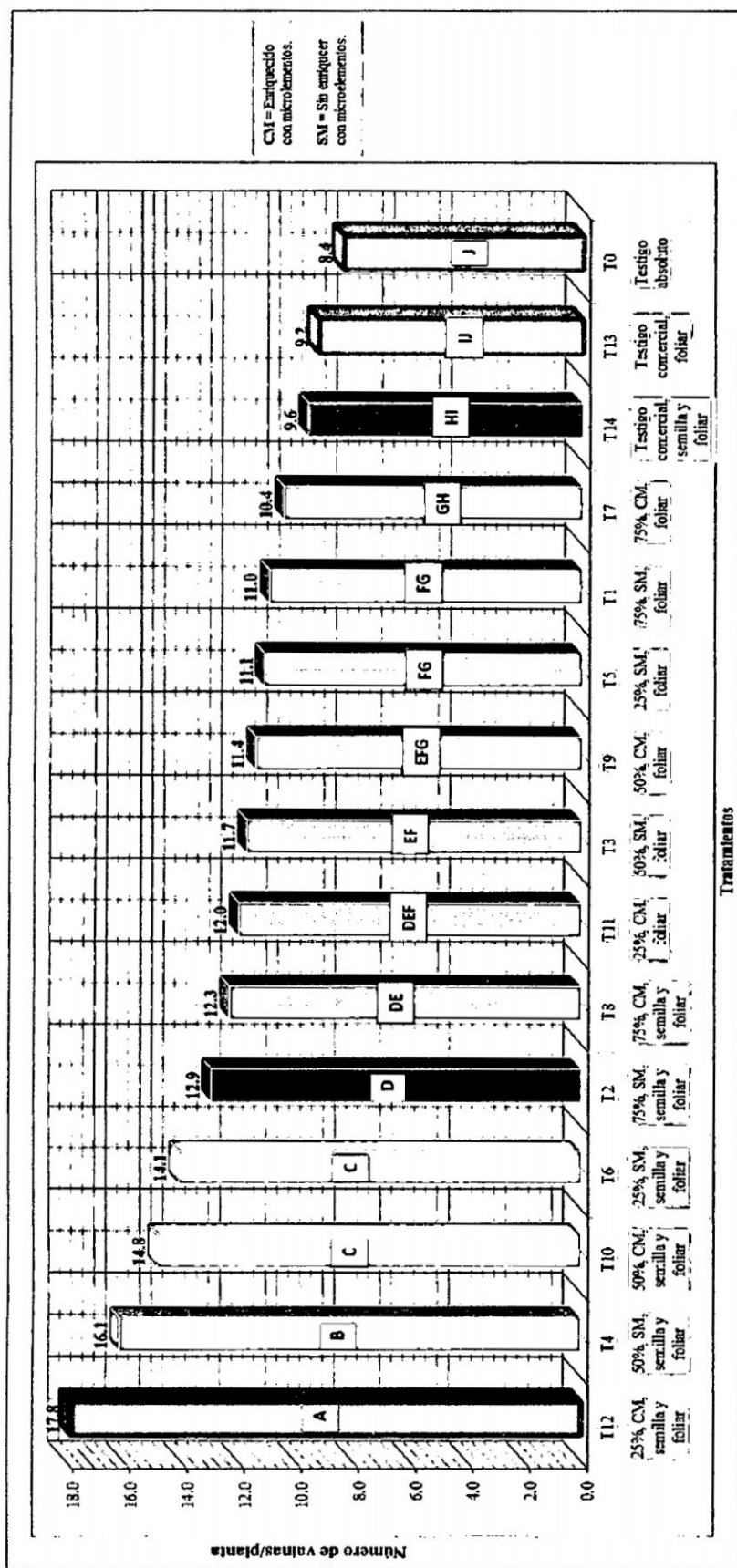


Gráfico 3.2: Prueba de Tukey (0.05) para el número de vainas por planta, con tratamientos de bioestimulantes, en arveja (*Pisum sativum* L.) var. Usui. Pampa del Arco 2792 msnm, Ayacucho. 2014.

En el gráfico 3.2 se observan los resultados obtenidos luego de realizar la prueba de Tukey para la variable número de vainas por planta, en los que se observa que el rango para este carácter varía de 8 a 18 vainas por planta y se pueden considerar 10 grupos de similitud sin diferencia entre ellos.

El mayor promedio corresponde al primer grupo de similitud que comprende el T₁₂ (25% de extracto de alga, enriquecido con microelementos y aplicado a la semilla y al follaje) con 18 vainas por planta; el segundo grupo de similitud corresponde al T₄ (50% de extracto de alga, sin enriquecer con microelementos y aplicado a la semilla y al follaje), con 16 vainas por planta; el tercer grupo de similitud corresponde a los tratamientos T₁₀ (50% de extracto de alga, enriquecido con microelementos y aplicado a la semilla y al follaje) y T₆ (25% de extracto de alga, sin enriquecer con microelementos y aplicado a la semilla y al follaje), con 15 y 14 vainas por planta respectivamente; el cuarto grupo de similitud corresponde al T₂ (75% de extracto de alga, sin enriquecer con microelementos y aplicado a la semilla y al follaje), con 13 vainas por planta; el quinto grupo de similitud corresponde al T₈ (75% de extracto de alga, enriquecido con microelementos y aplicado a la semilla y al follaje), con 12 vainas por planta; el sexto grupo de similitud corresponde a los tratamientos T₁₁ (25% de extracto de alga, enriquecido con microelementos y aplicado al follaje) y T₃ (50% de extracto de alga, sin enriquecer con microelementos y aplicado al follaje), con un promedio de 12 vainas por planta; el séptimo grupo de similitud corresponde a los tratamientos T₉ (50% de extracto de alga, enriquecido con microelementos y aplicado al follaje), T₅ (25% de extracto de alga, sin enriquecer con microelementos y aplicado al follaje) y T₁ (75% de extracto de alga, sin enriquecer

con microelementos y aplicado al follaje), con un promedio de 11 vainas por planta; el octavo grupo de similitud corresponde al T₇ (75% de extracto de alga, enriquecido con microelementos y aplicado al follaje), con 10 vainas por planta; el noveno grupo de similitud corresponde al T₁₄ (Bioestimulante comercial aplicado a la semilla y al follaje – Testigo comercial), con 10 vainas por planta; y el menor promedio corresponde a los tratamientos T₁₃ (Bioestimulante comercial aplicado al follaje – Testigo comercial) y T₀ (Testigo absoluto), con 9 y 8 vainas por planta respectivamente. Cabe mencionar que todos los tratamientos superan a los testigos comerciales y al testigo absoluto.

El mayor número de vainas por planta encontrado en este trabajo de investigación, fue de 18 vainas por planta, este valor es superior al rango obtenido por Palomino (2003), que en su trabajo de investigación, sobre tres formas de fertilización en el rendimiento de cuatro variedades de arveja, obtuvo en la variedad Usui un promedio de 6.18 vainas por planta.

Pero es inferior al promedio de 23.63 vainas por planta obtenido por Zapata (2004), en su trabajo de investigación sobre rendimiento en verde de siete variedades y tres líneas de arveja en Canaán a 2750 msnm, esta diferencia se debe a que el autor utilizó fertilizantes inorgánicos como abono de fondo (80–60–40 de N P K) y en el presente trabajo no se empleó fertilizantes inorgánicos como abono de fondo.

Como podemos notar, los trabajos de investigación mencionados para comparar con los valores obtenidos, se realizaron con abonamiento inorgánico, a pesar de ello, los promedios obtenidos en los tratamientos con aplicación del

bioestimulante de extracto de alga *Spirogyra communis* (Hasall) Kurtz del presente trabajo de investigación, se aproximan bastante a los valores mencionados anteriormente, esto se debe a que los bioestimulantes de extractos de algas contienen cuatro tipos de componentes: coloides, nutrientes minerales, azúcares, y fitohormonas (Red agrícola, 2000); que actúan como estimulantes de la germinación, activadores del crecimiento foliar y radicular, favorecen la mayor producción de vainas, incrementan el contenido de clorofila y la capacidad fotosintética, mejoran la relación raíz – parte aérea de planta, incrementan la captación de nutrientes, brindan mayor resistencia a la sequía, a la salinidad y al estrés, y actúan como antitranspirantes (García y Martel, 2004). Así mismo actúan como bioestimulantes del desarrollo radicular (Seaweed News, 1999).

En el cuadro 3.3 se presenta el análisis de varianza adicional para la variable número de vainas por planta, a partir de este cuadro se realizó el análisis de regresión o la prueba de Tukey (0.05) respectiva según corresponda, en las fuentes de variación en las que existe diferencia altamente significativa.

Cuadro 3.3: ANVA adicional del número de vainas por planta, con tratamientos de bioestimulantes, en arveja (*Pisum sativum* L.) var. Usui. Pampa del Arco 2792 msnm, Ayacucho. 2014.

FUENTE DE VARIACIÓN	GL	SC	CM	FC	Pr > FC
C en m0a1	3	10.29	3.43	25.84	<.0001 **
C en m0a1 Lineal	1	5.03	5.03	37.93	<.0001 **
C en m0a1 Cuadrático	1	5.25	5.25	39.59	<.0001 **
C en m0a1 Cúbico	1	0.00	0.00	0.01	0.9328 ns
C en m0a2	3	67.16	22.39	168.68	<.0001 **
C en m0a2 Lineal	1	21.84	21.84	164.57	<.0001 **
C en m0a2 Cuadrático	1	44.08	44.08	332.17	<.0001 **
C en m0a2 Cúbico	1	1.23	1.23	9.29	0.005 **
C en m1a1	2	3.58	1.79	13.50	<.0001 **
C en m1a1 Lineal	1	3.51	3.51	26.46	<.0001 **
C en m1a1 Cuadrático	1	0.07	0.07	0.53	0.4708 ns
C en m1a2	2	44.95	22.47	169.33	<.0001 **
C en m1a2 Lineal	1	44.83	44.83	337.77	<.0001 **
C en m1a2 Cuadrático	1	0.12	0.12	0.89	0.3529 ns
M en c1a1	1	1.13	1.13	8.49	0.0069 **
M en c1a2	1	20.65	20.65	155.57	<.0001 **
M en c2a1	1	0.15	0.15	1.11	0.3012 ns
M en c2a2	1	2.67	2.67	20.09	0.0001 **
M en c3a1	1	0.39	0.39	2.90	0.0996 ns
M en c3a2	1	0.58	0.58	4.39	0.0453 *
A en 0m0	1	0.21	0.21	1.60	0.2158 ns
A en c1m0	1	13.11	13.11	98.81	<.0001 **
A en c1m1	1	50.46	50.46	380.22	<.0001 **
A en c2m0	1	29.30	29.30	220.81	<.0001 **
A en c2m1	1	17.34	17.34	130.66	<.0001 **
A en c3m0	1	5.88	5.88	44.31	<.0001 **
A en c3m1	1	5.21	5.21	39.24	<.0001 **
Error	28	3.72	0.13		
Total	44	287.32			

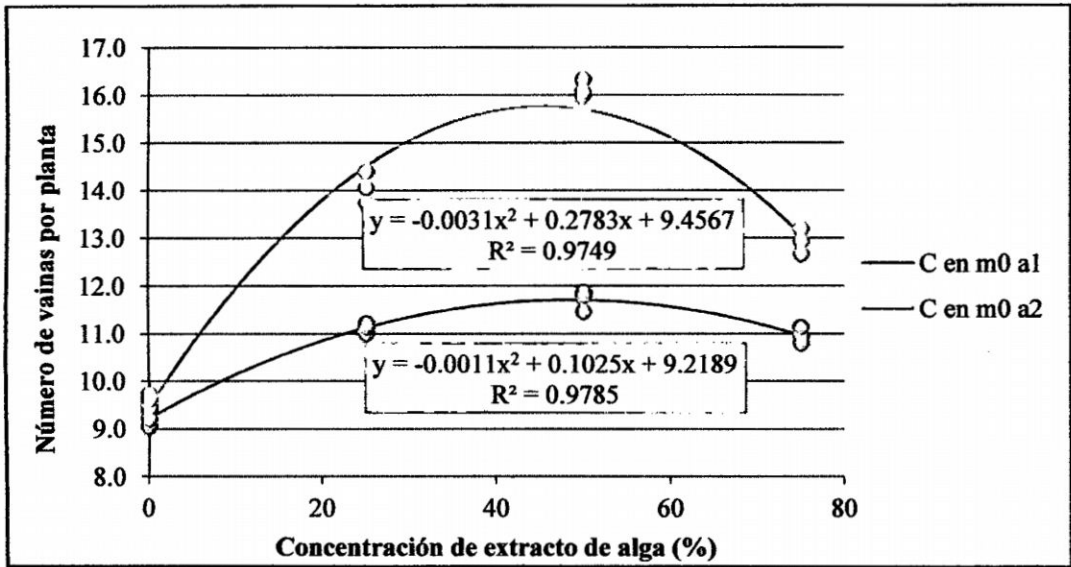


Gráfico 3.3: Análisis de regresión del factor concentración de extracto de alga (C), sin enriquecer con microelementos (m0), en las dos formas de aplicación (a1: a la semilla y foliar, y a2: foliar); para el número de vainas por planta. Pampa del Arco 2792 msnm, Ayacucho. 2014.

Luego de derivar las ecuaciones del gráfico 3.3, se determinó que la concentración de extracto de alga *Spirogyra communis* (Hasall) Kurtz, sin enriquecer con microelementos y aplicado foliarmente, que maximiza el número de vainas por planta es 47% con 11.6 vainas por planta. Y que la concentración de extracto de alga *Spirogyra communis* (Hasall) Kurtz, sin enriquecer con microelementos y aplicado a la semilla y al follaje, que maximiza el número de vainas por planta es 45% con 15.7 vainas por planta.

Estas concentraciones de extracto de alga *Spirogyra communis* (Hasall) Kurtz, resultaron ser las mejores al no enriquecer el bioestimulante con microelementos, debido a que, la cantidad de microelementos aplicados en esta concentración es casi óptima y cubre los requerimientos del cultivo de la arveja (Ver anexo 49 y 50).

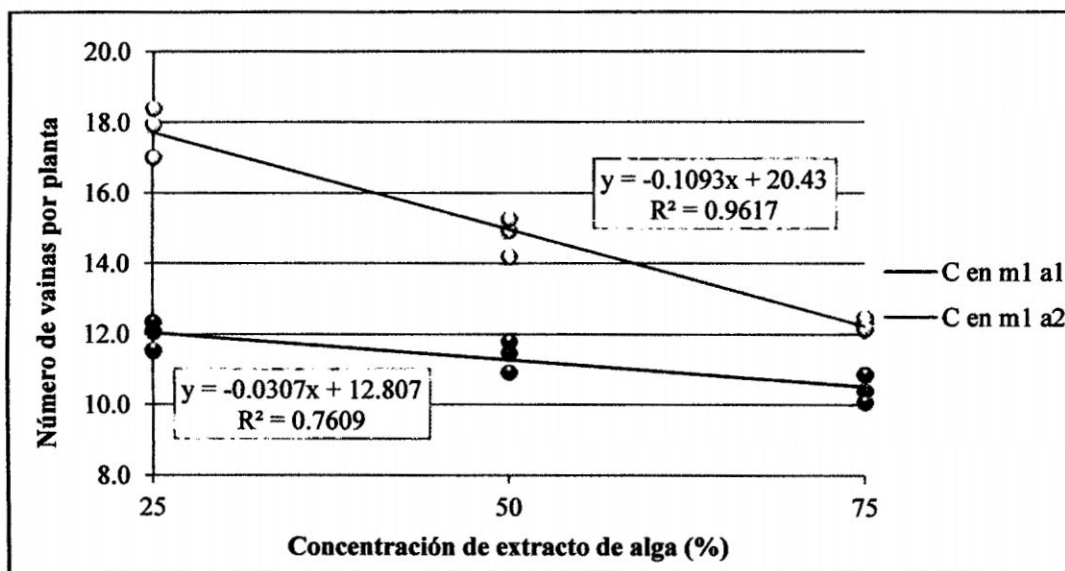


Gráfico 3.4: Análisis de regresión del factor concentración de extracto de alga (C), enriquecido con microelementos (m1), en las dos formas de aplicación (a1: a la semilla y foliar, y a2: foliar); para el número de vainas por planta. Pampa del Arco 2792 msnm, Ayacucho. 2014.

A partir del gráfico 3.4, se determinó que la concentración de extracto de alga *Spirogyra communis* (Hasall) Kurtz, enriquecida con microelementos y aplicada foliarmente, que maximiza el número de vainas por planta es 25% con 12 vainas por planta. Y que la concentración de extracto de alga *Spirogyra communis* (Hasall) Kurtz, enriquecida con microelementos y aplicada a la semilla y al follaje, que maximiza el número de vainas es 25% con 17.7 vainas por planta.

Se tiene referencia que, muchos bioestimulantes que son enriquecidos con microelementos, emplean concentraciones de extracto de algas por debajo de 25%, debido a que concentraciones mayores pueden causar toxicidad (García y Martel, 2004).

Al respecto, se puede observar claramente en el anexo 49 que la concentración de extracto de alga *Spirogyra communis* (Hasall) Kurtz de 25% tiene el menor

contenido de micronutrientes y por tanto tolera el enriquecimiento con microelementos.

Cuadro 3.4: Prueba de Tukey (0.05) para el factor enriquecimiento con microelementos, en distintas concentraciones y formas de aplicación; para el número de vainas por planta. Pampa del Arco 2792 msnm, Ayacucho. 2014.

M en c1-a1	25%-Foliar	Sin Microelementos	11.1	A
		Con Microelementos	12.0	B
M en c1-a2	25%-Semilla y foliar	Sin Microelementos	14.1	A
		Con Microelementos	17.8	B
M en c2-a1	50%-Foliar	Sin Microelementos	11.7	A
		Con Microelementos	11.4	A
M en c2-a2	50%-Semilla y foliar	Sin Microelementos	16.1	A
		Con Microelementos	14.8	B
M en c3-a1	75%-Foliar	Sin Microelementos	11.0	A
		Con Microelementos	10.4	A
M en c3-a2	75%-Semilla y foliar	Sin Microelementos	12.9	A
		Con Microelementos	12.3	B

Como se observa en el cuadro 3.4, la incorporación de microelementos en la concentración de 25% de extracto de alga *Spirogyra communis* (Hasall) Kurtz, incrementó el número de vainas por planta, en las dos formas de aplicación, esto se debe a que en esta concentración el contenido de microelementos está por debajo de los requerimientos de la planta (ver anexo 49), al respecto García y Martel (2004), mencionan que los bioestimulantes que son enriquecidos con microelementos, emplean concentraciones de extracto de algas por debajo de 25%, debido a que concentraciones mayores pueden causar toxicidad en la planta.

Por otro lado podemos observar que la incorporación de microelementos en las concentraciones de 50% y 75% de extracto de alga *Spirogyra communis* (Hasall) Kurtz, redujo el número de vainas por planta al ser aplicado a la semilla y al follaje, y mantuvo el número de vainas por planta al ser aplicado únicamente al

follaje, esto se debe a que en estas concentraciones el contenido de microelementos es adecuado o está por encima de los requerimientos de la planta (ver anexo 49).

Al respecto IFA – FAO (2002), indica que los micronutrientes requieren una atención y cuidado especial, porque hay un margen estrecho entre el exceso y la deficiencia en las necesidades de microelementos de las plantas. Los micronutrientes son necesarios sólo en pequeñas cantidades. Si se aplica demasiado de un microelemento dado, puede tener un efecto dañino en el cultivo y/o en el cultivo subsiguiente.

Cuadro 3.5: Prueba de Tukey (0.05) para el factor formas de aplicación, en distintas concentraciones de extracto de alga y enriquecimiento con microelementos; para el número de vainas por planta. Pampa del Arco 2792 msnm, Ayacucho. 2014.

A en 0-m0	0%-Sin microelementos	Aplic. Foliar	9.2	A
		Aplic. Semilla y foliar	9.6	A
A en c1-m0	25%-Sin microelementos	Aplic. Foliar	11.1	A
		Aplic. Semilla y foliar	14.1	B
A en c1-m1	25% -Con microelementos	Aplic. Foliar	12.0	A
		Aplic. Semilla y foliar	17.8	B
A en c2-m0	50%-Sin microelementos	Aplic. Foliar	11.7	A
		Aplic. Semilla y foliar	16.1	B
A en c2-m1	50%-Con microelementos	Aplic. Foliar	11.4	A
		Aplic. Semilla y foliar	14.8	B
A en c3-m0	75%-Sin microelementos	Aplic. Foliar	11.0	A
		Aplic. Semilla y foliar	12.9	B
A en c3-m1	75%-Con microelementos	Aplic. Foliar	10.4	A
		Aplic. Semilla y foliar	12.3	B

Como se observa en el cuadro 3.5, la aplicación a la semilla y foliar incrementó el número de vainas por planta, en todas las concentraciones de extracto de alga *Spirogyra communis* (Hasall) Kurtz, e indiferentemente de la aplicación de microelementos; esto ocurre porque la aplicación a la semilla refuerza la aplicación foliar, puesto que, al ser aplicado a la semilla actúa como estimulante de la germinación, activador del crecimiento radicular, activador de defensas

(estimulante de fitoalexinas radiculares), mejora la captación de nutrientes en suelos alcalinos debido a su pH ligeramente ácido (Guaranda, 2012) y actúa como activador microbiológico edáfico, además de estructurador y quelante (Caraes, 1969); y al ser aplicado foliarmente las enzimas, fitohormonas, oligosacáridos y micronutrientes, que éstas contienen refuerzan en las plantas su sistema inmunitario (más defensa) y su sistema alimentario (más nutrición) y activan sus funciones fisiológicas (más vigor) (Fox y Cameron, 1961 y López et. al., 1995). Además Povolny (1981), indica que los extractos de algas aplicados foliarmente actúan como antitranspirantes sobre la planta.

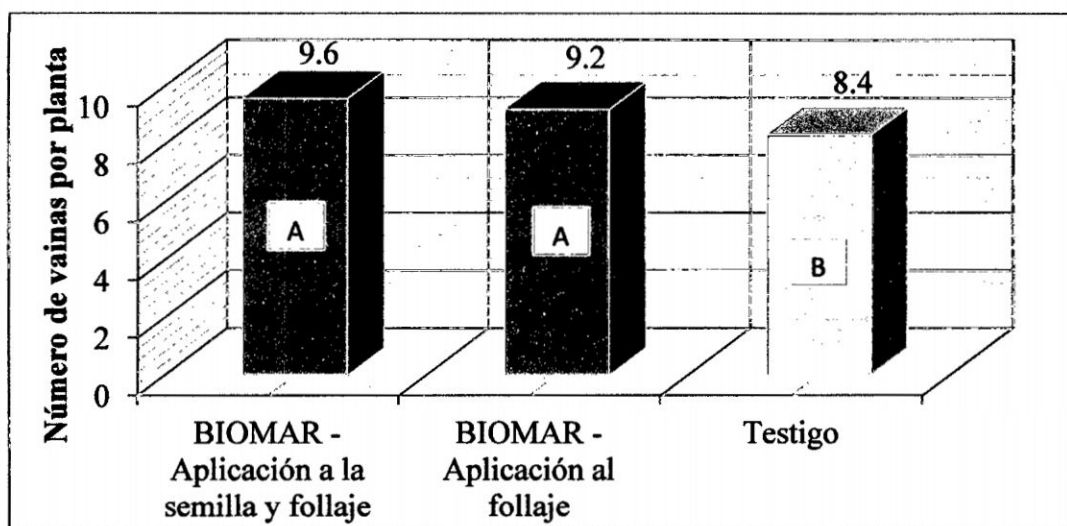


Gráfico 3.5. Prueba de Tukey de los testigos; para el número de vainas por planta, con tratamientos de bioestimulantes, en arveja (*Pisum sativum* L.) var. Usui. Pampa del Arco 2792 msnm, Ayacucho. 2014.

En el gráfico 3.5, se puede observar que los testigos comerciales superan al testigo absoluto, en el número de vainas por planta, esto se debe a que los testigos comerciales fueron tratados con el bioestimulante Biomar que contiene microelementos, aunque no en la concentración óptima (ver anexo 49 y 50); además contiene fitohormonas y oligosacáridos que actuaron como estimuladores

del desarrollo, del sistema inmunitario y de defensa de la planta (Melián, et. al. 2005).

Cabe destacar que los testigos comerciales, no superaron a los tratamientos en los que se aplicó el bioestimulante de extracto de alga *Spirogyra communis* (Hasall) Kurtz, esto se debe a que en estos últimos el contenido de microelementos es mayor y más cercano a los requerimientos del cultivo de la arveja (Ver anexo 49 y 50), y posiblemente ocurra lo mismo con los otros compuestos algales.

3.1.3. LONGITUD DE VAINA (cm)

En el cuadro 3.6 se presenta el análisis de varianza para la variable longitud de vaina (cm), resultando una alta significación estadística en la fuente de variación tratamiento, lo cual nos indica que al menos existe un promedio de los tratamientos que se diferencia de los otros; por lo cual se procedió a realizar la prueba de Tukey (0.05) (ver gráfico 3.6). También se encontró diferencia significativa en la fuente de variación forma de aplicación, por lo que se realizó una prueba de Tukey (0.05) (ver gráfico 3.7). La fuente de variación factorial vs testigos también tiene una alta significación estadística, lo cual nos indica que la longitud de vaina promedio obtenida en los tratamientos factoriales de 8.9 cm es superior a la longitud de vaina promedio obtenido en los testigos que es 8.5 cm.

Cuadro 3.6: Análisis de variancia de la longitud de vaina (cm), con tratamientos de bioestimulantes, en arveja (*Pisum sativum* L.) var. Usui. Pampa del Arco 2792 msnm, Ayacucho. 2014.

FUENTE DE VARIACIÓN	GL	SC	CM	FC	Pr > FC
Bloque	2	0.11	0.05	0.94	0.4043 ns
Tratamiento	14	2.28	0.16	2.81	0.0096 **
Concentración (C)	2	0.23	0.12	2.03	0.1502 ns
Microelementos (M)	1	0.03	0.03	0.60	0.4442 ns
Forma de aplicación (A)	1	0.39	0.39	6.79	0.0145 *
C x M	2	0.14	0.07	1.18	0.3214 ns
C x A	2	0.03	0.02	0.27	0.7677 ns
M x A	1	0.04	0.04	0.71	0.4050 ns
C x M x A	2	0.06	0.03	0.53	0.5939 ns
Factorial vs Testigos	1	1.05	1.05	18.13	0.0002 **
Entre testigos	2	0.30	0.15	2.56	0.0949 ns
Error	28	1.62	0.06		
Total	44	4.01			

C.V = 2.73 %

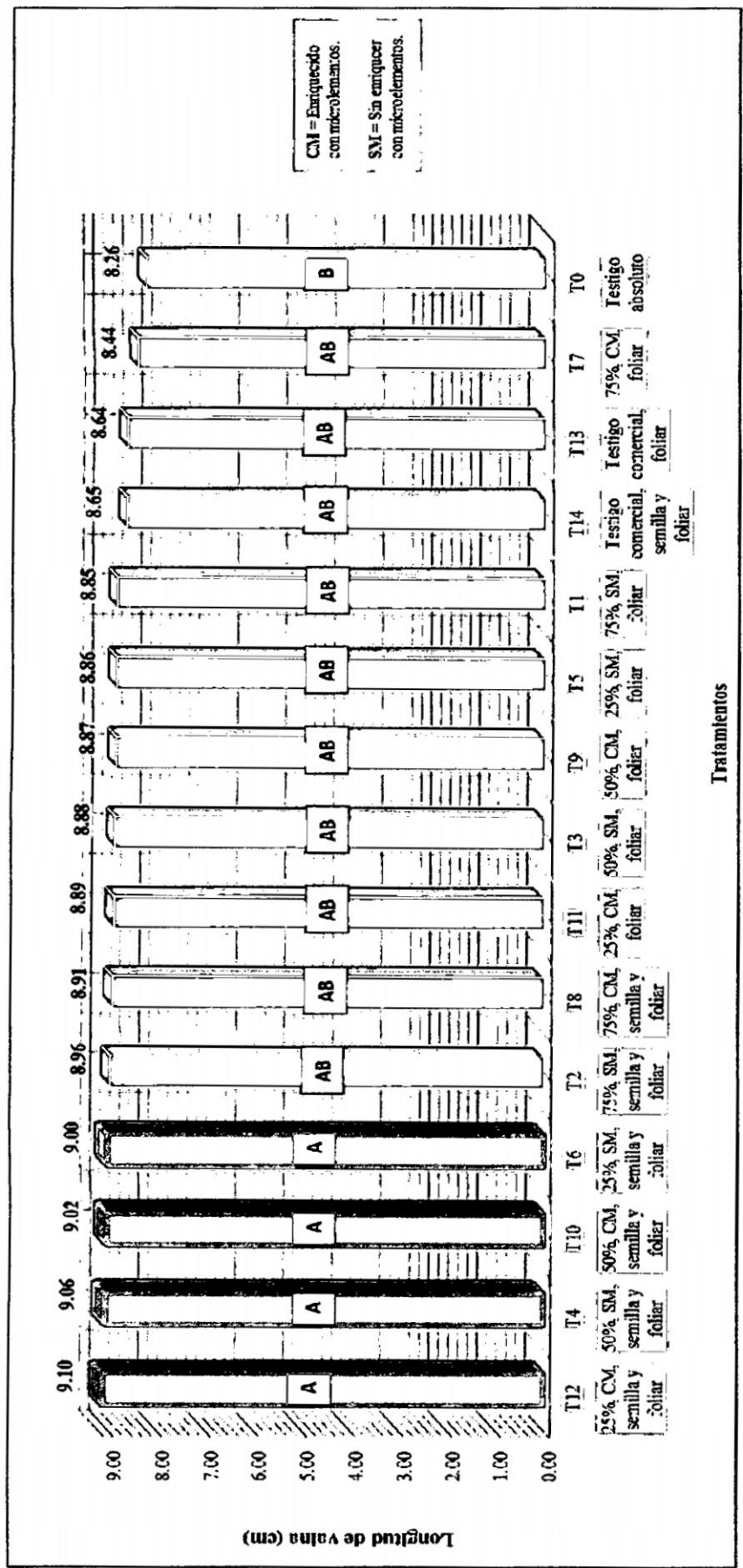


Gráfico 3.6: Prueba de Tukey (0.05) para la longitud de vaina (cm), con tratamientos de bioestimulantes, en arveja (*Pisum sativum* L.) var. Usui. Pampa del Arco 2792 msnm, Ayacucho. 2014.

En el gráfico 3.6 se observan los resultados obtenidos luego de realizar la prueba de Tukey para la variable longitud de vaina (cm), en los que se observa que el rango para este carácter varía de 8.26 a 9.10 cm y se pueden considerar 2 grupos de similitud sin diferencia entre ellos.

El mayor promedio corresponde a los tratamientos T₁₂ (25% de extracto de alga, enriquecido con microelementos y aplicado a la semilla y al follaje), T₄ (50% de extracto de alga, sin enriquecer con microelementos y aplicado a la semilla y al follaje), T₁₀ (50% de extracto de alga, enriquecido con microelementos y aplicado a la semilla y al follaje) y T₆ (25% de extracto de alga, sin enriquecer con microelementos y aplicado a la semilla y al follaje), con un rango de 9.10 a 9.00 cm; y el menor promedio corresponde a los tratamientos T₂ (75% de extracto de alga, sin enriquecer con microelementos y aplicado a la semilla y al follaje), T₈ (75% de extracto de alga, enriquecido con microelementos y aplicado a la semilla y al follaje), T₁₁ (25% de extracto de alga, enriquecido con microelementos y aplicado al follaje), T₃ (50% de extracto de alga, sin enriquecer con microelementos y aplicado al follaje), T₉ (50% de extracto de alga, enriquecido con microelementos y aplicado al follaje), T₅ (25% de extracto de alga, sin enriquecer con microelementos y aplicado al follaje), T₁ (75% de extracto de alga, sin enriquecer con microelementos y aplicado al follaje), T₁₄ (Bioestimulante comercial aplicado a la semilla y al follaje – Testigo comercial), T₁₃ (Bioestimulante comercial aplicado al follaje – Testigo comercial), T₇ (75% de extracto de alga, enriquecido con microelementos y aplicado al follaje) y T₀ (Testigo absoluto), con un rango de 8.96 a 8.26 cm. Cabe mencionar que los

tratamientos T₁₂, T₄, T₁₀ y T₆, superan a los testigos comerciales y al testigo absoluto.

Los valores de longitud de vaina (cm), obtenidos en los distintos tratamientos del presente trabajo de investigación, se encuentran dentro del rango obtenido por Morales (2002), que en su trabajo de investigación, en el que comparó 5 variedades de arveja en la producción de grano verde, manifiesta haber encontrado promedios de 11.51 cm a 6.86 cm de longitud de vaina para la variedad Usui, empleando abono inorgánico de fondo.

En este trabajo de investigación, la mayor longitud de vaina encontrada fue de 9.10 cm, este valor es similar a la longitud de vaina obtenida por Zapata (2004), que en su trabajo de investigación, en el que estudió el rendimiento en verde de siete variedades y tres líneas de arveja, en Canaán a 2750 msnm, obtuvo 9.12 cm de longitud de vaina para la variedad Usui, a pesar de que el autor utilizó fertilizantes inorgánicos como abono de fondo (80–60–40 de N, P, K).

Y es superior a los valores de longitud de vaina obtenidos por Rodríguez (2005), que en su trabajo de investigación, en el que estudió dos métodos de siembra, en el rendimiento de cuatro variedades de arveja, registró un promedio de 7.51 cm de longitud de vaina para la variedad Usui; y Velazco (2004), que en su trabajo de investigación, sobre cinco variedades de arveja, con distintas formas de manejo, obtuvo un promedio de 7.10 cm de longitud de vaina, para la variedad Usui. Cabe destacar que ambos autores emplearon fertilizantes inorgánicos como abono de fondo.

Como podemos notar, los trabajos de investigación mencionados para comparar con los valores obtenidos, se realizaron con abonamiento inorgánico de fondo, a pesar de ello, los promedios obtenidos en los tratamientos con aplicación del bioestimulante de extracto de alga *Spirogyra communis* (Hasall) Kurtz del presente trabajo de investigación, superan o se aproximan bastante a los valores mencionados anteriormente, esto se debe a que los bioestimulantes de extractos de algas actúan como estimulantes de la germinación, activadores del crecimiento foliar y radicular, incrementan el contenido de clorofila y la capacidad fotosintética, mejoran la relación raíz – parte aérea de planta, incrementan la captación de nutrientes, brindan mayor resistencia a la sequía, a la salinidad y al estrés, y actúan como antitranspirantes (García y Martel, 2004). Estos efectos sobre los cultivos se deben a que los bioestimulantes de extractos de algas contienen cuatro tipos de componentes: coloides, nutrientes minerales, azúcares, y fitohormonas. (Red agrícola, 2000).

Red agrícola (2000), menciona que se ha determinado que los extractos de algas contienen sustancias, como el manitol y el ácido algínico, que pueden contribuir en la absorción y translocación de nutrientes. Y se sabe que la longitud de vaina depende del almacenamiento de fotosintatos y su translocación a las vainas.

Así mismo Red Agrícola (2000), menciona que para el desarrollo y tamaño de frutos, productos más citoquinínicos contribuirán con la división celular, lo mismo que extractos más giberelínicos tienen efectos a inicios del desarrollo de los frutos. Mientras los productos auxínicos actuarán sobre la elongación celular y serán más efectivos aplicados en etapas posteriores. De lo mencionado por el

autor podemos deducir que el bioestimulante de extracto de alga *Spirogyra communis* (Hasall) Kurtz es un producto más citoquinínico o giberelínico.

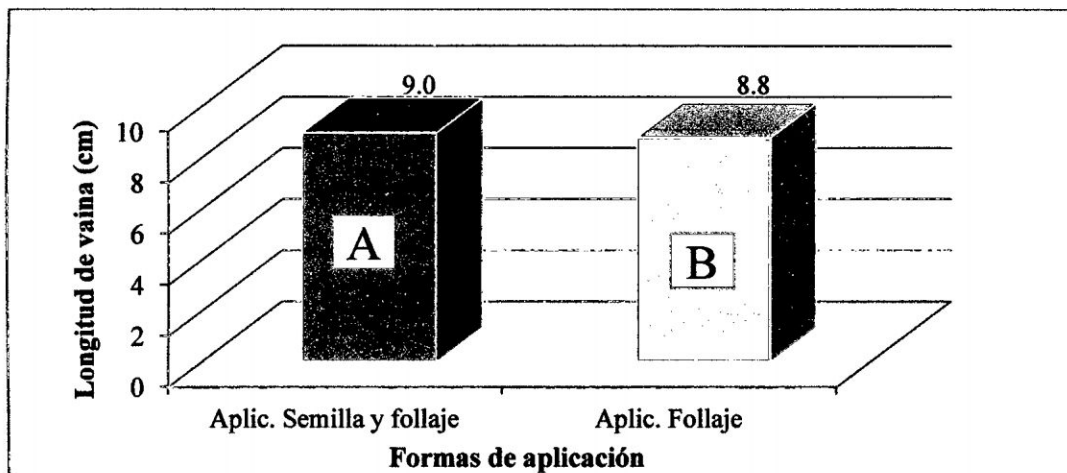


Gráfico 3.7: Prueba de Tukey (0.05) para el factor formas de aplicación; para la longitud de vaina (cm). Pampa del Arco 2792 msnm, Ayacucho. 2014.

Como se observa en el gráfico 3.7, la aplicación de los bioestimulantes a la semilla y al follaje, incrementaron la longitud de vaina (cm), esto ocurre porque la aplicación a la semilla refuerza la aplicación foliar, ya que, al ser aplicado a la semilla actúa como estimulante de la germinación, activador del crecimiento radicular, activador de defensas (estimulante de fitoalexinas radiculares), mejoran la captación de nutrientes en suelos alcalinos debido a su pH ligeramente ácido (Guaranda, 2012) y actúa como activador microbiológico edáfico, además de estructurador y quelante (Caraes, 1969); y al ser aplicado foliarmente las enzimas, fitohormonas, oligosacáridos y micronutrientes que éstas contienen refuerzan en las plantas su sistema inmunitario (más defensa) y su sistema alimentario (más nutrición) y activan sus funciones fisiológicas (más vigor) (Fox y Cameron, 1961 y López et. al., 1995). Además Povolny (1981), indica que los extractos de algas aplicados foliarmente actúan como antitranspirantes sobre la planta.

3.1.4. NÚMERO DE GRANOS POR VAINA

En el cuadro 3.7 se presenta el análisis de varianza para la variable número de granos por vaina, resultando una alta significación estadística en la fuente de variación tratamiento, lo cual nos indica que al menos existe un promedio de los tratamientos que se diferencia de los otros; por lo cual se procedió a realizar la prueba de Tukey (0.05) (ver gráfico 3.8). La fuente de variación factorial vs testigos también tiene una alta significación estadística, lo cual nos indica que el número de granos por vaina promedio obtenido en los tratamientos factoriales de 6.6 granos por vaina es superior al número de granos por vaina promedio obtenido en los testigos que es 5.8 granos por vaina. Además se encontró diferencia altamente significativa en la fuente de variación entre testigos, por lo que se realizó la prueba de Tukey (0.05) (ver gráfico 3.9).

Cuadro 3.7: Análisis de variancia del número de granos por vaina, con tratamientos de bioestimulantes, en arveja (*Pisum sativum* L.) var. Usui. Pampa del Arco 2792 msnm, Ayacucho. 2014.

FUENTE DE VARIACIÓN	GL	SC	CM	FC	Pr > FC
Bloque	2	0.0004	0.0002	0.0000	0.9967 ns
Tratamiento	14	6.2364	0.4455	6.6600	<.0001 **
Concentración (C)	2	0.3817	0.1908	2.8500	0.0745 ns
Microelementos (M)	1	0.0225	0.0225	0.3400	0.5666 ns
Forma de aplicación (A)	1	0.2669	0.2669	3.9900	0.0555 ns
C x M	2	0.0617	0.0308	0.4600	0.6354 ns
C x A	2	0.0139	0.0069	0.1000	0.9017 ns
M x A	1	0.0003	0.0003	0.0000	0.9491 ns
C x M x A	2	0.0006	0.0003	0.0000	0.9959 ns
Factorial vs Testigos	1	4.0201	4.0201	60.1000	<.0001 **
Entre testigos	2	1.4689	0.7344	10.9800	0.0003 **
Error	28	1.8729	0.0669		
Total	44	8.1098			

C.V = 4.01 %

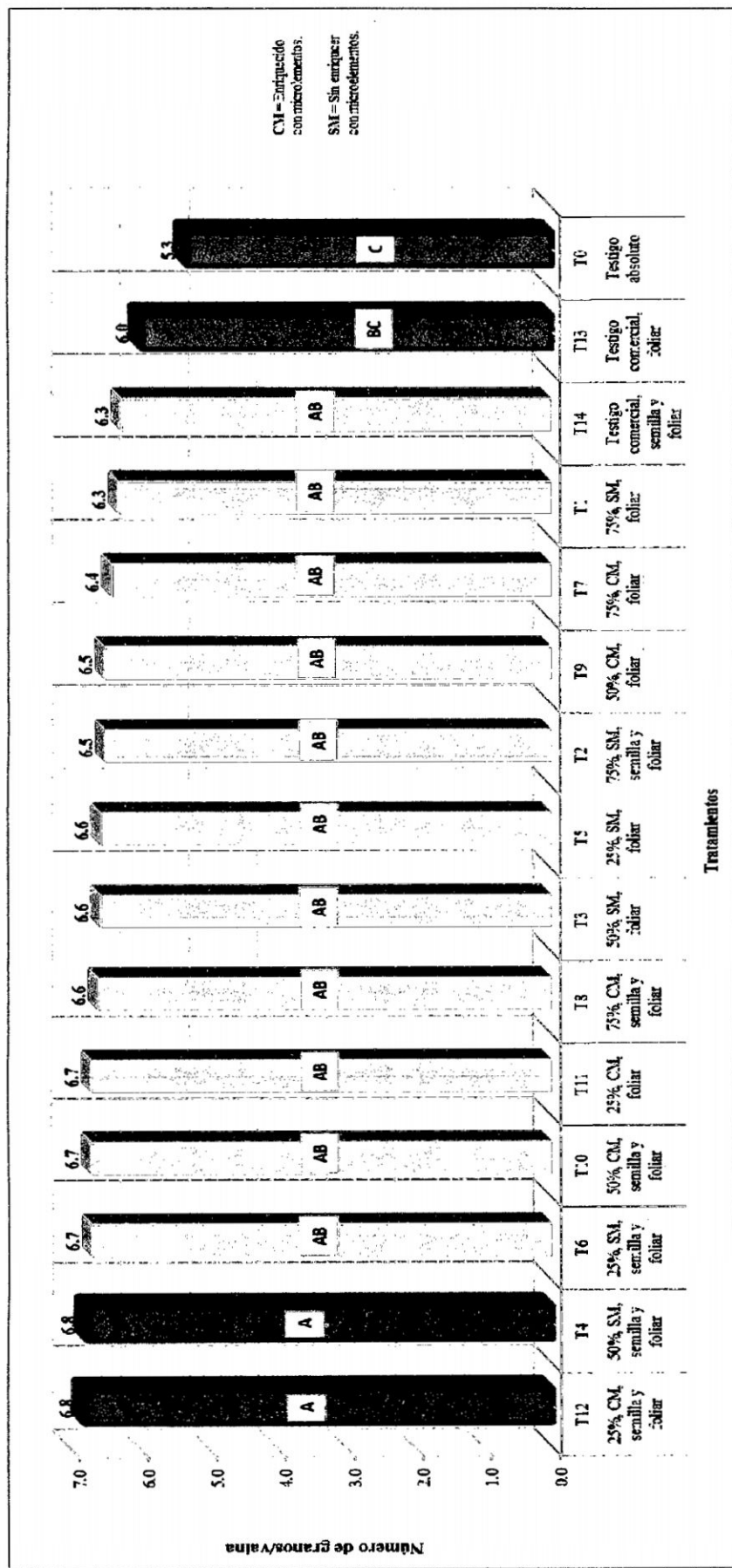


Gráfico 3.8: Prueba de Tukey (0.05) para el número de granos por vaina, con tratamientos de bioestimulantes, en arveja (*Pisum sativum* L.) var. Usui. Pampa del Arco 2792 msnm, Ayacucho. 2014.

En el gráfico 3.8 se observan los resultados obtenidos luego de realizar la prueba de Tukey para la variable número de granos por vaina, en los que se observa que el rango para este carácter varía de 5.3 a 6.8 cm y se pueden considerar 3 grupos de similitud sin diferencia entre ellos.

El mayor promedio corresponde al primer grupo de similitud que comprende los tratamientos T₁₂ (25% de extracto de alga, enriquecido con microelementos y aplicado a la semilla y al follaje) y T₄ (50% de extracto de alga, sin enriquecer con microelementos y aplicado a la semilla y al follaje), con 6.8 granos por vaina; el segundo grupo de similitud con un promedio de número de granos por vaina intermedio corresponde a los tratamientos T₆ (25% de extracto de alga, sin enriquecer con microelementos y aplicado a la semilla y al follaje), T₁₀ (50% de extracto de alga, enriquecido con microelementos y aplicado a la semilla y al follaje), T₁₁ (25% de extracto de alga, enriquecido con microelementos y aplicado al follaje), T₈ (75% de extracto de alga, enriquecido con microelementos y aplicado a la semilla y al follaje), T₃ (50% de extracto de alga, sin enriquecer con microelementos y aplicado al follaje), T₅ (25% de extracto de alga, sin enriquecer con microelementos y aplicado al follaje), T₂ (75% de extracto de alga, sin enriquecer con microelementos y aplicado a la semilla y al follaje), T₉ (50% de extracto de alga, enriquecido con microelementos y aplicado al follaje), T₇ (75% de extracto de alga, enriquecido con microelementos y aplicado al follaje), T₁ (75% de extracto de alga, sin enriquecer con microelementos y aplicado al follaje) y T₁₄ (Bioestimulante comercial aplicado a la semilla y al follaje – Testigo comercial), con rango de 6.7 a 6.3 cm; y el menor promedio corresponde a los tratamientos T₁₃ (Bioestimulante comercial aplicado al follaje – Testigo

comercial) y T_0 (Testigo absoluto), con 6.0 y 5.3 granos por vaina respectivamente. Cabe mencionar que los tratamientos T_{12} y T_4 superan a los testigos comerciales y al testigo absoluto.

En este trabajo de investigación, el mayor número de granos por vaina encontrado fue de 6.8, este valor es superior al obtenido por Sánchez (2004), que en su trabajo de investigación en el que probó el rendimiento de variedades de arveja, con dos fórmulas de abonamiento y dos densidades de siembra, manifiesta haber obtenido un promedio de 4.78 granos por vaina en la variedad Usui. También es superior al valor obtenido por Zapata (2004), que en su trabajo de investigación en el que estudió el rendimiento en verde de siete variedades y tres líneas de arveja, en Canaán a 2750 msnm, registró un promedio de 6.7 granos por vaina para la variedad Usui.

Así mismo es superior al valor reportado por Rodríguez (2005), que en su trabajo de investigación, en el que estudió dos métodos de siembra, en el rendimiento de cuatro variedades de arveja, registró un promedio 6.50 granos por vaina para la variedad Usui.

Sin embargo es inferior al promedio reportado por Pariona (2002), que en su trabajo de investigación, estudió el efecto de dos momentos de siembra, en la producción de arveja en verde y grano seco, en asociación con maíz amiláceo y registró un promedio de 6.88 granos por vaina para la variedad Usui.

Cabe mencionar que, los valores de número de granos por vaina obtenidos en los distintos tratamientos del presente trabajo de investigación, se encuentran dentro del rango obtenido por los autores mencionados.

Los trabajos de investigación mencionados para comparar con los valores obtenidos, se realizaron empleando abonamiento inorgánico de fondo, a pesar de ello, los promedios obtenidos en los tratamientos con aplicación del bioestimulante de extracto de alga *Spirogyra communis* (Hasall) Kurtz del presente trabajo de investigación, se encuentran dentro de los rangos mencionados anteriormente, esto se debe a que los bioestimulantes de extractos de algas contienen cuatro tipos de componentes: coloides, nutrientes minerales, azúcares, y fitohormonas (Red agrícola, 2000); que actúan como estimulantes de la germinación, activadores del crecimiento foliar y radicular, incrementan el contenido de clorofila y la capacidad fotosintética, mejoran la relación raíz – parte aérea de planta, incrementan la captación de nutrientes, brindan mayor resistencia a la sequía, a la salinidad y al estrés, y actúan como antitranspirantes (García y Martel, 2004).

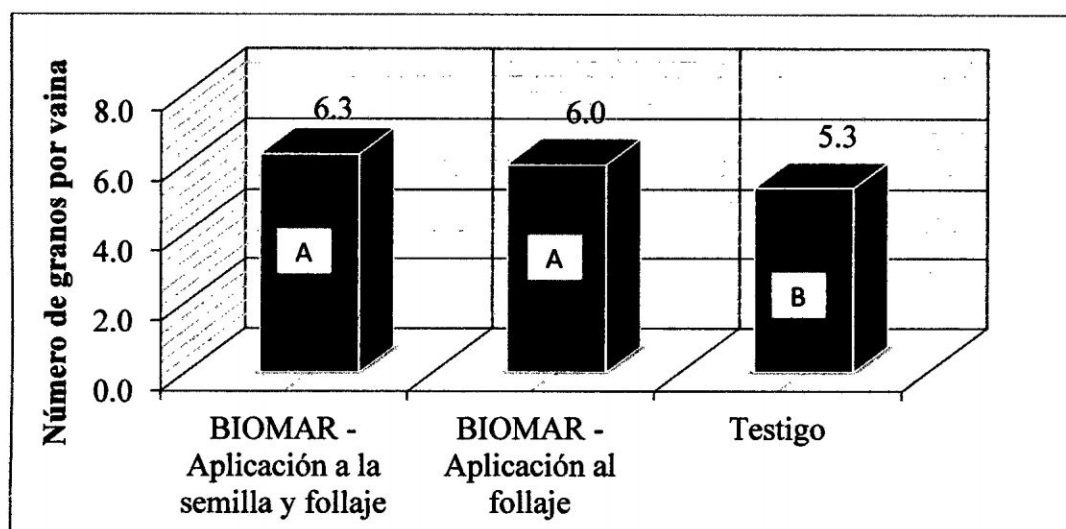


Gráfico 3.9: Prueba de Tukey de los testigos; para el número de granos por vaina, con tratamientos de bioestimulantes, en arveja (*Pisum sativum* L.) var. Usui. Pampa del Arco 2792 msnm, Ayacucho. 2014.

En el gráfico 3.9, se puede observar que los testigos comerciales superan al testigo absoluto en el número de granos por vaina, esto se debe a que los testigos comerciales fueron tratados con el bioestimulante Biomar que contiene microelementos, aunque no en la concentración óptima (ver anexo 49 y 50); además contiene fitohormonas y oligosacáridos que actuaron como estimuladores del desarrollo, del sistema inmunitario y de defensa de la planta (Melián, et. al. 2005).

Cabe destacar que los testigos comerciales no superaron a los tratamientos en los que se aplicó el bioestimulante de extracto de alga *Spirogyra communis* (Hasall) Kurtz, esto se debe a que en este último el contenido de microelementos es mayor y más cercano a los requerimientos del cultivo de la arveja (Ver anexo 49 y 50), y posiblemente ocurra lo mismo con los otros compuestos algales.

3.1.5. ÍNDICE DE COSECHA (%)

En el cuadro 3.8 se presenta el análisis de varianza para la variable índice de cosecha (%), resultando una alta significación estadística en la fuente de variación tratamiento, lo cual nos indica que al menos existe un promedio de los tratamientos que se diferencia de los otros; por lo cual se procedió a realizar la prueba de Tukey (0.05) (ver gráfico 3.10). También se encontró diferencia altamente significativa en la fuente de variación concentración y en la fuente de variación forma de aplicación por lo que se procedió a realizar un análisis de regresión (ver cuadro 3.9 y gráfico 3.11) y una prueba de Tukey (0.05) (ver gráfico 3.12) respectivamente. Además se encontró diferencia altamente significativa en la fuente de variación de la interacción M x A, por lo que se

realizó un ANVA adicional (ver cuadro 3.10). La fuente de variación factorial vs testigos también tiene una alta significación estadística, lo cual nos indica que el índice de cosecha promedio obtenido en los tratamientos factoriales de 56% es superior al índice de cosecha promedio obtenido en los testigos que es 47%.

Cuadro 3.8: Análisis de variancia del índice de cosecha (%), con tratamientos de bioestimulantes, en arveja (*Pisum sativum* L.) var. Usui. Pampa del Arco 2792 msnm, Ayacucho. 2014.

FUENTE DE VARIACIÓN	GL	SC	CM	FC	Pr > FC
Bloque	2	61.34	30.67	1.15	0.3317 ns
Tratamiento	14	1830.88	130.78	4.90	0.0002 **
Concentración (C)	2	498.14	249.07	9.32	0.0008 **
Microelementos (M)	1	18.66	18.66	0.70	0.4103 ns
Forma de aplicación (A)	1	337.33	337.33	12.63	0.0014 **
C x M	2	154.93	77.46	2.90	0.0717 ns
C x A	2	3.45	1.72	0.06	0.9377 ns
M x A	1	148.60	148.60	5.56	0.0256 **
C x M x A	2	26.11	13.06	0.49	0.6185 ns
Factorial vs Testigos	1	574.66	574.66	21.51	<.0001 **
Entre testigos	2	69.00	34.50	1.29	0.2907 ns
Error	28	747.95	26.71		
Total	44	2640.18			

C.V = 9.54 %

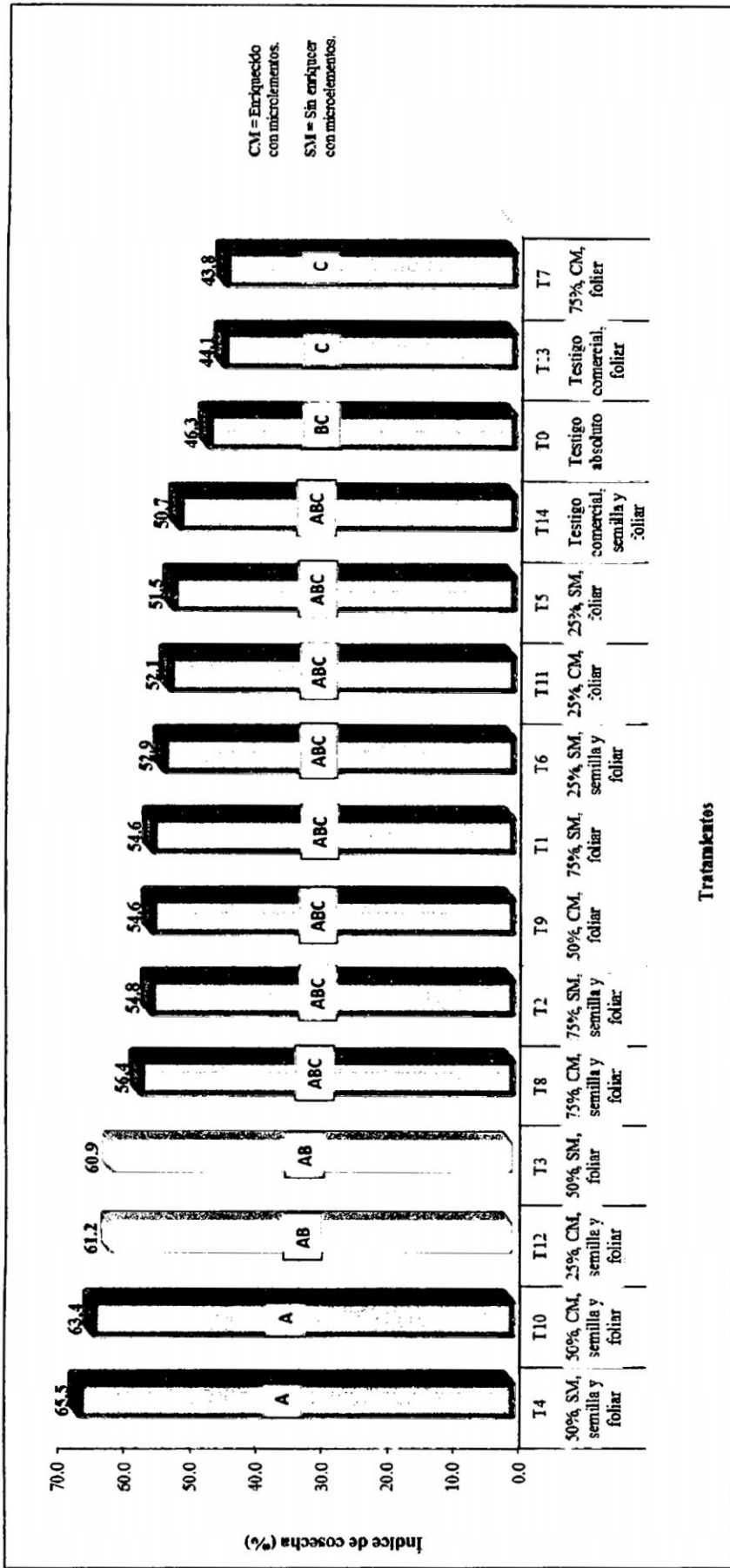


Gráfico 3.10: Prueba de Tukey (0.05) para el índice de cosecha (%) con tratamientos de bioestimulantes, en arveja (*Pisum sativum* L.) var. Usui. Pampa del Arco 2792 msnm, Ayacucho. 2014.

En el gráfico 3.10 se observan los resultados obtenidos luego de realizar la prueba de Tukey para la variable índice de cosecha (%), en los que se observa que el rango para este carácter varía de 43.8 a 65.5% y se pueden considerar 3 grupos de similitud sin diferencia entre ellos.

El mayor promedio corresponde al primer grupo de similitud que comprende los tratamientos T₄ (50% de extracto de alga, sin enriquecer con microelementos y aplicado a la semilla y al follaje) y T₁₀ (50% de extracto de alga, enriquecido con microelementos y aplicado a la semilla y al follaje), con 65.5% y 63.4% respectivamente, el segundo grupo de similitud con un promedio de índice de cosecha intermedio corresponde a los tratamientos T₁₂ (25% de extracto de alga, enriquecido con microelementos y aplicado a la semilla y al follaje) y T₃ (50% de extracto de alga, sin enriquecer con microelementos y aplicado al follaje), con 61.2% y 60.9% respectivamente y el menor promedio corresponde a los tratamientos T₈ (75% de extracto de alga, enriquecido con microelementos y aplicado a la semilla y al follaje), T₂ (75% de extracto de alga, sin enriquecer con microelementos y aplicado a la semilla y al follaje), T₉ (50% de extracto de alga, enriquecido con microelementos y aplicado al follaje), T₁ (75% de extracto de alga, sin enriquecer con microelementos y aplicado al follaje), T₆ (25% de extracto de alga, sin enriquecer con microelementos y aplicado a la semilla y al follaje), T₁₁ (25% de extracto de alga, enriquecido con microelementos y aplicado al follaje), T₅ (25% de extracto de alga, sin enriquecer con microelementos y aplicado al follaje), T₁₄ (Bioestimulante comercial aplicado a la semilla y al follaje – Testigo comercial), T₀ (Testigo absoluto), T₁₃ (Bioestimulante comercial

aplicado al follaje – Testigo comercial) y T₇ (25% de extracto de alga, enriquecido con microelementos y aplicado al follaje), con un rango de 56.4 a 43.8%.

Cabe mencionar que los tratamientos T₄, T₁₀, T₁₂ y T₃ superan a los testigos comerciales y al testigo absoluto.

En este trabajo de investigación, el mayor índice de cosecha encontrado fue de 65.5%, este valor es superior al reportado por Prieto y Salvagiotti (2014), que en su trabajo de investigación, en el que estudió las curvas de dilución y acumulación de macronutrientes en arveja, señala haber encontrado para el cultivo de arveja, al estado de madurez fisiológica un IC promedio de 50.2%. Sin embargo, el mínimo valor de índice de cosecha encontrado (43.8%) es inferior al IC reportado por Prieto y Salvagiotti (2014).

El trabajo de investigación mencionado, para comparar con los valores de índice de cosecha encontrados en el presente trabajo de investigación, se ejecutó empleando abonamiento inorgánico, a pesar de ello, los valores de IC obtenidos en los tratamientos con aplicación del bioestimulante de extracto de alga *Spirogyra communis* (Hasall) Kurtz del presente trabajo de investigación, a excepción del T₇, superan al IC promedio mencionado por el autor, esto se debe a que los bioestimulantes de extractos de algas contienen cuatro tipos de componentes: coloides, nutrientes minerales, azúcares, y fitohormonas (Red agrícola, 2000). Los que actúan como estimulantes de la germinación, activadores del crecimiento foliar y radicular, favorecen la mayor producción de vainas, incrementan el contenido de clorofila y la capacidad fotosintética, mejoran la relación raíz – parte aérea de planta, incrementan la captación de nutrientes,

brindan mayor resistencia a la sequía, a la salinidad y al estrés, y actúan como antitranspirantes (García y Martel, 2004).

En el cuadro 3.9 se presenta el análisis de regresión para la concentración extracto de alga *Spirogyra communis* (Hasall) Kurtz (C), en la variable índice de cosecha (%), a partir de este cuadro, se deduce que el modelo que se ajusta a los datos es el cuadrático.

Cuadro 3.9: Análisis de regresión para el factor concentración de extracto de alga (C); para el índice de cosecha (%). Pampa del Arco 2792 msnm, Ayacucho. 2014.

FUENTE DE VARIACIÓN	GL	SC	CM	FC	Pr > FC
C	2	498.14	249.07	9.32	0.0008 **
C Lineal	1	24.85	24.85	0.93	0.3431 ns
C Cuadrático	1	473.29	473.29	17.72	0.0002 **

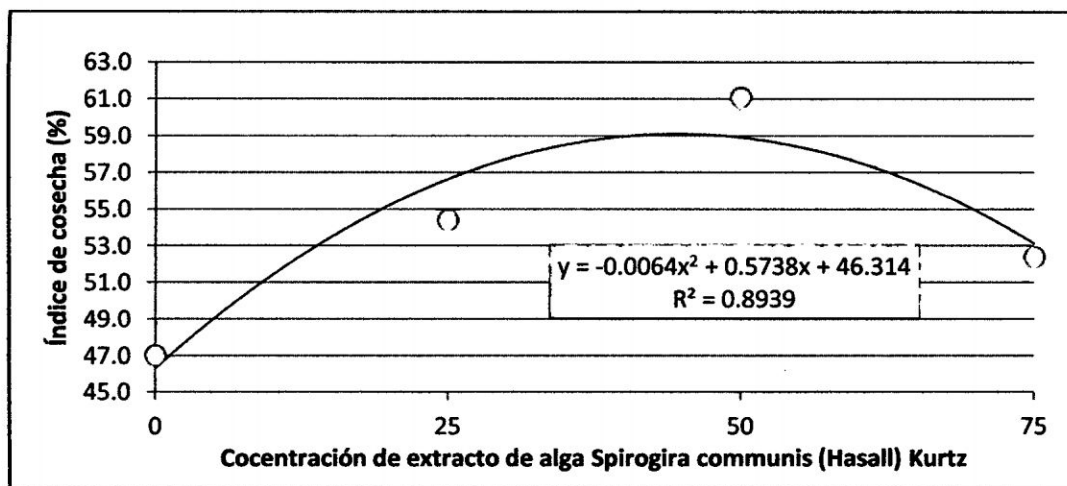


Gráfico 3.11: Análisis de regresión para el factor concentración de extracto de alga (C); para el índice de cosecha (%). Pampa del Arco 2792 msnm, Ayacucho. 2014.

Luego de derivar la ecuación del gráfico 3.11, se determinó que la concentración de extracto de alga *Spirogyra communis* (Hasall) Kurtz que maximiza el índice de cosecha es 45% con 59.2%.

Esta concentración de extracto de alga *Spirogyra communis* (Hasall) Kurtz, resultó ser la mejor debido a que, la cantidad de microelementos aplicados en esta concentración, se aproximó a los requerimientos de microelementos del cultivo de la arveja (Ver anexo 49 y 50). Posiblemente ocurrió lo mismo con los otros compuestos algales.

La concentración de 25% no tuvo el mejor índice de cosecha, porque, los compuestos algales tales como coloides, nutrientes minerales, azúcares, y fitohormonas no se encontraron en la cantidad óptima, para reforzar en las plantas su sistema inmunitario (más defensa), su sistema alimentario (más nutrición) y sus funciones fisiológicas (más vigor) (Fox y Cameron, 1961 y López et. al., 1995). Y al ser enriquecido con microelementos, a pesar de tener una cantidad casi óptima de microelementos, no tiene la cantidad óptima de los otros compuestos algales, que influyen sobre el índice de cosecha, tales como los ficocoloides que al formar una capa fina hidratante sobre la planta le brindan más vigor, o el manitol y ácido algínico que contribuyen en la absorción y translocación de nutrientes (Red agrícola, 2000), que posteriormente se refleja en una mayor producción de vainas y menor concentración de fotosintatos en las hojas, al final del ciclo del cultivo.

La concentración de 75% no tuvo el mejor índice de cosecha debido a que los compuestos algales se encontraban en exceso y causaron cierta toxicidad sobre las plantas.

Al respecto García y Martel (2004), mencionan que se tiene referencia de que muchos bioestimulantes que son enriquecidos con microelementos, emplean

concentraciones de extracto de algas por debajo de 25%, debido a que concentraciones mayores pueden causar toxicidad.

Del mismo modo IFA – FAO (2002), indica que los micronutrientes requieren una atención y cuidado especial, porque hay un margen estrecho entre el exceso y la deficiencia en las necesidades de microelementos de las plantas. Si se aplica demasiado de un microelemento dado, puede tener un efecto dañino en el cultivo y/o en el cultivo subsiguiente.

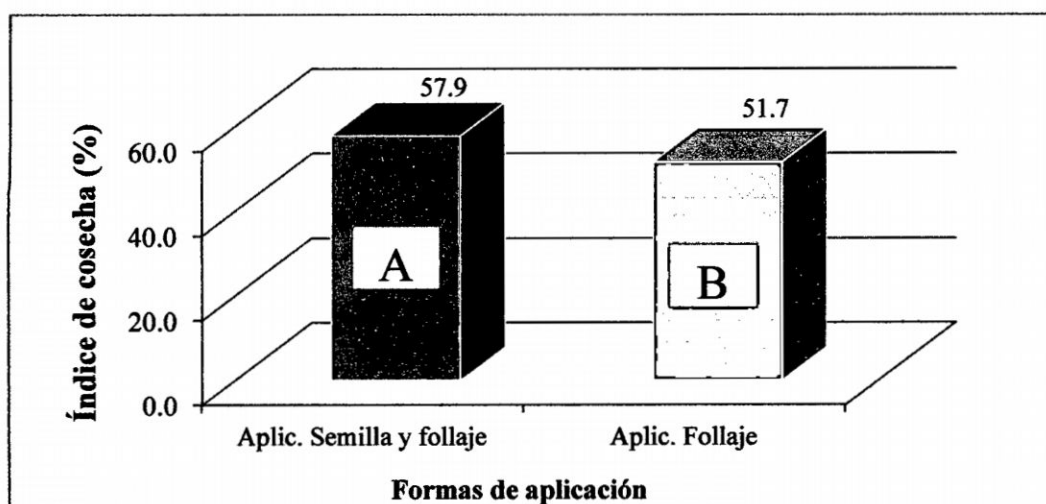


Gráfico 3.12: Prueba de Tukey (0.05) para el factor formas de aplicación; para el índice de cosecha (%). Pampa del Arco 2792 msnm, Ayacucho. 2014.

Como se observa en el gráfico 3.12, la aplicación de los bioestimulantes a la semilla y al follaje, incrementaron el índice de cosecha (%) en un 6.7%, esto ocurre porque la aplicación a la semilla refuerza la aplicación foliar, puesto que, al ser aplicado a la semilla actúa como estimulante de la germinación, activador del crecimiento radicular, activador de defensas (estimulante de fitoalexinas radicales), incrementa el contenido en clorofila y la capacidad fotosintética, mejora la relación raíz-parte aérea de planta, mejoran la captación de nutrientes en

suelos alcalinos debido a su pH ligeramente ácido (Guaranda, 2012) y actúa como activador microbiológico edáfico, además de estructurador y quelante (Craes, 1969); y se complementa al ser aplicado foliarmente porque las enzimas, fitohormonas, oligosacáridos y micronutrientes que contienen los bioestimulantes empleados refuerzan en las plantas su sistema inmunitario (más defensa) y su sistema alimentario (más nutrición) y activan sus funciones fisiológicas (más vigor) (Fox y Cameron, 1961 y López et. al., 1995). Además Povolny (1981), indica que los extractos de algas aplicados foliarmente actúan como antitranspirantes sobre la planta.

En el cuadro 3.10 se presenta el análisis de varianza adicional para la variable 'índice de cosecha (%)', a partir de este cuadro se realizó la prueba de Tukey (0.05) en las fuentes de variación en las que existe diferencia altamente significativa.

Cuadro 3.10: ANVA adicional del índice de cosecha (%), con tratamientos de bioestimulantes, en arveja (*Pisum sativum* L.) var. Usui. Pampa del Arco 2792 msnm, Ayacucho. 2014.

FUENTE DE VARIACIÓN	GL	SC	CM	FC	Pr > FC
M en a1	1	227.70	227.70	8.52	0.0068 **
M en a2	1	11.07	11.07	0.41	0.5250 ns
A en m0	1	250.68	250.68	9.38	0.0048 **
A en m1	1	294.65	294.65	11.03	0.0025 **

Cuadro 3.11: Prueba de Tukey (0.05) para el factor enriquecimiento con microelementos en distintas formas de aplicación; para el índice de cosecha (%). Pampa del Arco 2792 msnm, Ayacucho. 2014.

M en a1	Aplicación foliar	Sin Microelementos	50.2	A
		Con Microelementos	55.7	B
M en a2	Aplicación a la semilla y foliar	Sin Microelementos	60.4	A
		Con Microelementos	57.7	A

Como se observa en el cuadro 3.11, al aplicar foliarmente el bioestimulante de extracto de alga *Spirogyra communis* (Hasall) Kurtz, es conveniente realizar el enriquecimiento con microelementos, debido a que, dicho enriquecimiento influyó sobre el índice de cosecha (%), incrementándolo, este incremento ocurrió, porque, al aplicar el bioestimulante enriquecido con microelementos al follaje, la cantidad de microelementos adicionados cubrió con el requerimiento de microelementos de la planta de arveja (ver anexo 49 y 50) y posiblemente ocurra lo mismo con los demás compuestos algales.

Por otro lado podemos observar que al aplicar a la semilla y foliarmente el bioestimulante de extracto de alga *Spirogyra communis* (Hasall) Kurtz, es indiferente la aplicación de microelementos, debido a que, no hubo diferencia significativa en el índice de cosecha (%) en ambos casos, esto se debe a que, el contenido de microelementos en esta forma de aplicación es adecuado o está por encima de los requerimientos de la planta (ver anexo 49 y 50), posiblemente ocurra lo mismo con los demás compuestos algales.

Al respecto IFA – FAO (2002), indica que los micronutrientes requieren una atención y cuidado especial, porque hay un margen estrecho entre el exceso y la deficiencia en las necesidades de microelementos de las plantas.

Cuadro 3.12: Prueba de Tukey (0.05) para el factor formas de aplicación con y sin enriquecimiento con microelementos; para el índice de cosecha (%). Pampa del Arco 2792 msnm, Ayacucho. 2014.

A en m0	Sin microelementos	Aplic. Foliar	52.8	A
		Aplic. Semilla y foliar	56.0	B
A en m1	Con microelementos	Aplic. Foliar	50.2	A
		Aplic. Semilla y Foliar	60.4	B

Como se observa en el cuadro 3.12, la aplicación a la semilla y foliar del bioestimulante de extracto de alga *Spirogyra communis* (Hasall) Kurtz, con y sin enriquecimiento con microelementos, incrementó el índice de cosecha (%), esto se debe a que, esto ocurre porque la aplicación a la semilla refuerza la aplicación foliar, puesto que, al ser aplicado a la semilla actúa como estimulante de la germinación, activador del crecimiento radicular, activador de defensas (estimulante de fitoalexinas radiculares), incrementa el contenido en clorofila y la capacidad fotosintética, mejora la relación raíz-parte aérea de planta, mejoran la captación de nutrientes en suelos alcalinos debido a su pH ligeramente ácido (Guaranda, 2012) y actúa como activador microbiológico edáfico, además de estructurador y quelante (Caraes, 1969); y se complementa al ser aplicado foliarmente, ya que las enzimas, fitohormonas, oligosacáridos y micronutrientes que el extracto de alga *Spirogyra communis* (Hasall) Kurtz contiene refuerzan en las plantas su sistema inmunitario (más defensa) y su sistema alimentario (más nutrición) y activan sus funciones fisiológicas (más vigor) (Fox y Cameron, 1961 y López et. al., 1995).

Además Povolny (1981), indica que los extractos de algas aplicados foliarmente actúan como antitranspirantes sobre la planta.

3.2. RENDIMIENTO EN VAINA VERDE (kg.ha⁻¹)

En el cuadro 3.13 se presenta el análisis de varianza para la variable rendimiento en vaina verde (kg.ha⁻¹), resultando una alta significación estadística en la fuente de variación tratamiento, lo cual nos indica que al menos existe un promedio de los tratamientos que se diferencia de los otros; por lo cual se procedió a realizar la

prueba de Tukey (0.05) (ver gráfico 3.13). También se encontró diferencia altamente significativa en la fuente de variación de la interacción C x M x A, por lo que se realizó un ANVA adicional (ver cuadro 3.14). La fuente de variación factorial vs testigos también tiene una alta significación estadística, lo cual nos indica que el rendimiento en vaina verde promedio obtenido en los tratamientos factoriales de 11666.9 kg.ha⁻¹ es superior al rendimiento en vaina verde promedio obtenido en los testigos que es 7699.0 kg.ha⁻¹. Además se encontró diferencia altamente significativa en la fuente de variación entre testigos, por lo que se realizó la prueba de Tukey (0.05) (ver gráfico 3.16).

Cuadro 3.13: Análisis de variancia del rendimiento en vaina verde (kg.ha⁻¹), con tratamientos de bioestimulantes, en arveja (*Pisum sativum* L.) var. Usui. Pampa del Arco 2792 msnm, Ayacucho. 2014.

FUENTE DE VARIACIÓN	GL	SC	CM	FC	Pr > FC
Bloque	2	115382.60	57691.30	0.30	0.7450 ns
Tratamiento	14	285851729.00	20417980.60	105.28	<.0001 **
Concentración (C)	2	31525001.80	15762500.90	81.28	<.0001 **
Microelementos (M)	1	1023418.90	1023418.90	5.28	0.0293 *
Forma de aplicación (A)	1	106716027.80	106716028.00	550.26	<.0001 **
C x M	2	19101492.00	9550746.00	49.25	<.0001 **
C x A	2	7391790.10	3695895.10	19.06	<.0001 **
M x A	1	408127.20	408127.20	2.10	0.1580 ns
C x M x A	2	4207035.00	2103517.50	10.85	0.0003 **
Factorial vs Testigos	1	113356348.00	113356348.00	584.50	<.0001 **
Entre testigos	2	2122488.20	1061244.10	5.47	0.0099 **
Error	28	5430233.30	193936.90		
Total	44	291397344.80			

C.V = 4.05 %

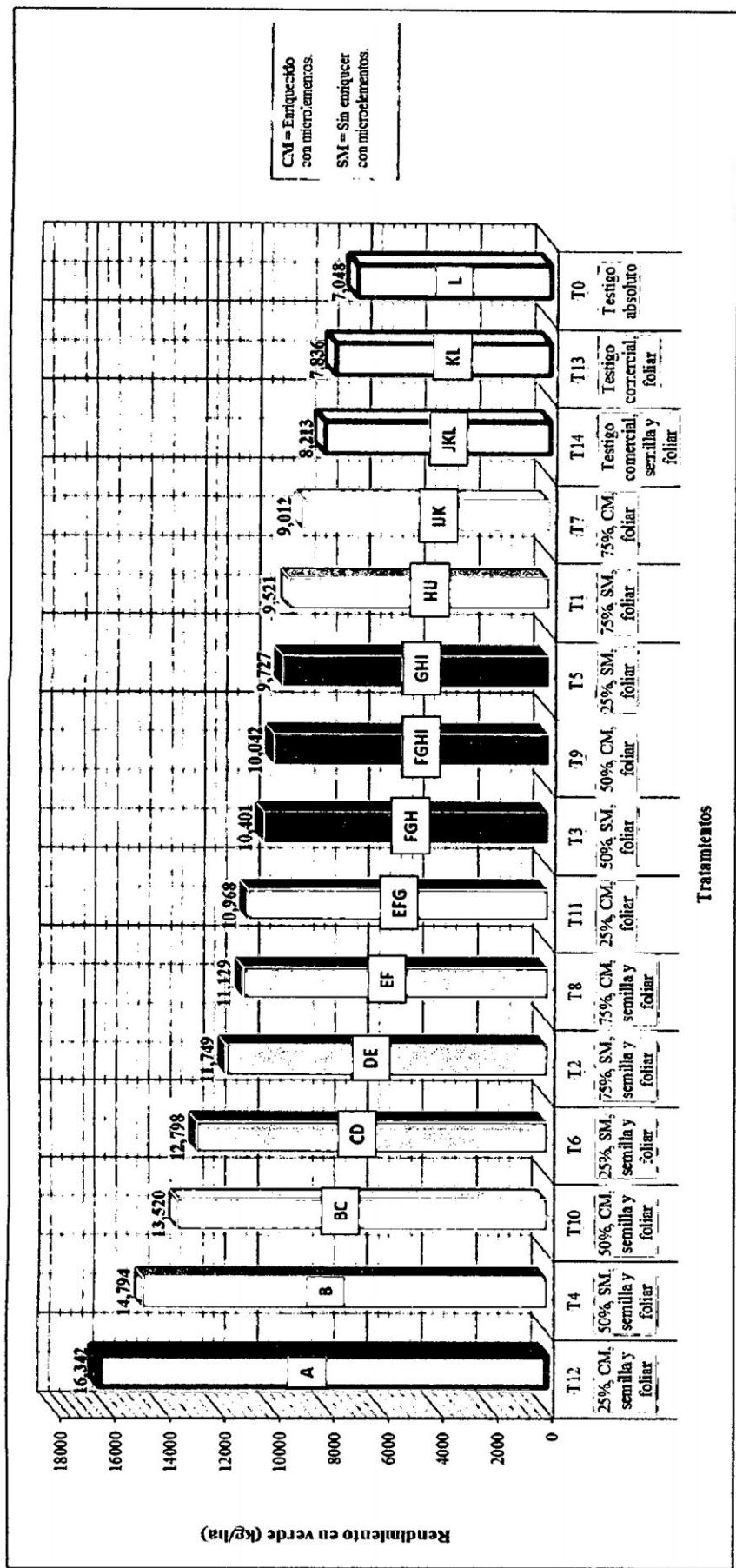


Gráfico 3.13: Prueba de Tukey (0.05) para el rendimiento en vaina verde ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$), con tratamientos de bioestimulantes, en arveja (*Pisum sativum* L.) var. Usui. Pampa del Arco 2792 msnm, Ayacucho. 2014.

En el gráfico 3.13 se observan los resultados obtenidos luego de realizar la prueba de Tukey para la variable rendimiento en vaina verde ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$), en los que se observa que el rango para este carácter varía de 7048 a 16342 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ y se pueden considerar 12 grupos de similitud sin diferencia entre ellos.

El mayor promedio corresponde al primer grupo de similitud que comprende al T₁₂ (25% de extracto de alga, enriquecido con microelementos y aplicado a la semilla y al follaje), con 16342 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$; el segundo grupo de similitud corresponde al T₄ (50% de extracto de alga, sin enriquecer con microelementos y aplicado a la semilla y al follaje), con 14794 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$; el tercer grupo de similitud corresponde al T₁₀ (50% de extracto de alga, enriquecido con microelementos y aplicado a la semilla y al follaje), con 13520 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$; el cuarto grupo de similitud corresponde al T₆ (25% de extracto de alga, sin enriquecer con microelementos y aplicado a la semilla y al follaje), con 12798 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$; el quinto grupo de similitud corresponde al T₂ (75% de extracto de alga, sin enriquecer con microelementos y aplicado a la semilla y al follaje), con 11749 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$; el sexto grupo de similitud corresponde al T₈ (75% de extracto de alga, enriquecido con microelementos y aplicado a la semilla y al follaje), con 11129 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$; el séptimo grupo de similitud corresponde al T₁₁ (25% de extracto de alga, enriquecido con microelementos y aplicado al follaje), con 10968 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$; el octavo grupo de similitud corresponde al T₃ (50% de extracto de alga, sin enriquecer con microelementos y aplicado al follaje), con un promedio de 10401 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$; el noveno grupo de similitud corresponde a los tratamientos T₉ (50% de extracto de alga, enriquecido con microelementos y aplicado al follaje) y T₅ (25% de extracto de alga, sin enriquecer con microelementos y aplicado al follaje), con 10042 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ y 9727

kg.ha⁻¹ respectivamente; el décimo grupo de similitud corresponde al T₁ (75% de extracto de alga, sin enriquecer con microelementos y aplicado al follaje), con 9521 kg.ha⁻¹; el undécimo grupo de similitud corresponde al T₇ (75% de extracto de alga, enriquecido con microelementos y aplicado al follaje), con 9012 kg.ha⁻¹; y el menor promedio corresponde a los tratamientos T₁₄ (Bioestimulante comercial aplicado a la semilla y al follaje – Testigo comercial), T₁₃ (Bioestimulante comercial aplicado al follaje – Testigo comercial) y T₀ (Testigo absoluto), con 8213 kg.ha⁻¹, 7836 kg.ha⁻¹ y 7048 kg.ha⁻¹ respectivamente. Cabe mencionar que todos los tratamientos superan a los testigos comerciales y al testigo absoluto.

En este trabajo de investigación, el mayor rendimiento en vaina verde encontrado fue de 16342 kg.ha⁻¹, este rendimiento es superior al reportado por Rodríguez (2005), que al estudiar dos métodos de siembra y cuatro variedades en Canaán a 2750 msnm, reporta un rendimiento en vaina verde de 6.963 t.ha⁻¹ para la variedad Usui, con una fórmula de abonamiento de 30-30-70 de NPK como abono de fondo y con espalderas.

Así mismo, este rendimiento en vaina verde es superior al registrado por Velazco (2004), que en su trabajo de investigación, en el que evaluó el rendimiento de cinco variedades de arveja, con distintas formas de manejo en Canaán INIA a 2720 msnm, reportó para la variedad Usui, un rendimiento de 7038.30 kg.ha⁻¹, empleando espalderas y fertilización inorgánica.

Zapata (2004), en su trabajo de investigación, en el que estudió el rendimiento en verde de siete variedades y tres líneas de arveja, en Canaán a 2750 msnm, reporta

para la variedad Usui un rendimiento en vaina verde de 12230 kg.ha⁻¹, con riego por goteo, espalderas y una fórmula de abonamiento de 80–60–40 de NPK. Este rendimiento es inferior al obtenido en el presente trabajo de investigación.

Pariona (2002), en su trabajo de investigación, en el que estudió el efecto de dos momentos de siembra, en la producción de arveja en verde y grano seco, en asociación con maíz amiláceo reporta para la variedad Usui un rendimiento en vaina verde de 9494 kg.ha⁻¹, en asociación con maíz amiláceo y empleando fertilización inorgánica.

Como se puede observar, los trabajos de investigación mencionados para comparar con los rendimientos en vaina verde obtenidos, se realizaron con abonamiento de fondo, a pesar de ello, los promedios obtenidos en el presente trabajo de investigación superan el rendimiento en vaina verde reportado por Rodríguez (2005) y Velazco (2004); mientras los tratamientos T₁₂, T₄, T₁₀, T₆, T₂, T₈, T₁₁, T₃, T₉, T₅ y T₁ superan el rendimiento en vaina verde reportado por Pariona (2002) y los tratamientos T₁₂, T₄, T₁₀ y T₆ superan el rendimiento en vaina verde reportado por Zapata (2004), esto se debe a que los bioestimulantes de extractos de algas contienen cuatro tipos de componentes: coloides, nutrientes minerales, azúcares, y fitohormonas (Red agrícola, 2000), que actúan como estimulantes de la germinación, activadores del crecimiento foliar y radicular, favorecen la mayor producción de vainas, incrementan el contenido de clorofila y la capacidad fotosintética, mejoran la relación raíz – parte aérea de planta, incrementan la captación de nutrientes, brindan mayor resistencia a la sequía, a la salinidad y al estrés, y actúan como antitranspirantes (García y Martel, 2004).

Adicionalmente los extractos de algas mejoran las propiedades del suelo al actuar como antierosivos y estructuradores de suelos debido a sus propiedades viscosantes-gelificantes que le permiten crear una fina capa hidratante sobre el suelo, también actúan como hidratantes de suelos debido a la capacidad de los ficocoloides de formar una red que retiene una gran cantidad de agua. La gran higroscopicidad de estos coloides les permite captar agua en estado gaseoso de forma reiterada, motivo por el cual aumenta y mantiene la capacidad de campo de suelos (Povolny, 1981). Así mismo los extractos de algas tienen una mayor perdurabilidad como activador microbiológico edáfico (Caraes 1969).

Rodríguez (2005), menciona que el rendimiento en vaina verde está relacionado al número de vainas por planta, al número de granos por vaina, a la longitud de vaina y al peso de cada vaina.

En este trabajo de investigación el mínimo rendimiento en vaina verde obtenido fue $7048 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, este rendimiento es superior al obtenido por Rodríguez (2005) y Velazco (2004), pero es inferior a los rendimientos obtenidos por Zapata (2004) y Pariona (2002). Esto se debe posiblemente a que la variedad Usui se adaptó mejor a una altitud de 2792 msnm, es decir, tuvo una mejor adaptación tanto vegetativa como reproductiva que incrementa el rendimiento tomando en cuenta lo mencionado por Palomino (2003). Además el rendimiento en vaina verde depende de factores externos que son agua, luz, temperatura, soporte mecánico, aire y suelo (Velazco, 2004), posiblemente estos factores externos fueron más favorables en Pampa del Arco a 2792 msnm que en Canaán entre 2720 y 2750 msnm.

En el cuadro 3.14 se presenta el análisis de varianza adicional para la variable rendimiento en vaina verde ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$), a partir de este cuadro se realizó el análisis de regresión o la prueba de Tukey (0.05) respectiva según corresponda, en las fuentes de variación en las que existe diferencia altamente significativa.

Cuadro 3.14: ANVA adicional del rendimiento en vaina verde ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$), con tratamientos de bioestimulantes, en arveja (*Pisum sativum* L.) var. Usui. Pampa del Arco 2792 msnm, Ayacucho. 2014.

FUENTE DE VARIACIÓN	GL	SC	CM	FC	Pr > FC
C en m0a1	3	10694312.00	3564770.70	18.38	<.0001 **
C en m0a1 Lineal	1	4920919.10	4920919.10	25.37	<.0001 **
C en m0a1 Cuadrático	1	5756600.30	5756600.30	29.68	<.0001 **
C en m0a1 Cúbico	1	16792.60	16792.60	0.09	0.7707 ns
C en m0a2	3	68384856.30	22794952.10	117.54	<.0001 **
C en m0a2 Lineal	1	23827471.30	23827471.30	122.86	<.0001 **
C en m0a2 Cuadrático	1	43655693.80	43655693.80	225.10	<.0001 **
C en m0a2 Cúbico	1	901691.10	901691.10	4.65	0.0398 *
C en m1a1	2	5747311.70	2873655.80	14.82	<.0001 **
C en m1a1 Lineal	1	5741897.10	5741897.10	29.61	<.0001 **
C en m1a1 Cuadrático	1	5414.60	5414.60	0.03	0.8685 ns
C en m1a2	2	40855278.90	20427639.40	105.33	<.0001 **
C en m1a2 Lineal	1	40762949.20	40762949.20	210.19	<.0001 **
C en m1a2 Cuadrático	1	92329.60	92329.60	0.48	0.4959 ns
M en c1a1	1	2309414.20	2309414.20	11.91	0.0018 **
M en c1a2	1	18839655.90	18839655.90	97.14	<.0001 **
M en c2a1	1	192844.30	192844.30	0.99	0.3272 ns
M en c2a2	1	2431837.50	2431837.50	12.54	0.0014 **
M en c3a1	1	389324.20	389324.20	2.01	0.1676 ns
M en c3a2	1	576996.90	576996.90	2.98	0.0956 ns
A en 0m0	1	212993.70	212993.70	1.10	0.3036 ns
A en c1m0	1	14141372.00	14141372.00	72.92	<.0001 **
A en c1m1	1	43313419.20	43313419.20	223.34	<.0001 **
A en c2m0	1	28950133.60	28950133.60	149.28	<.0001 **
A en c2m1	1	18149630.30	18149630.30	93.59	<.0001 **
A en c3m0	1	7445129.40	7445129.40	38.39	<.0001 **
A en c3m1	1	6723295.60	6723295.60	34.67	<.0001 **
ERROR	28	5430233.30	193936.90		
TOTAL	44	291397344.80			

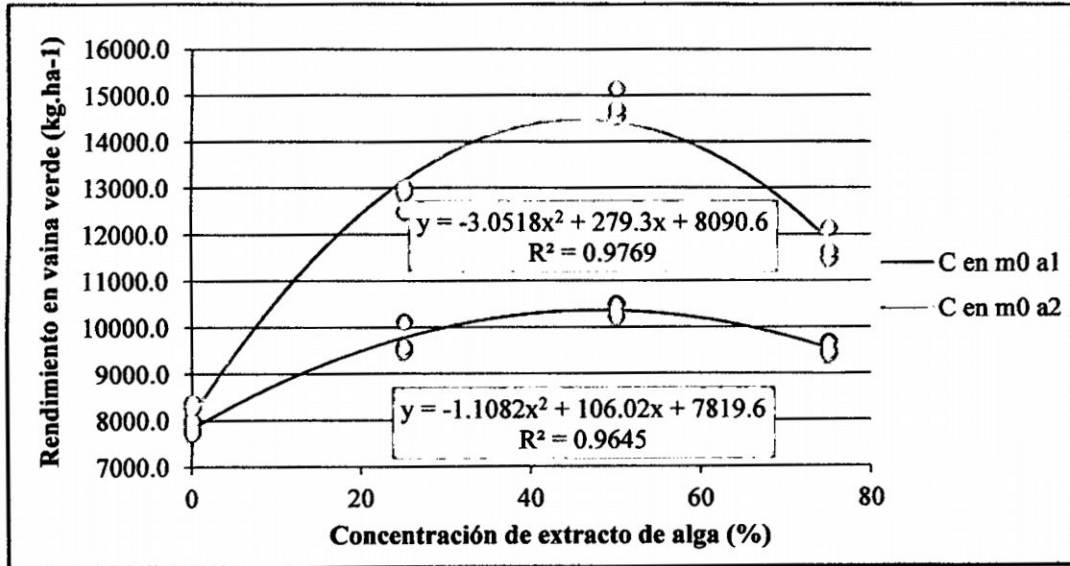


Gráfico 3.14: Análisis de regresión para el factor concentración de extracto de alga (C), sin enriquecer con microelementos (m0), en las dos formas de aplicación (a1: a la semilla y foliar, y a2: foliar); para el rendimiento en vaina verde (kg.ha⁻¹). Pampa del Arco 2792 msnm, Ayacucho. 2014.

Luego de derivar las ecuaciones del gráfico 3.14, se determinó que la concentración de extracto de alga *Spirogyra communis* (Hasall) Kurtz, sin enriquecer con microelementos y aplicado foliarmente, que maximiza el rendimiento en vaina verde es 48% con 10355 kg.ha⁻¹. Y que la concentración de extracto de alga *Spirogyra communis* (Hasall) Kurtz, sin enriquecer con microelementos y aplicado a la semilla y al follaje, que maximiza rendimiento en vaina verde es 46% con 14481 kg.ha⁻¹.

Estas concentraciones de extracto de alga *Spirogyra communis* (Hasall) Kurtz, resultaron ser las mejores al no enriquecer el bioestimulante con microelementos, debido a que, la cantidad de microelementos aplicados en esta concentración es casi óptima y cubre los requerimientos del cultivo de la arveja (Ver anexo 49 y 50).

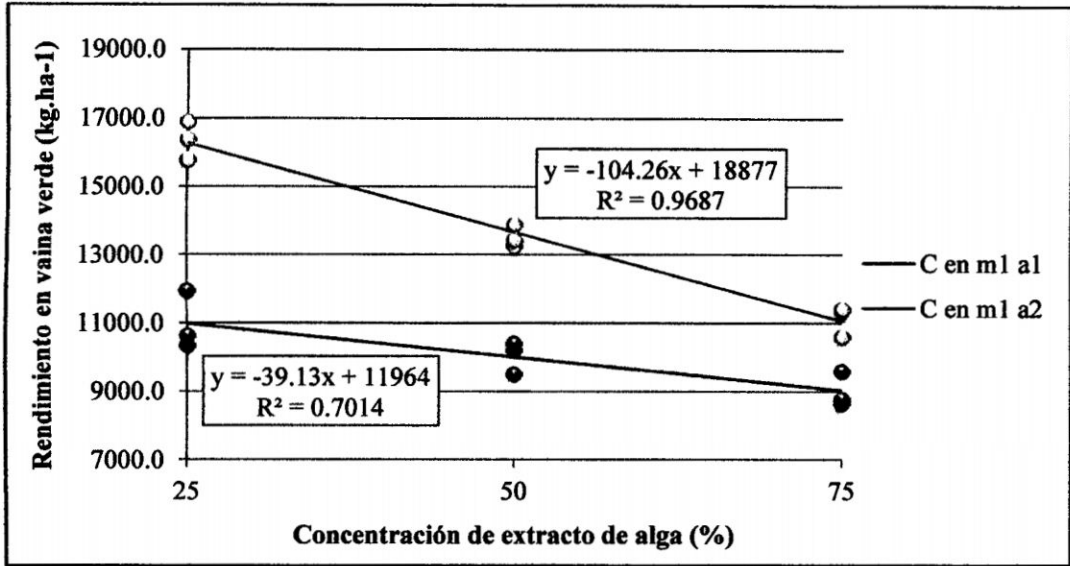


Gráfico 3.15: Análisis de regresión para el factor concentración de extracto de alga (C), enriquecido con microelementos (m1), en las dos formas de aplicación (a1: a la semilla y foliar, y a2: foliar); para el rendimiento en vaina verde (kg.ha⁻¹). Pampa del Arco 2792 msnm, Ayacucho. 2014.

A partir del gráfico 3.15, se determinó que la concentración de extracto de alga *Spirogyra communis* (Hasall) Kurtz, enriquecida con microelementos y aplicada foliarmente, que maximiza el número de vainas es 25% con 10986 kg.ha⁻¹. Y que la concentración de extracto de alga *Spirogyra communis* (Hasall) Kurtz, enriquecida con microelementos y aplicada a la semilla y al follaje, que maximiza el rendimiento en vaina verde es 25% con 16270 kg.ha⁻¹.

Se tiene referencia que, muchos bioestimulantes que son enriquecidos con microelementos, emplean concentraciones de extracto de algas por debajo de 25%, debido a que concentraciones mayores pueden causar toxicidad (García y Martel, 2004).

Al respecto, se puede observar claramente en el anexo 49, que la concentración de extracto de alga *Spirogyra communis* (Hasall) Kurtz de 25%, tiene el menor contenido de micronutrientes y por tanto tolera el enriquecimiento con microelementos.

Cuadro 3.15: Prueba de Tukey (0.05) para el factor enriquecimiento con microelementos en distintas concentraciones y formas de aplicación; para el rendimiento en vaina verde (kg.ha⁻¹). Pampa del Arco 2792 msnm, Ayacucho. 2014.

M en c1a1	25%-Foliar	Sin Microelementos	9727.41	A
		Con Microelementos	10968.22	B
M en c1a2	25%-Semilla y foliar	Sin Microelementos	12797.84	A
		Con Microelementos	16341.82	B
M en c2a1	50% - Foliar	Sin Microelementos	10400.55	A
		Con Microelementos	10041.99	A
M en c2a2	50%-Semilla y foliar	Sin Microelementos	14793.74	A
		Con Microelementos	13520.46	B
M en c3a1	75%- Foliar	Sin Microelementos	9521.17	A
		Con Microelementos	9011.70	A
M en c3a2	75%-Semilla y foliar	Sin Microelementos	11749.04	A
		Con Microelementos	11128.83	A

Como se observa en el cuadro 3.15, la incorporación de microelementos en la concentración de 25% de extracto de alga *Spirogyra communis* (Hasall) Kurtz, incrementó el rendimiento en vaina verde (kg.ha⁻¹), en las dos formas de aplicación, esto se debe a que en esta concentración el contenido de microelementos está por debajo de los requerimientos de la planta (ver anexo 49), al respecto García y Martel (2004), mencionan que los bioestimulantes que son enriquecidos con microelementos, emplean concentraciones de extracto de algas por debajo de 25%, debido a que concentraciones mayores pueden causar toxicidad en la planta.

Por otro lado, podemos observar que la incorporación de microelementos en las concentraciones de 50% y 75% de extracto de alga *Spirogyra communis* (Hasall) Kurtz, redujo o mantuvo el rendimiento en vaina verde, esto se debe a que en estas concentraciones el contenido de microelementos es adecuado o está por encima de los requerimientos de la planta (ver anexo 49).

Al respecto IFA – FAO (2002), indica que los micronutrientes requieren una atención y cuidado especial, porque hay un margen estrecho entre el exceso y la deficiencia en las necesidades de microelementos de las plantas.

Cuadro 3.16: Prueba de Tukey (0.05) para el factor formas de aplicación en distintas concentraciones de extracto de alga y enriquecimiento con microelementos; para el rendimiento en vaina verde (kg.ha⁻¹). Pampa del Arco 2792 msnm, Ayacucho. 2014.

A en 0-m0	0%-Sin microelementos	Aplic. Foliar	7836.32	A
		Aplic. Semilla y foliar	8213.15	A
A en c1-m0	25%-Sin microelementos	Aplic. Foliar	9727.41	A
		Aplic. Semilla y foliar	12797.84	B
A en c1-m1	25%-Con microelementos	Aplic. Foliar	10968.22	A
		Aplic. Semilla y foliar	16341.82	B
A en c2-m0	50%-Sin microelementos	Aplic. Foliar	10400.55	A
		Aplic. Semilla y foliar	14793.74	B
A en c2-m1	50%-Con microelementos	Aplic. Foliar	10041.99	A
		Aplic. Semilla y foliar	13520.46	B
A en c3-m0	75%-Sin microelementos	Aplic. Foliar	9521.17	A
		Aplic. Semilla y foliar	11749.04	B
A en c3-m1	75%-Con microelementos	Aplic. Foliar	9011.71	A
		Aplic. Semilla y foliar	11128.83	B

Como se observa en el cuadro 3.16, la aplicación a la semilla y foliar incrementó el rendimiento en vaina verde, en todas las concentraciones de extracto de alga *Spirogyra communis* (Hasall) Kurtz, indiferentemente de la aplicación de microelementos; esto ocurre porque la aplicación a la semilla refuerza la aplicación foliar, puesto que, al ser aplicado a la semilla actúa como estimulante de la

germinación, activador del crecimiento radicular, activador de defensas (estimulante de fitoalexinas radiculares), mejora la captación de nutrientes en suelos alcalinos debido a su pH ligeramente ácido (Guaranda, 2012) y actúa como activador microbiológico edáfico, además de estructurador y quelante (Caraes, 1969); y al ser aplicado foliarmente las enzimas, fitohormonas, oligosacáridos y micronutrientes, que éstas contienen refuerzan en las plantas su sistema inmunitario (más defensa) y su sistema alimentario (más nutrición) y activan sus funciones fisiológicas (más vigor) (Fox y Cameron, 1961 y López et. al., 1995). Además Povolny (1981), indica que los extractos de algas aplicados foliarmente actúan como antitranspirantes sobre la planta.

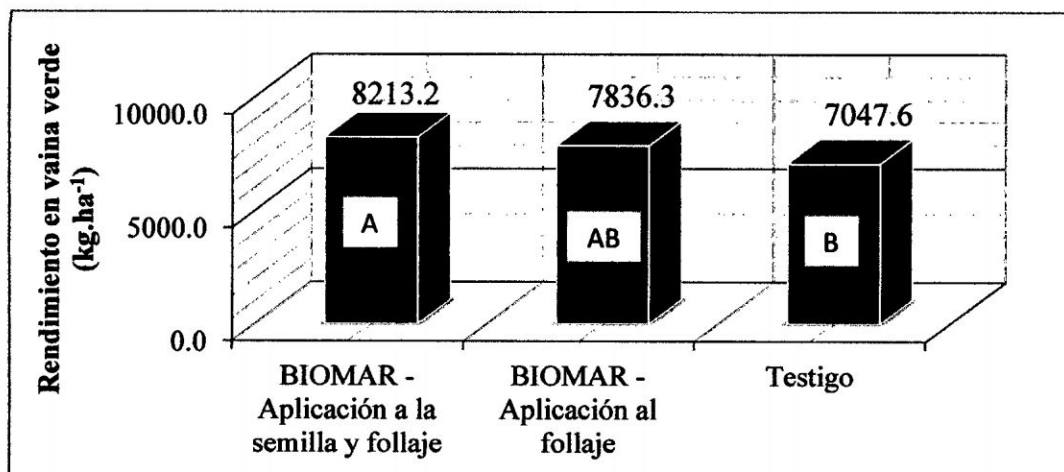


Gráfico 3.16: Prueba de Tukey de los testigos; para el rendimiento en vaina verde (kg.ha⁻¹), con tratamientos de bioestimulantes, en arveja (*Pisum sativum* L.) var. Usui. Pampa del Arco 2792 msnm, Ayacucho. 2014.

En el gráfico 3.16, se puede observar que los testigos comerciales superan al testigo absoluto, en el rendimiento en vaina verde (kg.ha⁻¹), esto se debe a que los testigos comerciales fueron tratados con el bioestimulante Biomar que contiene microelementos, aunque no en la concentración óptima (ver anexo 49 y 50); además contiene fitohormonas y oligosacáridos que actuaron como estimuladores del

desarrollo, del sistema inmunitario y de defensa de la planta (Melián, et. al. 2005). Y al ser aplicado al suelo además mejora su estructura y la disponibilidad de nutrientes.

Cabe destacar que los testigos comerciales, no superaron a los tratamientos en los que se aplicó el bioestimulante de extracto de alga *Spirogyra communis* (Hasall) Kurtz, esto se debe a que en estos últimos el contenido de microelementos es mayor y más cercano a los requerimientos del cultivo de la arveja (Ver anexo 49 y 50), y posiblemente ocurra lo mismo con los otros compuestos algales.

3.3. ANÁLISIS DE CORRELACIÓN

En el cuadro 3.17, se muestra que hay una correlación altamente significativa entre el rendimiento de vaina verde ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) y todas las variables evaluadas, exceptuando, la variable altura de planta (cm).

Se observa que existe un 99.3% de correlación entre el rendimiento de vaina verde ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) y el número de vainas por planta, esto quiere decir que, existe una correlación positiva entre estas variables.

Además se observa que existe un 67.3% de correlación entre la variable rendimiento en vaina verde y la variable índice de cosecha (%), un 66.6% de correlación entre la variable rendimiento en vaina verde y la variable número de granos por vaina y un 63.5% de correlación entre la variable rendimiento en vaina verde y la variable longitud de vaina (cm).

De este análisis de correlación, podemos inferir que la variable que más influyó sobre el rendimiento en vaina verde, fue el número de vainas por planta.

Morales (2002), en su trabajo de investigación, en el que comparó 5 variedades de arveja en la producción de grano verde, encontró que la variable número de vainas por planta está directamente relacionada con el rendimiento en vaina verde; y Rodríguez (2005), en su trabajo de investigación, en el que estudió dos métodos de siembra, en el rendimiento de cuatro variedades de arveja, en Canaán 2750 msnm, menciona que el rendimiento en vaina verde está relacionado al número de vainas por planta, al número de granos por vaina, a la longitud de vaina y al peso de cada vaina; lo que corrobora la veracidad del presente trabajo de investigación, en el cual estas variables están estrechamente ligadas al rendimiento en vaina verde.

Cuadro 3.17: Análisis de correlación de todos los parámetros en la planta, con tratamientos de bioestimulantes, en arveja (*Pisum sativum* L.) var. Usui. Pampa del Arco 2792 msnm – Ayacucho. 2014.

	Altura de planta (cm)	Número de vainas por planta	Longitud de vaina (cm)	Número de granos por vaina	Índice de cosecha (%)
Rendimiento en vaina verde (kg.ha⁻¹)	0.24136	0.99314	0.63493	0.66553	0.67344

3.4. RENTABILIDAD ECONÓMICA

El análisis económico del rendimiento en verde de los tratamientos se presenta en el cuadro 3.18; los valores fueron obtenidos teniendo en cuenta los costos de producción y la utilidad neta correspondiente. La mayor rentabilidad se alcanzó con el tratamiento T₁₂: 25% de extracto de alga *Spirogyra communis* (Hasall) Kurtz, enriquecido con microelementos y aplicado a la semilla y al follaje, con 189% y en segundo lugar, se ubica el tratamiento T₄: 50% de extracto de alga *Spirogyra communis* (Hasall) Kurtz, sin enriquecer con microelementos y aplicado a la semilla y al follaje, con 165% de rentabilidad.

Estos valores de rentabilidad son superiores al obtenido por Zapata (2004), que en su trabajo de investigación, en el que evaluó el rendimiento en verde de siete variedades y tres líneas de arveja, en Canaán a 2750 msnm, obtuvo una rentabilidad de 94.58% para la variedad Usui.

Por otro lado la rentabilidad del T₁₂ supera al valor obtenido por Velazco (2004), que en su trabajo de investigación, en el que evaluó el rendimiento de cinco variedades de arveja, con distintas formas de manejo, en Canaán INIA a 2720 msnm, reportó una rentabilidad de 179% para la variedad Usui, empleando espalderas.

La gran diferencia se debe a la época de cosecha y a los precios de venta, así mismo, esta diferencia se debe a los mayores rendimientos obtenidos en los tratamientos T₁₂ y T₄, que responden a los efectos benéficos del extracto de alga *Spirogyra communis* (Hasall) Kurtz.

La elevada rentabilidad obtenida en este cultivo se debe básicamente a los precios de venta alcanzados, debido a que la cosecha se efectuó fuera de la estación, en el mes de setiembre, momento en el que el precio por kilo de arveja verde se cotizó en 3.00 nuevos soles. Estos resultados, nos dan una idea de la alta rentabilidad que alcanza el cultivo de la arveja cosechado como vaina verde en los meses de agosto, setiembre y octubre.

Cuadro 3.18: Análisis económico del rendimiento en vaina verde de la arveja (*Pisum sativum* L.) var. Usui. Con tratamientos de bioestimulantes. Pampa del Arco 2792 msnm – Ayacucho. 2014.

Tratamientos	Rendimiento (kg.ha ⁻¹)	Precio de Venta (s/.)	Valor bruto de la producción (s/.)	Costo de producción (s/.)	Utilidad Neta (s/.)	Rentabilidad (%)	Orden de mérito
T ₁₂ : 25%, con microelementos, semilla y foliar	16342	3.00	49026.00	16142.72	30431.98	189	1
T ₄ : 50%, sin microelementos, semilla y foliar	14794	3.00	44382.00	15926.53	26236.37	165	2
T ₁₀ : 50%, con microelementos, semilla y foliar	13520	3.00	40560.00	15860.63	22671.37	143	3
T ₆ : 25%, sin microelementos, semilla y foliar	12798	3.00	38394.00	15685.84	20788.46	133	4
T ₂ : 75%, sin microelementos, semilla y foliar	11749	3.00	35247.00	15620.25	17864.40	114	5
T ₈ : 75%, con microelementos, semilla y foliar	11129	3.00	33387.00	15625.31	16092.34	103	6
T ₁₁ : 25%, con microelementos, foliar	10968	3.00	32904.00	15481.25	15777.55	102	7
T ₃ : 50%, sin microelementos, foliar	10401	3.00	31203.00	15365.48	14277.37	93	8
T ₉ : 50%, con microelementos, foliar	10042	3.00	30126.00	15398.86	13220.84	86	9
T ₅ : 25%, sin microelementos, foliar	9727	3.00	29181.00	15274.26	12447.69	81	10
T ₁ : 75%, sin microelementos, foliar	9521	3.00	28563.00	15288.08	11846.77	77	11
T ₇ : 75%, con microelementos, foliar	9012	3.00	27036.00	15305.19	10379.01	68	12
T ₁₄ : Testigo comercial, semilla y foliar	8213	3.00	24639.00	16182.97	7224.08	45	13
T ₁₃ : Testigo comercial, foliar	7836	3.00	23508.00	15828.61	6503.99	41	14
T ₀ : Testigo absoluto	7048	3.00	21144.00	14802.74	5284.06	36	15

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en las que se condujo el experimento y de acuerdo a los resultados obtenidos, se llegó a las siguientes conclusiones:

1. La aplicación a la semilla y foliar del bioestimulante de extracto de alga *Spirogyra communis* (Hasall) Kurtz incrementó el rendimiento en verde de la arveja var. Usui de 7836 kg.ha⁻¹, 9012 kg.ha⁻¹, 9521 kg.ha⁻¹, 9727 kg.ha⁻¹, 10042 kg.ha⁻¹, 10401 kg.ha⁻¹ y 10968 kg.ha⁻¹, en los tratamientos T₁₃, T₇, T₁, T₅, T₉, T₃ y T₁₁ respectivamente; a 8213 kg.ha⁻¹, 11129 kg.ha⁻¹, 11749 kg.ha⁻¹, 12798 kg.ha⁻¹, 13520 kg.ha⁻¹, 14794 kg.ha⁻¹ y 16342 kg.ha⁻¹, en los tratamientos T₁₄, T₈, T₂, T₆, T₁₀, T₄ y T₁₂ respectivamente.
2. El enriquecimiento con microelementos potenció el efecto del bioestimulante de extracto de alga *Spirogyra communis* (Hasall) Kurtz, en la concentración de 25%, incrementando el rendimiento en verde de la arveja var. Usui de 9727

kg.ha⁻¹ y 12798 kg.ha⁻¹ en los tratamientos T₅ y T₆ respectivamente; a 10968 kg.ha⁻¹ y 16342 kg.ha⁻¹ en los tratamientos T₁₁ y T₁₂ respectivamente.

3. La concentración de 25% de extracto de alga *Spirogyra communis* (Hasall) Kurtz, como bioestimulante incrementó el rendimiento en verde de la arveja var. Usui, al ser enriquecido con microelementos y aplicado a la semilla y al follaje (T₁₂), en el que las plantas presentaron 18 vainas por planta en promedio, cada vaina con 7 granos y una longitud de 9.10 cm, la altura de planta fue de 102.6 cm, un índice de cosecha de 61.2% y el rendimiento en vaina verde obtenido fue de 16342 kg.ha⁻¹; seguido por la concentración de 50% de extracto de alga *Spirogyra communis* (Hasall) Kurtz, como bioestimulante, sin enriquecer con microelementos y aplicado a la semilla y al follaje (T₄), en el que el rendimiento en vaina verde fue de 14794 kg.ha⁻¹, las plantas presentaron 16 vainas por planta en promedio, cada vaina con 7 granos y una longitud de 9.06 cm, la altura de planta fue de 103.8 cm y un índice de cosecha de 65.5%; este tratamiento es una alternativa para la producción orgánica de arveja en vaina verde.
4. El número de vainas por planta, el índice de cosecha, el número de granos por vaina y la longitud de vaina influyeron en el rendimiento en vaina verde del cultivo de la arveja (*Pisum sativum* L.) var. Usui, en un 99.3%, 67.3%, 66.5% y 63.4% respectivamente.
5. La mayor rentabilidad económica se obtuvo en el tratamiento T₁₂, con una concentración de extracto de alga *Spirogyra communis* (Hasall) Kurtz de 25%, enriquecido con microelementos y aplicado a la semilla y al follaje, con una

rentabilidad de 189%; seguido por el tratamiento T₄, con una concentración de extracto de alga *Spirogyra communis* (Hasall) Kurtz de 50%, sin enriquecer con microelementos y aplicado a la semilla y al follaje, con 165% de rentabilidad.

4.2 RECOMENDACIONES

De acuerdo a las conclusiones, se plantea las siguientes recomendaciones:

1. Para mejorar los rendimientos y rentabilidad económica en el cultivo de arveja y reducir la contaminación ambiental, el tratamiento T₄ (50% de extracto de alga *Spirogira communis* (Hasall) Kurtz, sin enriquecer con microelementos y aplicado a la semilla y al follaje) es una alternativa para el cultivo orgánico de arveja fuera de estación, ya que se obtuvo un rendimiento superior a lo reportado por otros autores que emplearon abonos inorgánicos.
2. Se recomienda continuar con las investigaciones, empleando las concentraciones óptimas obtenidas en el presente trabajo de investigación, en distintos cultivos, pisos altitudinales y zonas agroecológicas, con la finalidad de corroborar la eficacia del extracto de alga *Spirogyra communis* (Hasall) Kurtz.
3. En trabajos de investigación y cultivos posteriores, se recomienda emplear una menor dosis de guano de isla a fin de reducir la toxicidad por P₂O₅ y K₂O.
4. Se recomienda comercializar la arveja en vaina verde obtenida en cosechas fuera de estación (michka), por su alta rentabilidad y gran demanda en el mercado.

RESUMEN

Con el objetivo de determinar la forma de aplicación y la concentración del bioestimulante de extracto de alga *Spirogyra communis* (Hasall) Kurtz, que incremente el rendimiento en verde de la arveja (*Pisum sativum* L.) var. Usui, así como determinar si el enriquecimiento con microelementos potencia su efecto; se realizó el presente trabajo de investigación en el “Centro Experimental Pampa del Arco - UNSCH”, de la escuela de formación profesional de Agronomía, ubicada dentro del campus de la ciudad universitaria, situada en el distrito de Ayacucho, provincia de Huamanga, región Ayacucho. Para la distribución de las unidades experimentales se utilizó el Diseño de Bloque Completo Randomizado (DBCR) con 12 tratamientos factoriales y 3 testigos.

A la cosecha se encontraron los siguientes resultados: en la variable altura de planta, se observó que no existe diferencia significativa entre los distintos tratamientos. En la variable número de vainas por planta, el mayor promedio obtenido fue de 18 vainas por planta correspondiente al tratamiento T₁₂ (25% de extracto de alga, enriquecido con microelementos y aplicado a la semilla y al follaje). En la variable longitud de vaina, el mayor promedio corresponde a los tratamientos T₁₂ (25% de extracto de alga, enriquecido con microelementos y aplicado a la semilla y al follaje), T₄ (50% de extracto de alga, sin enriquecer con microelementos y aplicado a la semilla y al follaje), T₁₀ (50% de extracto de alga, enriquecido con microelementos y aplicado a la semilla y al follaje) y T₆ (25% de extracto de alga, sin enriquecer con microelementos y aplicado a la semilla y al follaje), con un rango de 9.00 a 9.10 cm. En la variable número de granos por vaina el mayor promedio corresponde a los tratamientos T₁₂ (25% de extracto de

alga, enriquecido con microelementos y aplicado a la semilla y al follaje) y T₄ (50% de extracto de alga, sin enriquecer con microelementos y aplicado a la semilla y al follaje), con un promedio de 6.8 granos por vaina. En la variable índice de cosecha, los mayores promedios obtenidos fueron 65.5% y 63.4% correspondientes a los tratamientos T₄ (50% de extracto de alga, sin enriquecer con microelementos y aplicado a la semilla y al follaje) y T₁₀ (50% de extracto de alga, enriquecido con microelementos y aplicado a la semilla y al follaje) respectivamente. En la variable rendimiento en vaina verde (kg.ha⁻¹), el mayor promedio obtenido fue de 16342 kg.ha⁻¹ correspondiente al tratamiento T₁₂ (25% de extracto de alga, enriquecido con microelementos y aplicado a la semilla y al follaje), seguido por el tratamiento T₄ (50% de extracto de alga, sin enriquecer con microelementos y aplicado a la semilla y al follaje), con 14794 kg.ha⁻¹. En el análisis de correlación se observa que existe un 99.3% de correlación entre el rendimiento en vaina verde (kg.ha⁻¹) y el número de vainas por planta. En análisis económico del rendimiento en verde de los tratamientos, la mayor rentabilidad se alcanzó en el tratamiento T₁₂ (25% de extracto de alga, enriquecido con microelementos y aplicado a la semilla y al follaje) con 189%, seguido por el tratamiento T₄ (50% de extracto de alga, sin enriquecer con microelementos y aplicado a la semilla y al follaje) con 165%.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- **ABETZ, P. 1980.** Seaweed extracts: Have they a place in Australian agriculture or horticulture. *Journal of the Australian Institute of Agricultural Science* 46. Australian. 23-29p.
- **AGUIRRE, M. J. F. 2009.** Los biofertilizantes microbianos, alternativa para la agricultura en México. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias Campo Experimental Rosario Iztapar, Tuxtla Chico. Chiapas - México.
- **ALBERSHEIM, P. y DARVILL, A. G. 1985.** Oligosaccharins. Fragments of the plant cell wall have been discovered that serve as regulatory molecules. They help to control such functions as growth, development, reproduction and defense against disease. *Scientific América* 5. New York – EEUU. 44-50 p.
- **ANDRADE, C. M. et. al. 1983.** Uso de algas marinas como fertilizantes de suelos gallegos. *Anales de edafología y agrobiología*. Galicia – España. 1851-1865p.
- **AREVALO, C. 1995.** Uso de tutores en el Cultivo de Arveja. Estación experimental Donoso – Centro de Investigación y Capacitación Hortícola Kiyodata Miyagawa – Huaral. Folleto N° 22 – 95. Lima – Perú.
- **BEINGOLEA, M. 1984.** Protección vegetal. INIPA. Ministerio de Agricultura. Lima - Perú. 22-25 p.
- **BIDWELL, R. G. S. 1983.** Fisiología Vegetal. A.G.T. Editor, S.A. México. 214-220 p.

- **BLUNDEN, G. 1991.** Agricultural uses of seaweeds and seaweed extracts. En Seaweed resources in Europe. Europe. 65-82 p.
- **BLUNDEN, G. y WILDGOOSE, P. B. 1977.** The effect of aqueous seaweed extract and kinetic en potato yields. Journal of the Science of Food and Agriculture 28. Portsmouth - England. 121-125 p.
- **BOCANEGRA, S. y ECHANDI, E. 1976.** Cultivo de las menestras en el Perú. Ministerio de agricultura. Misión de la Universidad de Carolina del Norte. Lima - Perú.
- **BRAIN, K. R. et. al. 1973.** Cytoquinin activity of commercial aqueous seaweed extract. Plant Science Letters 1. Portsmouth, England. 241-245 p.
- **CAMARENA, M. 2003.** Comportamiento del cultivo de arveja frente a condiciones de espaldera; Universidad Nacional Agraria la Molina Editorial Edigraf SRL. Lima - Perú.
- **CAMARENA, M. 1990.** Boletín informativo de leguminosas. U.N.A. La Molina. Lima - Perú.
- **CAMASCA, V. A. 1994.** Horticultura Práctica. Facultad de Ciencias Agrarias – UNSCH. Ayacucho – Perú.
- **CAMPOS, A. 1992.** Aspectos Botánicos y Agronómicos de la arveja y haba. Misión Agrícola de la Universidad de Carolina del Norte. Ancash - Perú.
- **CARAES, A. 1969.** Le mannitol dans les Pheophycées et son extraction industrielle. Proceedings of the International Seaweed Symposium. Pergamon Press Paris 6. Paris. 663-669 p.

- **CÁRITAS DEL PERÚ. 2003.** Manual del Cultivo de la Arveja. Caritas, Edit. LA MOLINA. Lima – Perú.
- **CÁRITAS DEL PERÚ. 2007.** Cultivo de arveja en la Sierra. Grafica Filadelfia E.I.R.L. Huancavelica – Perú.
- **CÁRITAS HUANCAVELICA. 2004.** Cultivo de arveja en la sierra, cadena de valor agropecuario. Grafica Filadelfia E.I.R.L. Huancavelica – Perú.
- **CASSERES, E. 1980.** Producción de Hortalizas. 2da. Edic. Herrero Hermanos, sucesores, S.A. México.
- **CASTILLO, C. 1995.** Cultivo de arveja. II curso regional sobre producción de hortalizas. Huancayo - Perú.
- **CONVENIO SENA, SAC y FENALCE. 2010.** Importancia de los cultivos de la arveja. 3 páginas.
- **COQUE, C. (2000).** Efecto de cuatro bioestimulantes en el cultivo de vainita (*Phaseolus vulgaris*), Anchilivi-Cotopaxi. Tesis de Ingeniero agrónomo. Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas. Quito – Ecuador. 26-29 p.
- **CROUCH, I. J. et.al. 1992.** Identification of auxins in a commercial seaweed concentrate. *Journal Plant Physiology* 139. South African. 590-594 p.
- **CROUCH, I. J. y VAN, S. J. 1991.** Evidence for rooting factors in a seaweed concentrate prepared from *Ecklonia maxima*. *Journal Plant Physiology* 137. South African. 319-322 p.

- **CROUCH, I. J. y VAN, S. J. 1993.** Evidence for the presence of plant growth regulators in commercial seaweed products. *Plant Growth Regulation* 13. South African. 21-29 p.
- **CZURDA, V. 1932.** Zygnemales. In Pascher, A. [Ed.] *Die Süßwasser-Flora Mitteleuropas*. Gustav Fischer. Jena - Alemania. 232 p.
- **CUBERO, J. I. y MORENO, M. T. 1983.** Leguminosas de grano Ediciones Mundi – Prensa. Madrid. 37-39, 130-132 p.
- **DE BARY, A. 1858.** Untersuchungenüber die Familie der Conjugaten (Zygnemeen und Desmidiaceen). Förstner. Leipzig – Alemania. 91 p.
- **DELGADO, D. F. 1982.** Datos básicos de los cultivos hortícolas. Programa de Investigación en Hortalizas. U.N.A. La Molina. Lima - Perú.
- **ECHANDI, E. 1976.** Cultivo de menestras en el Perú. Ministerio de Agricultura. Misión de la Universidad de Carolina del Norte. Lima - Perú.
- **EPUIN, B. A. 2004.** Evaluación de tres bioestimulantes comerciales sobre el rendimiento de cuatro variedades de papa, bajo condiciones de secano en el valle central de la IX región. Chile. 55-62 p.
- **FAIGUENBAUM, H. 1990.** Morfología, Crecimiento y desarrollo de la Arveja (*Pisum Sativum* L.). Proyecto Docente. Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago – Chile. 48 p.
- **FENICAL, W. 1982.** Investigation of benthic algae as resource for new pharmaceutical and agricultural chemicals. En *Proceedings Joint United States - China physiological symposium*. Qingdao - China. 126-127 p.

- **FOX, B. A. y CAMERON, A. G. 1961.** Food science, nutrition and health. Sixth. Edition. Ed. Edward Arnold, a division of Hodder Headline PLC. London. 167-168 p.
- **FREILE-PELEGRÍN, Y. et. al. 1996.** Seasonal changes in the agar characteristics of two populations of *Pterocladia capillacea* in Gran Canaria, Spain. *Journal of Applied Phycology* 8. Gran Canaria - Spain. 239-246 p.
- **FUJIMOTO, K. 1990.** Antioxidant activity of algal extract. En Introduction to applied phycology (I. Akatsuka, ed.) SPB Academic Publishing. United States. 199-208 p.
- **GILES, W. J. 1975.** Biosystematics and domestication of peas. USA.
- **GÓMEZ, P. J. L. et. al. 1998.** Nitrogen availability influences the biochemical composition and photosynthesis of tank cultivated *Ulva rígida* (Chlorophyta). *Journal of Applied Phycology* 10. Canary Islands – Spain. 383-389 p.
- **GONZALES, G. 2001.** Interacción Genotipo por ambiente en Guisante Proteaginoso (*Pisum Sativum* L.). Tesis de Doctorado. Universidad de Valladolid. Valladolid – España.
- **GORDON, H. R. 1984.** Horticultura. AGT Editor S.A. Primera Edición. México.
- **GUARANDA, B. J. M. 2012.** Efecto de la aplicación de tres niveles de ácidos fúlvicos y dos niveles de algas marinas sobre el rendimiento y características

- agronómicas del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.). Tesis de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Guayaquil. Guayaquil - Ecuador. 7 -9 p.
- **HOPPE, H. A. y LEVRING, T. 1982.** Marine algae in pharmaceutical sciences. Walter de Gruyter. Berlín - Germany. 302 p.
 - **HOSHAW, R. W. 1968.** Biology of the filamentous conjugating algae. In Jackson, D. F. [Ed.] Algae, Man and the Environment. Syracuse University Press. New York – EEUU. 135–84 p.
 - **HOSHAW, R. W. y MCCOURT, R. M. 1988.** The Zygnemataceae (Chlorophyta): a twenty-year update of research. Phycologia 27. EEUU. 511–48 p.
 - **INIA. 2003.** Boletines informativos sobre arveja. Ayacucho – Perú.
 - **INIAP. 1998.** Manual Agrícola de Leguminosas. Quito – Ecuador.
 - **JAO, C. C. 1935.** Studies on the freshwater algae of China I. Zygnemataceae from Szechwan. Sinensia 6. New York – EEUU. 551–645 p.
 - **KAY, E. D. 1979.** Legumbres Alimenticias. Edit Acribia. S.A. Zaragoza - España.
 - **KINGMAN, A. R. y MOORE, J. 1982.** Isolation, purification and quantification of several growth regulating substances in *Ascophyllum nodosum* (Phaeophyta). Botanica Marina 25. South Carolina – USA. 149-153 p.

- **LAHAYE, M. et. al. 1999.** Chemical composition and ¹³ C NMR spectroscopic characterization of ulvans from *Ulva* (Ulvales, Chlorophyta). *Journal of Applied Phycology* 11. France. 1-7 p.

- **LEÑANO, F. 1978.** Hortalizas de frutos. Como, donde, cuando. Manual de cultivo moderno. Editorial De Vecchi S.A. Barcelona - España. 164 p.

- **LLUMIQUINGA, I. 2006.** Estudio de la aplicación complementaria de tres bioestimulantes de origen natural en el cultivo de vainita (*Phaseolus vulgaris*) Tumbaco-Pichincha. Tesis de Ingeniero agrónomo. Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas. Quito – Ecuador. 25-30 p.

- **LOBBAN, C. S y HARRISON, P. J. 1994.** Seaweed ecology and physiology. Cambridge University Press. Cambridge - United Kingdom. 366 p.

- **LÓPEZ, D. A. et. al. 1995.** Enzimas, fuente de vida. Fundación de Investigación Inmunológica (IERF). Place, Evanson, Illinois, USA. Ed. en español. Edika Med., S.L. Barcelona, España. 125-126 p.

- **LÓPEZ, T. M. 1994.** Horticultura. Editorial Trillas. México.

- **MAROTO, J. V. 1986.** Horticultura Herbácea Especial. 2da Edición. Ediciones Mundi – Prensa. Madrid - España.

- **MARTÍNEZ, L. J. Y SALOMÓN, J. 1995.** Efecto de un extracto de algas y varios fitorreguladores sobre el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.). Tesis Doctoral. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey - México. 120 – 124 p.

- **MATEO, M. W. 1961.** Leguminosas de Grano. Editores Salvat S.A. Barcelona - España.
- **MATEO, A. y ANDRADE, M. L. 1985.** Contribución de diversas especies de algas marinas a la fertilidad del suelo. Congreso Científico Europeo de Agricultura Biológica. Madrid - España. 119-127 p.
- **MATEO, BOX y J. M. 1961.** Chickpea in leguminosas de granos. 1ra edición. Editores Salvat. Barcelona, España.
- **METTING, B. et.al. 1988.** Algae and agriculture. En Algae and human affairs. Cambridge University Press. Cambridge - United Kingdom. 335-370 p.
- **MINAG. 2009.** Boletín informativo N°6: Producción Agrícola Nacional. Lima – Perú.
- **MITCHELL, R. 1963.** Addition of fungal cell-wall components to soil for biological disease control. *Phytopathology* 53. Manitoba – Canada. 1068-1071 p.
- **MONTES, A. y HOLLE, M. 1970.** El cultivo de la arveja con énfasis en su producción para la industria. Lima - Perú.
- **MORALES, A. F. 2002.** Comparativo de 5 variedades de arveja en la producción de grano verde. Huayllapampa. Tesis de Ingeniero agrónomo. UNSCH. Ayacucho – Perú.
- **MORENO, P. et. al. 1998.** Lipids, fatty acids and sterols of *Cystoseira abies-marina*. *Botánica Marina* 41. Gran Canaria – Spain. 375-378 p.

- **MUÑOZ, C. A. y LÓPEZ, C. A. 1992.** Drogas del mar. Sustancias biomédicas de algas marinas. Universidad de Santiago de Compostela. Santiago de Compostela - España. 188 p.
- **NATSUME, M. et. al. 1994.** Isolation and characterization of alginate-lyase-derived oligosaccharides with root growth-promoting activities. Carbohydrate Research 258. Tokyo – Japan. 187-197 p.
- **NELSON, W. R. y VAN, S. J. 1985.** 1-Aminocyclopropane-1-carboxylic acid in seaweed concentrate. New Zealand. Botanica Marina 28. 415-417 p.
- **NORRIE, J. 2000.** Aplicaciones prácticas de productos de algas marinas en la agricultura. Tegralia 15. Chile. 26-30 p.
- **OECD. 1984.** Terrestrial plants, growth test. En OCDE guideline for testing of chemicals 1. Washington – USA. 208 p.
- **OLIVERA, C. 1991.** Evaluaciones de 12 selecciones avanzadas de arveja para el rendimiento en verde en la localidad de Yanamuelo. Tesis. Facultad de Agronomía. UNCP. Huancayo - Perú.
- **ORTEGA, M. C. et. al. 1996.** Behaviour of different horticultural species in phytotoxicity bioassays of bark substrates. Scientia Horticulturae 6. New Zealand. 125-132 p.
- **PALOMINO, R. J. 2003.** Efecto de tres formas de fertilización en el rendimiento de cuatro variedades de Arveja (*Pisum sativum* L.). Tesis de Ingeniero agrónomo. UNSCH. Ayacucho – Perú.

- **PARIONA, B. N. 2002.** Efecto de dos momentos de siembra en la producción de arveja en verde y grano seco en asociación con maíz amiláceo. Tesis de Ingeniera agrónoma. UNSCH. Ayacucho – Perú.
- **POTIN, P. et. al. 1999.** Oligosaccharide recognition signals and defense reactions in marine plant-microbe interactions. *Current Opinion in Microbiology* 2. Paris – France. 276-283 p.
- **POVOLNY, M. 1981.** The effect of the steeping of peat-cellulose jiffy pots in extracts of seaweeds on the quality of tomato seedlings. En *Proceedings of the International Seaweed Symposium*. Pergamon Press. Paris - France. 8, 730-733 p.
- **PRIETO, G. y SALVAGIOTTI, F. 2014.** Curvas de dilución y acumulación de macronutrientes en arveja (*Pisum sativum*). Iriondo – Argentina. 1,2 p.
- **PUGA, J. 1992.** Manual de las arvejas. Quito - Ecuador. 12-35 p.
- **RAGAN, M. y GLOMBITZA, K. W. 1986.** Phlorotannins, brown algae polyphenols. En *Progress in Psychological Research*, (F.E. Round, D.J. Chapman, eds.). Biopress Ltd. Bristol. United Kingdom. 129-152 p.
- **RAMOS, V. C. 1991.** Rehabilitación, uso y manejo de camellones. Editorial Lluvia. Editores CECI – CCAEP – FGCP. Lima - Perú.
- **RAMOS, A. 1996.** El guisante. El cultivo de las leguminosas de grano, junta de Castilla y León. Consejería de Agricultura y Ganadería. Valladolid – España. 79 -140 p.

- **RODRÍGUEZ y MARIBONA, B. 1993.** Rendimiento y sus componentes en variedades de guisantes (*Pisum sativum* L.) con diferentes grados de estrés hídrico. Investigación Agraria: Producción Vegetal. Madrid – España. 158-164 p.
- **RODRÍGUEZ, S. G. 2005.** Efecto de dos métodos de siembra en el rendimiento de cuatro variedades de arveja (*Pisum sativum* L.). Canaán 2750 msnm. Tesis de Ingeniero agrónomo. UNSCH. Ayacucho – Perú.
- **RUNDINA, L. A. 1998.** Zygnematales of Russia. Mauka. St. Petersburg – EEUU. 348 p.
- **SABORIO, F. 2002.** Bioestimulantes en fertilización foliar. Fertilización foliar. Principios y aplicaciones. Costa Rica. 111-127 p.
- **SALISBURY, F.B. y ROSS, C.W. 1994.** Fisiología Vegetal. Versión en Español Grupo Editorial Iberoamérica. México. 223 – 224 p.
- **SÁNCHEZ, Z. D. 2004.** Prueba de rendimiento de variedades de arveja (*Pisum sativum* L.) con dos fórmulas de abonamiento y dos densidades de siembra. Tesis de Ingeniero agrónomo. UNSCH. Ayacucho – Perú.
- **SEAWEED NEWS. 1999.** European bulletin of the seaweed industry 4. Europe. 3-4 p.
- **STRASSBURGER, E. et. al. 1986.** Tratado de Botánica. Editorial Marín S.A. Séptima edición. Barcelona - España.

- **SUBÍA, C. et. al. 2007.** Diagnóstico sobre el cultivo de fréjol arbustivo y el uso de pesticidas en el sistema de producción, en los valles del Chota y Mira. Imbabura y Carchi - Ecuador. Publicación miscelánea N° 138. 15-16 p.
- **SUQUILANDA, M. 2003.** Agricultura orgánica en hortalizas, Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas. Ecuador. 47-50 p.
- **TAMARO, D. 1960.** Manual de horticultura. 5ta Edición. Editorial Gustavo Gili S.A. Barcelona - España.
- **TOMODA, Y. et. al. 1984.** Promotion of barley root elongation under hypoxic conditions by alginate lyase-lysate. Biosci. Biotech. Biochem. 58(1). Tokyo – Japan. 202-203 p.
- **TORO, I. 1996.** Efecto de Distintos Espaciamientos entre Hileras en tres Cultivares de Arveja (*Pisum sativum* L.). Memoria del Título de Ing. Agrónomo. Universidad de Chile. Santiago de Chile - Chile. 57 p.
- **TURGEON, A. J. 2005.** Turfgrass Management. Person Prentice Hall. New Jersey – USA. 415 p.
- **UGAZ, R. 1987.** Determinación de la densidad optima de siembra de *Pisum sativum* var. Saccharatum. Tesis de Ingeniero agrónomo. UNA La Molina. Lima – Perú.
- **VACA, P. R. 2011.** Evaluación de tres bioestimulantes con tres dosis en el cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.). En Santa Martha de Cuba – Carchi. Tesis de Ingeniero agropecuario. Universidad Técnica del Norte. Ibarra – Ecuador.

- **VAUCHER, J. P. 1803.** Histoires des Conferves d'Eaux Douce. J. J. Paschoud. Geneva - Suiza. 304 p.
- **VELAZCO, U. M. J. 2004.** Rendimiento de cinco variedades de arveja (*Pisum sativum* L.) con distintas formas de manejo. Canaán INIA a 2720 msnm. Tesis de Ingeniera agrónoma. UNSCH. Ayacucho – Perú.
- **VILLAREAL, F. 2006.** Determinación del efecto en la productividad de cinco dosis del bioestimulante “Florone” en tres variedades de arveja (*Pisum sativum* L) aplicado en dos épocas. San José - Carchi. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Universidad Central del Ecuador. Carchi – Ecuador.
- **VILLAVICENCIO, R. 1995.** Biotecnología en hortalizas II curso regional sobre producción de hortalizas. Huancayo - Perú.
- **WILLIAMS, D. C. et. al. 1981.** Plant growth regulatory substances in commercial seaweeds extracts. Proceedings of the International Seaweed Symposium. Pergamon Press Paris 8. Paris - France. 75-78 p.
- **ZAPATA, S. J. 2004.** Rendimiento en verde de siete variedades y tres líneas de arveja (*Pisum sativum* L.). Canaán a 2750 msnm. Tesis de Ingeniero agrónomo. UNSCH. Ayacucho – Perú.

REFERENCIA WEB

- **ATLÁNTICA. 2009.** Bioestimulantes y aminoácidos – Fitomare. Disponible en: <http://www.atlanticaagricola.com/productos.php?ct=27#>. Accesado el 30 de marzo del 2015.
- **BIETTI, S. y ORLANDO, J. 2003.** Nutrición vegetal. Insumos para cultivos orgánicos. Disponible en: <http://www.triavet.com.ar/insumos.htm>. Accesado el 26 de febrero del 2015.
- **CÁTEDRA IBEROAMERICANA.** Usos y aplicaciones de macroalgas, microalgas y cianobacterias en agricultura ecológica. Disponible en: <http://fci.uib.es/Servicios/libros/conferencias/seae/Usos-y-aplicaciones-de-macroalgas-microalgas-y.cid221515>. Accesado el 25 de febrero del 2015.
- **CHEMIE. 2007.** Productos. Disponible en: <http://www.chemiesa.com/?product=aminochem>. Accesado el 30 de marzo del 2015.
- **CHIL VEGETAL. 2014.** Las algas marinas son un gran bioestimulante para las plantas. Disponible en: <http://www.chil.org/produccion-vegetal/news/2014/05/09lasalgas-marinas-son-un-gran-bio-estimulante-para-las-plantas>. Accesado el 30 de marzo del 2015.
- **EL MUNDO. 2010.** B@LEÓPOLIS | Biotecnología. Biofertilizantes de última generación a base de algas. Disponible en: <http://www.elmundo.es/elmundo/2010/01/05/baleares/1262678485.html>. Accesado el 25 de febrero del 2015.
- **ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍAS AGRARIAS DE PALENCIA. 2012.** Tema II. Métodos de control de plagas y enfermedades.

Disponible en: https://alojamientos.uva.es/guia_docente/uploads/2012/446/42101/1/Documento2.pdf. Accesado el 10 de marzo del 2015.

- **FLORES, F. M. A. 2009.** Respuesta del cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.) a la aplicación complementaria de tres fertilizantes foliares a tres dosis, San Gabriel, Carchi. Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito. Quito – Ecuador. Disponible en: <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/4588/6/UPS-YT00053.pdf>. Accesado el 30 de febrero del 2015.
- **GARCÍA, R. G. y MARTEL, Q. A. 2004.** Usos y aplicaciones de macroalgas, microalgas y cianobacterias en agricultura ecológica. Instituto de Algología Aplicada. Edición de la Fundación Cátedra Iberoamericana. Gran Canaria – España. Disponible en: <http://fci.uib.es/Servicios/libros/conferencias/seae/Usos-y-aplicaciones-demacroalgas-microalgas-y.cid221515>. Accesado el 30 de febrero del 2015.
- **GREEN UNIVERSE. 2008.** Bioestimulantes. Disponible en: <http://greenuniverseagriculture.com/bEstimulantes.swf>. Accesado el 30 de marzo del 2015.
- **HIPEREXPERTOS DEL ÁREA DE BIOLOGÍA.** Hormonas vegetales. UNNE. Disponible en: <http://www.biologia.edu.ar/plantas/hormona.htm>. Accesado el 26 de febrero del 2015.
- **IFA – FAO. 2002.** Los fertilizantes y su uso. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-x4781s.pdf>. Accesado el 30 de febrero del 2015.
- **INFOAGRO. 2003.** Las algas en la agricultura: Su uso como fertilizante. Disponible en: <http://www.infoagro.com/abonos/algas.htm>. Accesado el 25 de febrero del 2015.

- **MANEVELDT, G y FRANS, R. 2003.** Of Sea-fan Kelp and Bladder Kelp. Disponible en: <http://www.botany.uwc.ac.za>. Accesado el 25 de febrero del 2014.
- **MARLIN. 2008.** Knotted wrack - *Ascophyllum nodosum* - Taxonomy and identification. Disponible en: <http://www.marlin.ac.uk/taxonomyidentification.php?speciesID=2632>. Accesado el 25 de febrero del 2015.
- **MELIÁN, R. H. et. al. 2005.** Efectos de un multiextracto de algas y cianobacterias sobre la producción y calidad de tomate ecológico e integrado. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Gran Canaria –España. Disponible en: <http://www.horticom.com/pd/imagenes/59/039/59039.html>. Accesado el 25 de febrero del 2015.
- **MISTI. 2011.** Fertilizantes – Aquamaster P. Disponible en: <http://www.misti.com.pe/web/index.php/foliares/aquamaster-p>. Accesado el 25 de febrero del 2015.
- **MUSEO VIRTUAL DE HISTORIA NATURAL PATAGÓNICA.** Utilización de algas marinas en la agricultura. Disponible en: <http://www.unp.edu.ar/museovirtual/Algasmарinas/aplagricu.htm>. Accesado el 25 de febrero del 2015.
- **PSW.** Lista virtual de bioestimulantes. Disponible en: <http://www.pswsa.com/02productos/agro/pr-agro-bioestimulantes.html>. Accesado el 25 de febrero del 2015.
- **RED AGRÍCOLA. 2000.** Extractos de algas: Productividad que viene desde el mar. Disponible en: <http://www.redagricola.com/reportajes/nutricion/extractos->

de-algas-productividad-que-viene-desde-el-mar. Accesado el 25 de febrero del 2015.

- **RODOLIA S. L. 2010.** Características del bioestimulante Grosso Root. Disponible en: http://www.rodolia.es/index.php?page=shop.productdetails&category_id=23&flypage=shop.flypage&product_id=110&option=com_virtuemart&Itemid=26. Accesado el 30 de marzo del 2015.
- **SÁNCHEZ, V. J. 2007.** Fertilidad del suelo y nutrición mineral de plantas - conceptos básicos. Disponible en: <http://www.agronegociosperu.org/downloads/FERTILIDAD%20DEL%20SUELO%20Y%20NUTRICION.pdf>. Accesado el 30 de marzo del 2015.
- **UNA, LA MOLINA. 2000.** Programa de hortalizas. Disponible en: [http://www.lamolina.edu.pe/hortalizas/Publicaciones/Datos%20b%C3%A1sicos/12-p130%20a%20p141%20\(Anexos%204%20al%2013\).pdf](http://www.lamolina.edu.pe/hortalizas/Publicaciones/Datos%20b%C3%A1sicos/12-p130%20a%20p141%20(Anexos%204%20al%2013).pdf). Accesado el 20 de marzo del 2015.
- **VAS PERÚ. 2010.** Productos. Disponible en: www.vasperu.com. Accesado el 30 de marzo del 2015.
- **WoRMS.** World Register of Marine Species. Taxon details. Disponible en: <http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=145541>. Accesado el 05 de abril del 2015.

ANEXOS



Anexo 1. Ubicación del campo experimental.



Anexo 2. Ubicación del lugar de recolección de algas de la especie *Spirogyra communis* (Hasall) Kurtz.



Anexo 3. Preparación del terreno: Aradura del terreno empleando un tractor agrícola.



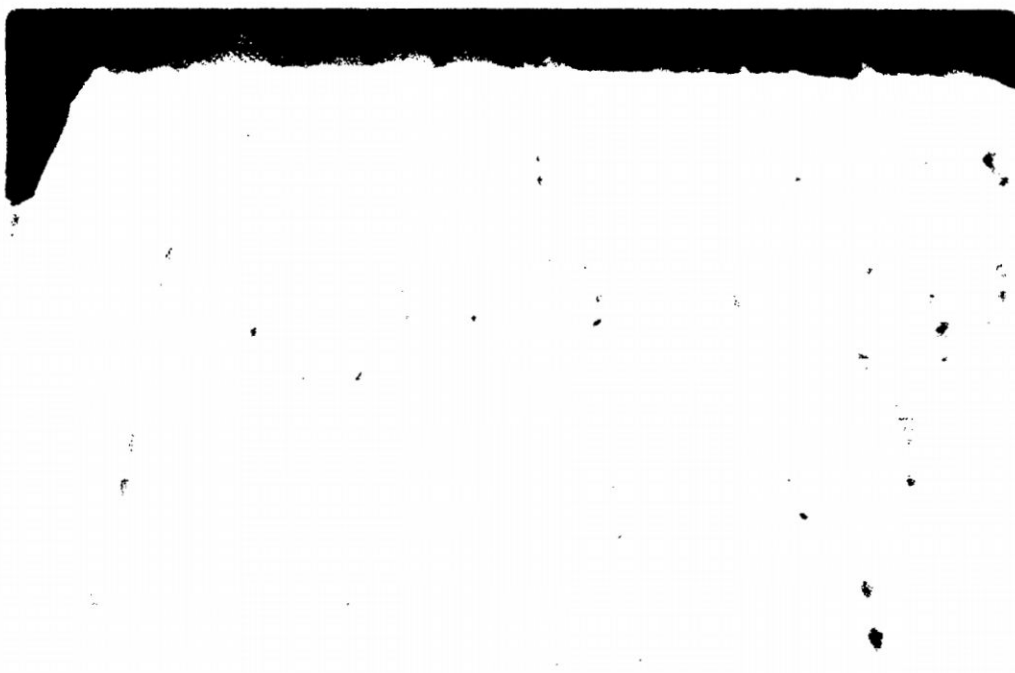
Anexo 4. Preparación del terreno: Nivelación y mullido del terreno.



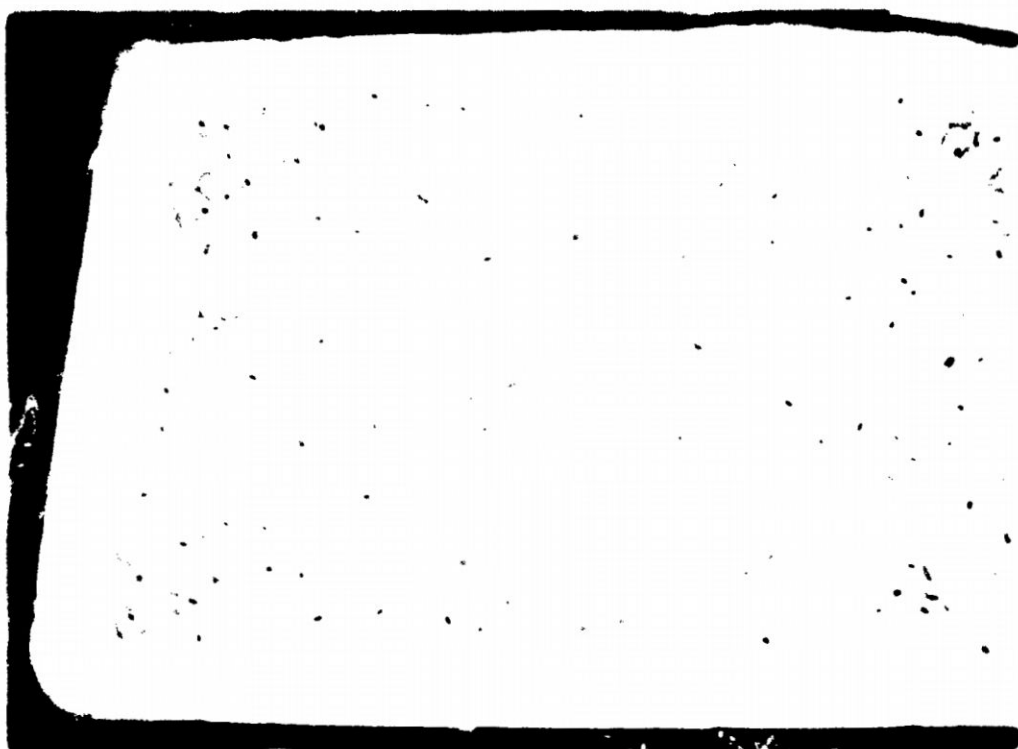
Anexo 5. Terreno arado, nivelado y mullido.



Anexo 6. Análisis de semilla: Instalación de la bandeja de germinación (Inicio de la prueba de germinación).



Anexo 7. Análisis de semilla: Bandeja de germinación instalada.



Anexo 8. Análisis de semilla: Semillas al finalizar la prueba de germinación.



Anexo 9. Trazado y delimitación del terreno.



Anexo 10. Recolección de algas de la especie *Spirogyra communis* (Hasall) Kurtz de los canales de drenaje de los campos de cultivo ubicados en la comunidad La Totorilla.



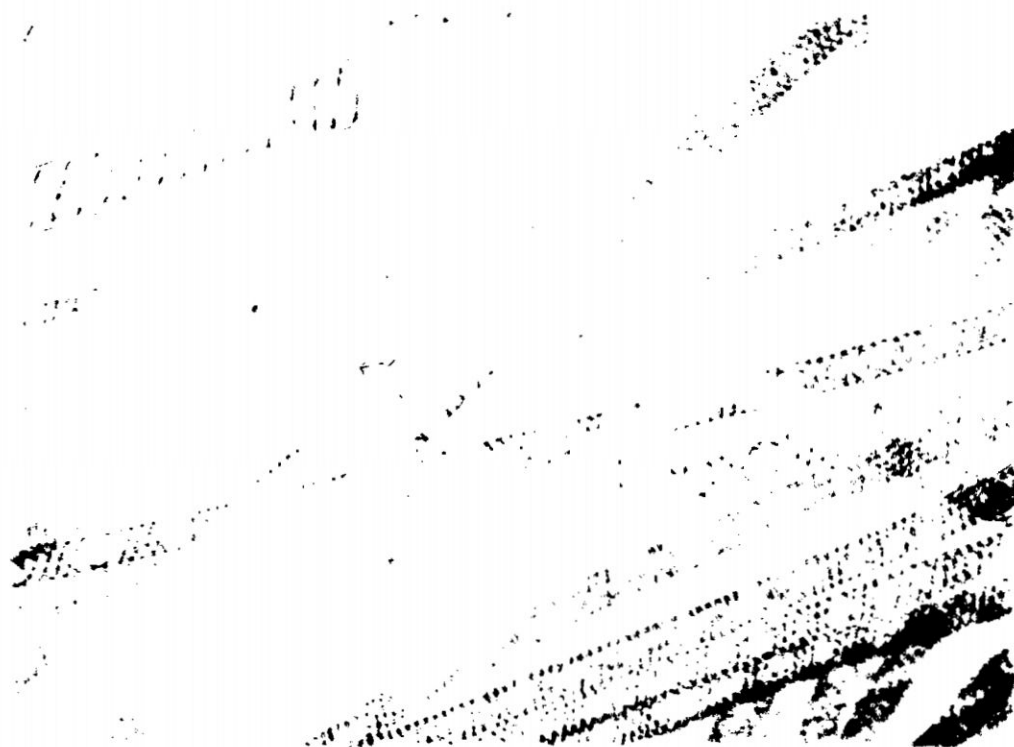
Anexo 11. Recolección de algas de la especie *Spirogyra communis* (Hasall) Kurtz de los canales de drenaje de los campos de cultivo ubicados en la comunidad La Totorilla.



Anexo 12. Obtención del extracto de algas de la especie *Spirogyra communis* (Hasall) Kurtz concentrado.

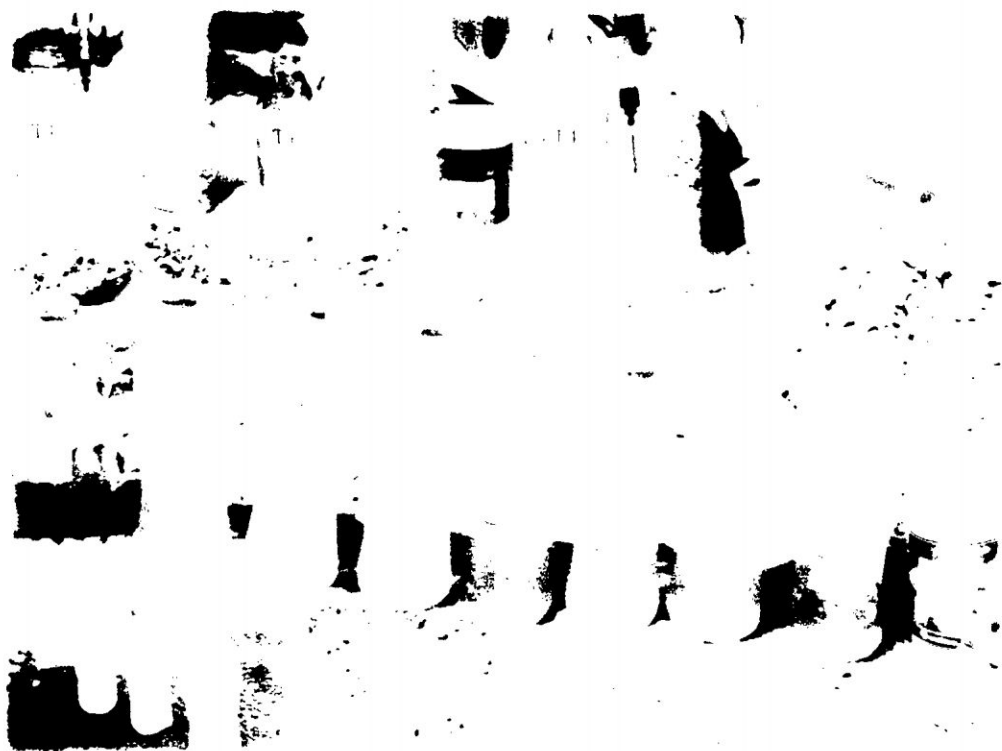


Anexo 13. Bioestimulantes utilizados.



Anexo 14. *Spirogyra communis* (Hassall) Kutz vista al microscopio.

BIBLIOTECA E INFORMACION
CULTURAL
U.N.S.C.M.



Anexo 15. Preparación de las dosis de aplicación para la siembra.



Anexo 16. Preparación de las dosis de aplicación para las aplicaciones foliares.



Anexo 17. Surcado del terreno.



Anexo 18. Terreno surcado.



Anexo 19. Colocación de letreros para identificar el tratamiento aplicado a cada parcela según la randomización del experimento.



Anexo 20. Campo experimental arado, nivelado, mullido, delimitado, surcado y con letreros de identificación de tratamiento.



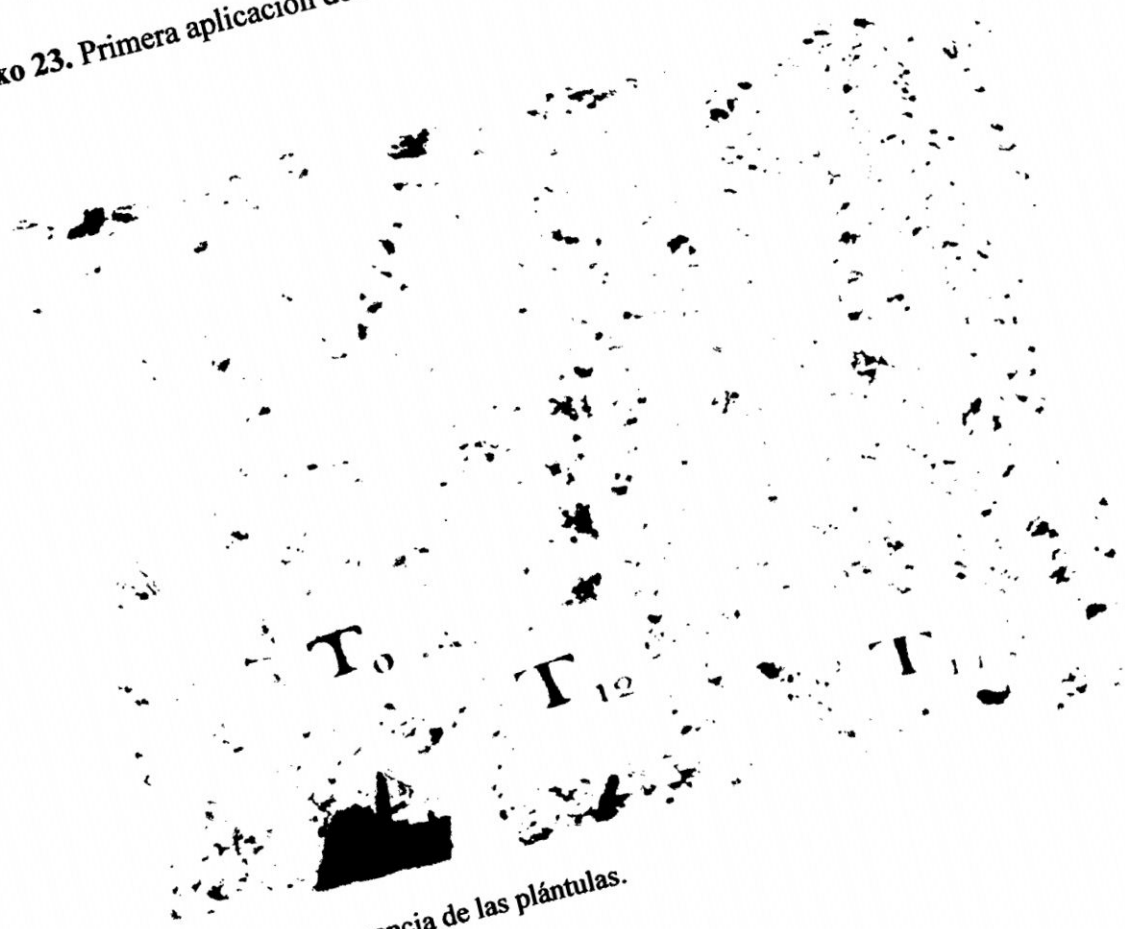
Anexo 21. Aplicación del abono orgánico constituido por guano de isla.



Anexo 22. Siembra.



Anexo 23. Primera aplicación de los bioestimulantes.



Anexo 24. Emergencia de las plántulas.



Anexo 25. Aplicaciones foliares de los bioestimulantes.



Anexo 26. Protección contra la helada.



Anexo 27. Plantas de arveja en pleno desarrollo vegetativo.



Anexo 28. Tutorado.



Anexo 29. Deshierbos y aporques.



Anexo 30. Plantas de arveja en el estado de botón floral.



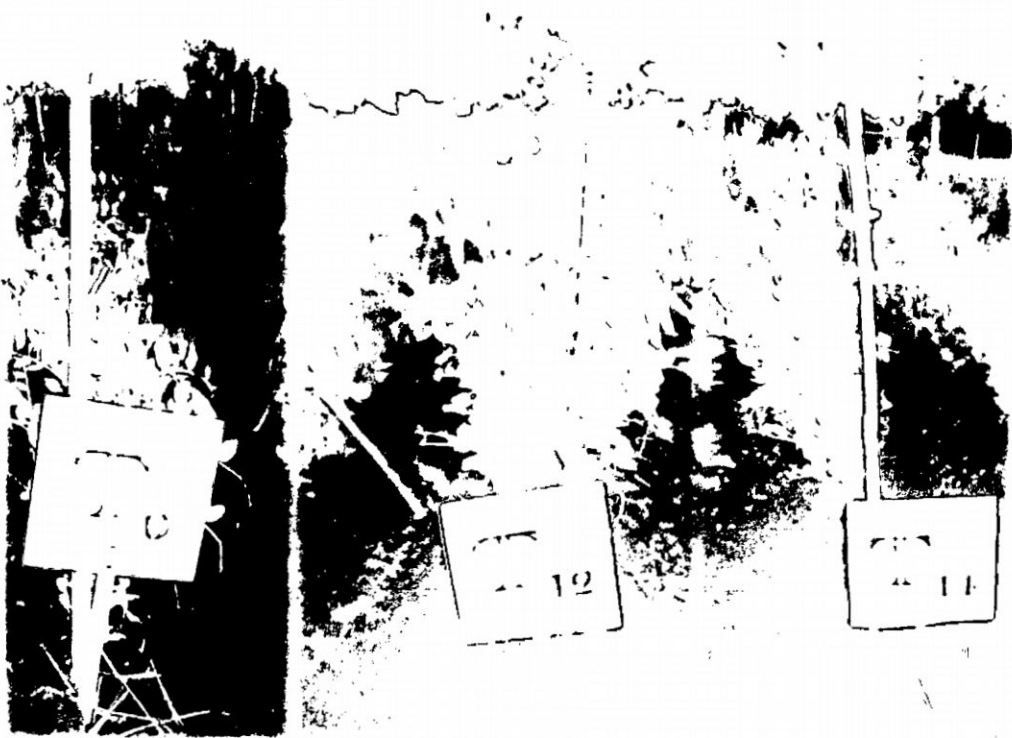
Anexo 31. Riegos.



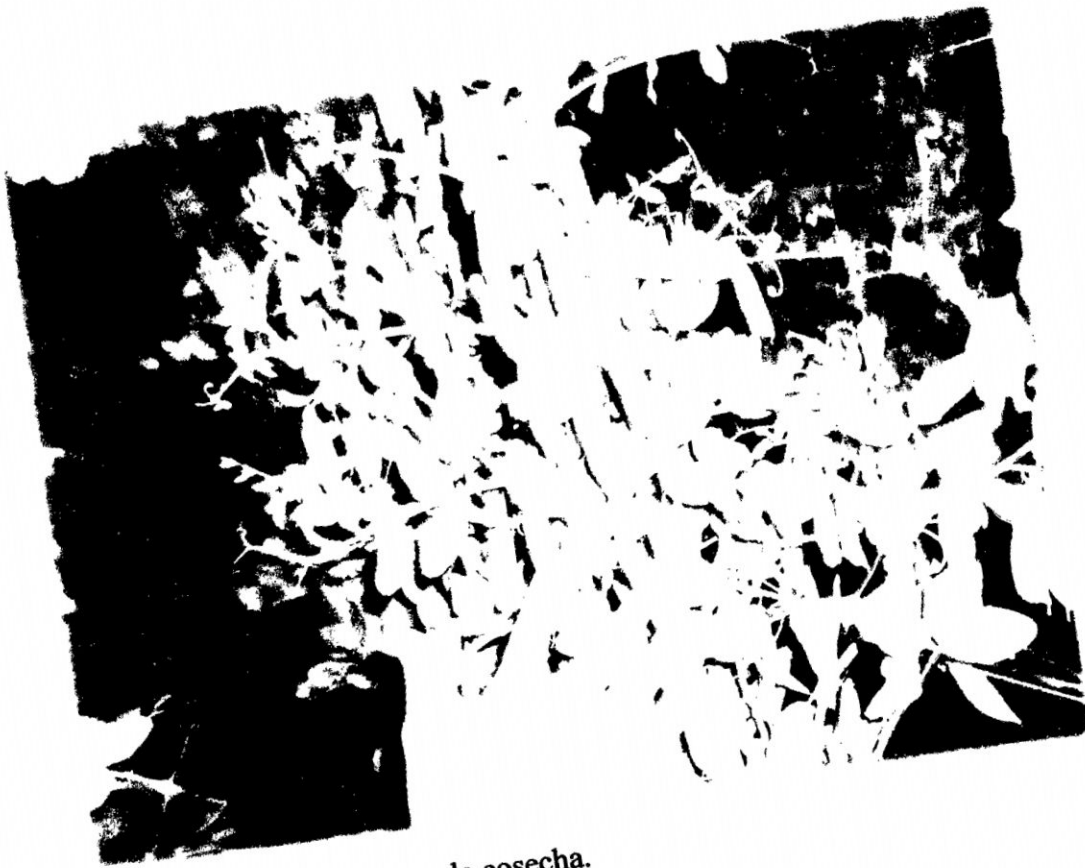
Anexo 32. Control fitosanitario.



Anexo 33. Inicio de llenado de grano.



Anexo 34. Plantas con vainas en la madurez de cosecha.



Anexo 35. Vainas listas para la cosecha.



Anexo 36. Cosecha.



Anexo 37. Evaluación de la variable altura de planta.



Anexo 38. Evaluación de la variable número de vainas por planta.



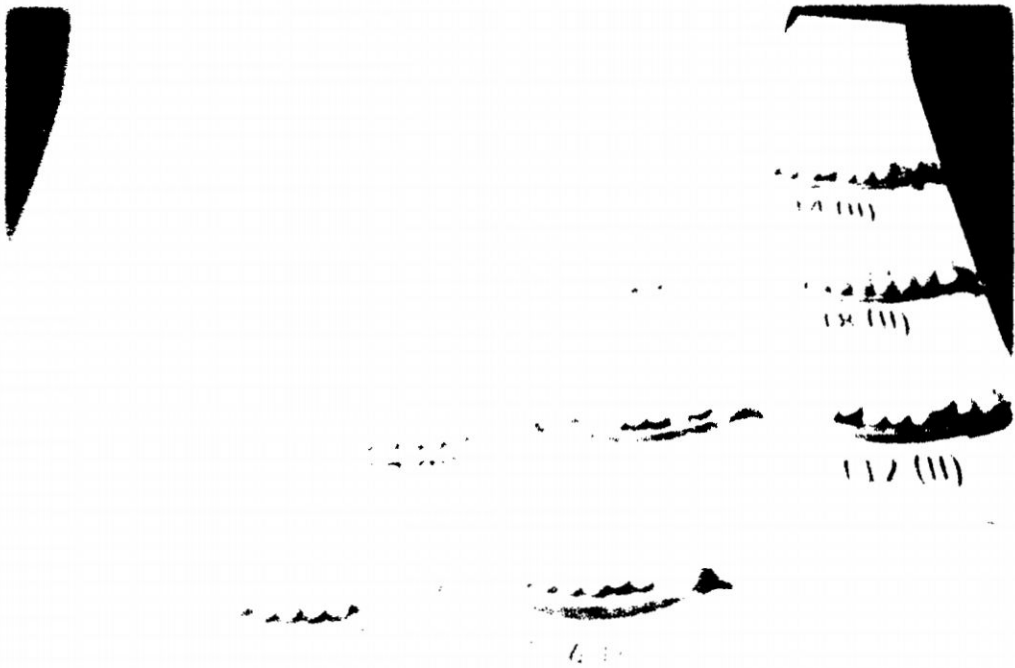
T8 (I)

Anexo 39. Evaluación de la variable longitud de vainas.



T10 (II)

Anexo 40. Evaluación de la variable número de granos por vaina.



Anexo 41. Número de granos por vaina de los distintos tratamientos.



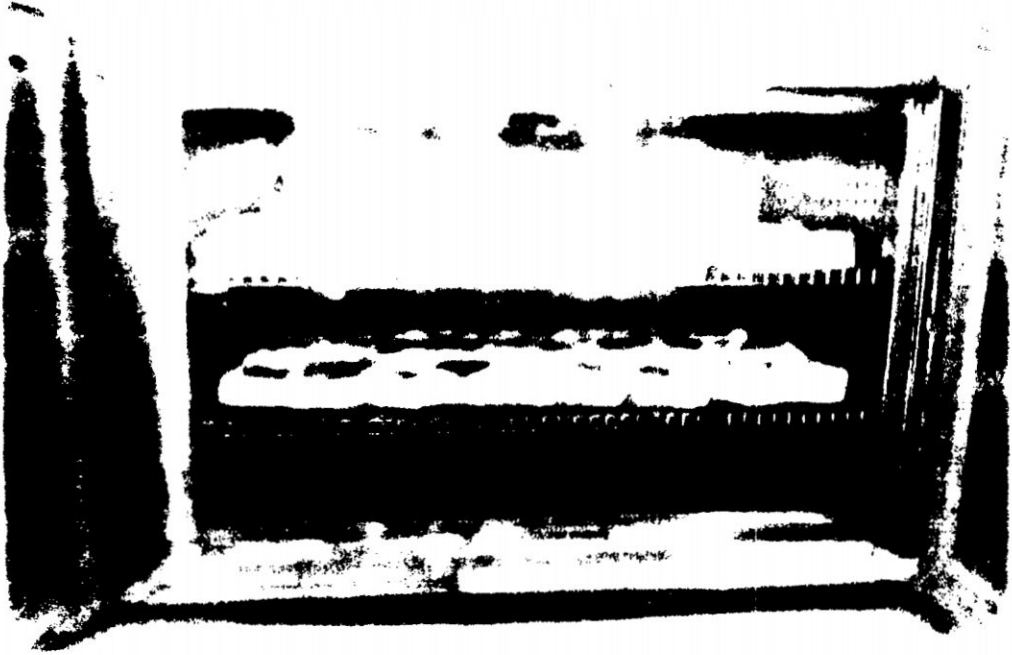
Anexo 42. Evaluación de la variable rendimiento en vaina.



Anexo 43. Evaluación de la variable índice de cosecha: Pesado de las plantas picadas y las vainas seleccionadas.



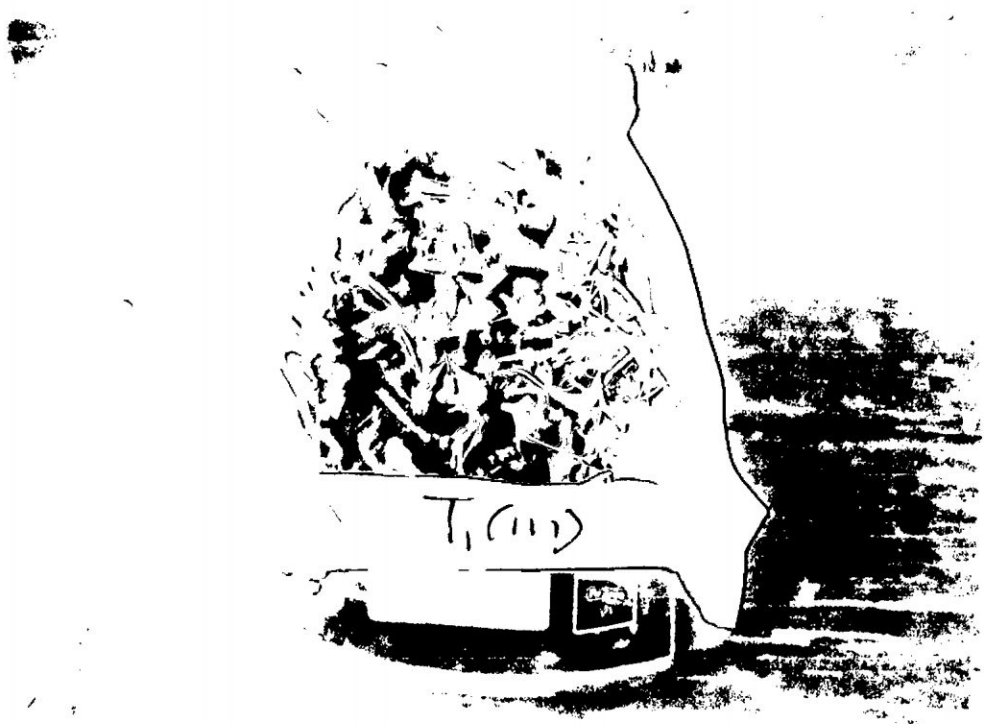
Anexo 44. Evaluación de la variable índice de cosecha: Muestras en envases de papel listas para colocarse en la estufa.



Anexo 45. Evaluación de la variable índice de cosecha: Muestras colocadas en la estufa.



Anexo 46. Evaluación de la variable índice de cosecha: Muestras luego de someterse a estufa a 105°C por 24 horas, listas para ser pesadas.



Anexo 47. Evaluación de la variable índice de cultivo: Pesado de las muestras sometidas a la estufa.

Anexo 48. Cantidad estimada de microelementos aportados (mg/ha/campaña) mediante la aplicación foliar de un bioestimulante de extracto de algas pardas y un bioestimulante de extracto del algas verdes *Spirogira communis* (Hasall) Kurtz, comparada con la demanda estimada de tales microelementos de un cultivo de arveja.

Microelemento	Aporte del extracto de algas pardas	Aporte del extracto de <i>Spirogira communis</i> (Hasall) Kurtz			Demanda del cultivo de arveja
		25%	50%	75%	
Fe	22	1125	2250	4500	200 - 2000
Mn	0.3	125	249	498	100 - 600
Zn	0.7	119	237	474	20 - 40
Cu	0.3	38	75	150	20 - 80

Anexo 49. Comparación de la cantidad estimada de microelementos aportados (mg/ha/campaña) mediante la aplicación foliar, la aplicación a la semilla y foliar del bioestimulante de extracto del alga *Spirogira communis* (Hasall) Kurtz y la demanda de tales microelementos del cultivo de arveja.

Forma de aplicación	Microelemento	Aporte del extracto de <i>Spirogira communis</i> (Hasall) Kurtz			Demanda del cultivo de arveja
		25%	50%	75%	
Foliar	Fe	1125	2250	4500	200 - 2000
	Mn	125	249	498	100 - 600
	Zn	119	237	474	20 - 40
	Cu	38	75	150	20 - 80
Semilla y foliar	Fe	1500	3000	3375	200 - 2000
	Mn	166	332	374	100 - 600
	Zn	158	316	356	20 - 40
	Cu	50	100	113	20 - 80

Anexo 50. Comparación de la cantidad estimada de microelementos aportados (mg/ha/campaña) por el bioestimulante de extracto del alga *Spirogira communis* (Hasall) Kurtz y el bioestimulante Biomar.

Forma de aplicación	Microelemento	Aporte del extracto de <i>Spirogira communis</i> (Hasall) Kurtz			Aporte del bioestimulante Biomar
		25%	50%	75%	
Foliar	Fe	1125	2250	4500	120
	Mn	125	249	498	15
	Zn	119	237	474	37.8
	Cu	38	75	150	--
Semilla y foliar	Fe	1500	3000	3375	160
	Mn	166	332	374	20
	Zn	158	316	356	50.4
	Cu	50	100	113	--

Anexo 51. Costo de Producción de una hectárea de arveja variedad Usui cosechada en vaina verde, tratamiento (T₀) Testigo absoluto. Pampa del Arco a 2792 msnm – Ayacucho 2014.

COSTO DE PRODUCCIÓN DEL CULTIVO DE ARVEJA - VAINA VERDE				
VARIEDAD	: USUI			
CLASE DE SEMILLA	: SIN CERTIFICAR			
SISTEMA DE SIEMBRA	: DIRECTO			
NIVEL TECNOLÓGICO	: MEDIO			
PERIODO VEGETATIVO	: 4 MESES			
FECHA DE COSTEO	: SETIEMBRE-2014			
ACTIVIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	VALOR UNITARIO (S/.)	COSTO TOTAL (S/.)
I.- COSTOS DIRECTOS				
A. GASTOS DE CULTIVO				
1. Mano de Obra:				
1.1 Preparación de terreno				
- Limpieza de terreno	jornal	3	30.00	90.00
- Surcado	jornal	10	30.00	300.00
- Riego de machaco	jornal	1	30.00	30.00
1.2 Siembra				
- Distribución semilla	jornal	8	30.00	240.00
1.3 Abonamiento				
- Incorporación de guano de isla	jornal	4	30.00	120.00
1.4 Labores Culturales				
- Deshierbo	jornal	20	30.00	600.00
- Protección contra la helada	jornal	10	30.00	300.00
- Aporque	jornal	25	30.00	750.00
- Tutorado	jornal	25	30.00	750.00
- Riegos	jornal	11	30.00	330.00
1.5 Control Fitosanitario				
- Aplicación de pesticidas	jornal	4	30.00	120.00
1.6 Cosecha				
- Recolección	jornal	18	30.00	528.60
- Selección y encostalado	jornal	2	30.00	52.86
- Cargufo	jornal	2	30.00	52.86
SUB-TOTAL DE MANO DE OBRA		142		4264.32
2. Maquinaria Agrícola:				
2.1 Aradura	H/M	4	65.00	260.00
2.2 Rastra	H/M	2	65.00	130.00
SUB-TOTAL DE MAQUINARIA AGRÍCOLA		6		390.00
3. Insumos:				
3.1 Semilla	kg	91	10.00	910.00
3.3 Guano de isla	saco	67	50.00	3350.00
3.4 Pesticidas				
- Kúmulus	kg	3	23.00	69.00
- Cyperklin	lt	0.6	75.00	45.00
4. Materiales				
4.1 Nylon	madeja	85	10.00	850.00
4.2 Carrizo	atado	80	30	2400.00
SUB-TOTAL DE INSUMOS				7624.00
B. GASTOS GENERALES				
1. Imprevistos (10% gastos de cultivo)				1227.832
SUB-TOTAL DE GASTOS GENERALES				1227.832
TOTAL DE COSTOS DIRECTOS				13506.15
II.- COSTOS INDIRECTOS				
A. Costos Financieros (1.92% C.D./mes)				1296.59
TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS				1296.59
III.- COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN				14802.74

Anexo 52. Rentabilidad económica de una hectárea de arveja variedad Usui cosechada en vaina verde, tratamiento (T₀) Testigo absoluto. Pampa del Arco a 2792 msnm – Ayacucho 2014.

IV.- VALORIZACIÓN DE LA COSECHA			
A. Rendimiento Probable (kg/ha)			7048
B. Precio Promedio de Venta (S/.x kg)			3.00
C. Valor Bruto de la Producción (S/.)			21144.00
V.- DISTRIBUCIÓN DE LA PRODUCCIÓN			
A. Pérdidas y mermas (5% producción)	kg	352.4	1057.20
B. Producción Vendida (95% producción)	kg	6695.6	20086.80
C. Utilidad Neta Estimada			5284.06
VI.- ANÁLISIS ECONÓMICO			
Valor Bruto de la Producción			21144.00
Costo Total de la Producción			14802.74
Utilidad Bruta de la Producción			6341.26
Precio Promedio Venta Unitario			3.00
Costo de Producción Unitario			2.10
Margen de Utilidad Unitario			0.90
Utilidad Neta Estimada			5284.06
Índice de Rentabilidad (%)			36

Anexo 53. Costo de Producción de una hectárea de arveja variedad Usui cosechada en vaina verde, tratamiento (T₁) 75% de extracto de alga, sin enriquecer con microelementos y aplicado al follaje. Pampa del Arco a 2792 msnm – Ayacucho 2014.

COSTO DE PRODUCCIÓN DEL CULTIVO DE ARVEJA - VAINA VERDE				
VARIEDAD	: USUI			
CLASE DE SEMILLA	: SIN CERTIFICAR			
SISTEMA DE SIEMBRA	: DIRECTO			
NIVEL TECNOLÓGICO	: MEDIO			
PERIODO VEGETATIVO	: 4 MESES			
FECHA DE COSTEO	: SETIEMBRE-2014			
ACTIVIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	VALOR UNITARIO (S/.)	COSTO TOTAL (S/.)
I.- COSTOS DIRECTOS				
A. GASTOS DE CULTIVO				
1. Mano de Obra:				
1.1 Preparación de terreno				
- Limpieza de terreno	jornal	3	30.00	90.00
- Surcado	jornal	10	30.00	300.00
- Riego de machaco	jornal	1	30.00	30.00
1.2 Siembra				
- Distribución semilla	jornal	8	30.00	240.00
1.3 Abonamiento				
- Incorporación de guano de isla	jornal	4	30.00	120.00
1.4 Labores Culturales				
- Deshierbo	jornal	20	30.00	600.00
- Protección contra la helada	jornal	10	30.00	300.00
- Aporque	jornal	25	30.00	750.00
- Tutorado	jornal	25	30.00	750.00
- Riegos	jornal	11	30.00	330.00
1.5 Biostimulante				
- Aplicación del Bioestimulante	jornal	6	30.00	180.00
1.6 Control Fitosanitario				
- Aplicación de pesticidas	jornal	3	30.00	90.00
1.7 Cosecha				
- Recolección	jornal	24	30.00	714.08
- Selección y encostado	jornal	2	30.00	71.41
- Carguío	jornal	2	30.00	71.41
SUB-TOTAL DE MANO DE OBRA		155		4636.89
2. Maquinaria Agrícola:				
2.1 Aradura	H/M	4	65.00	260.00
2.2 Rastra	H/M	2	65.00	130.00
SUB-TOTAL DE MAQUINARIA AGRÍCOLA		6		390.00
3. Insumos:				
3.1 Semilla	kg	91	10.00	910.00
3.2 Bioestimulante	lt	4.5	10.00	45.00
3.3 Guano de isla	saco	67	50.00	3350.00
3.4 Pesticidas				
- Kúmulus	kg	3	23.00	69.00
- Cyperklin	lt	0.4	75.00	30.00
4. Materiales				
4.1 Nylon	madeja	85	10.00	850.00
4.2 Carrizo	atado	80	30	2400.00
SUB-TOTAL DE INSUMOS				7654.00
B. GASTOS GENERALES				
1. Imprevistos (10% gastos de cultivo)				1268.089
SUB-TOTAL DE GASTOS GENERALES				1268.089
TOTAL DE COSTOS DIRECTOS				13948.98
II.- COSTOS INDIRECTOS				
A. Costos Financieros (1.92% C.D./mes)				1339.10
TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS				1339.10
III.- COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN				15288.08

Anexo 54. Rentabilidad económica de una hectárea de arveja variedad Usui cosechada en vaina verde, tratamiento (T₁) 75% de extracto de alga, sin enriquecer con microelementos y aplicado al follaje.. Pampa del Arco a 2792 msnm – Ayacucho 2014.

IV.- VALORIZACIÓN DE LA COSECHA			
A. Rendimiento Probable (kg/ha)			9521
B. Precio Promedio de Venta (S./x kg)			3.00
C. Valor Bruto de la Producción (S./.)			28563.00
V.- DISTRIBUCIÓN DE LA PRODUCCIÓN			
A. Pérdidas y mermas (5% producción)	kg	476.05	1428.15
B. Producción Vendida (95% producción)	kg	9044.95	27134.85
C. Utilidad Neta Estimada			11846.77
VI.- ANÁLISIS ECONÓMICO			
Valor Bruto de la Producción			28563.00
Costo Total de la Producción			15288.08
Utilidad Bruta de la Producción			13274.92
Precio Promedio Venta Unitario			3.00
Costo de Producción Unitario			1.61
Margen de Utilidad Unitario			1.39
Utilidad Neta Estimada			11846.77
Índice de Rentabilidad (%)			77

Anexo 55. Costo de Producción de una hectárea de arveja variedad Usui cosechada en vaina verde, tratamiento (T₂) 75% de extracto de alga, sin enriquecer con microelementos y aplicado a la semilla y al follaje. Pampa del Arco a 2792 msnm – Ayacucho 2014.

COSTO DE PRODUCCIÓN DEL CULTIVO DE ARVEJA - VAINA VERDE				
VARIEDAD	: USUI			
CLASE DE SEMILLA	: SIN CERTIFICAR			
SISTEMA DE SIEMBRA	: DIRECTO			
NIVEL TECNOLÓGICO	: MEDIO			
PERIODO VEGETATIVO	: 4 MESES			
FECHA DE COSTEO	: SETIEMBRE-2014			
ACTIVIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	VALOR UNITARIO (S/.)	COSTO TOTAL (S/.)
I.- COSTOS DIRECTOS				
A. GASTOS DE CULTIVO				
1. Mano de Obra:				
1.1 Preparación de terreno				
- Limpieza de terreno	jornal	3	30.00	90.00
- Surcado	jornal	10	30.00	300.00
- Riego de machaco	jornal	1	30.00	30.00
1.2 Siembra				
- Distribución semilla	jornal	8	30.00	240.00
1.3 Abonamiento				
- Incorporación de guano de isla	jornal	4	30.00	120.00
1.4 Labores Culturales				
- Deshierbo	jornal	20	30.00	600.00
- Protección contra la helada	jornal	10	30.00	300.00
- Aporque	jornal	25	30.00	750.00
- Tutorado	jornal	25	30.00	750.00
- Riegos	jornal	11	30.00	330.00
1.5 Biostimulante				
- Aplicación del Biostimulante	jornal	8	30.00	240.00
1.6 Control Fitosanitario				
- Aplicación de pesticidas	jornal	3	30.00	90.00
1.7 Cosecha				
- Recolección	jornal	29	30.00	881.18
- Selección y encostado	jornal	3	30.00	88.12
- Carguío	jornal	3	30.00	88.12
SUB-TOTAL DE MANO DE OBRA		163		4897.41
2. Maquinaria Agrícola:				
2.1 Aradura	H/M	4	65.00	260.00
2.2 Rastra	H/M	2	65.00	130.00
SUB-TOTAL DE MAQUINARIA AGRÍCOLA		6		390.00
3. Insumos:				
3.1 Semilla	kg	91	10.00	910.00
3.2 Bioestimulante	lt	6	10.00	60.00
3.3 Guano de isla	saco	67	50.00	3350.00
3.4 Pesticidas				
- Kúmulus	kg	3	23.00	69.00
- Cyperklin	lt	0.4	75.00	30.00
4. Materiales				
4.1 Nylon	madeja	85	10.00	850.00
4.2 Carrizo	atado	80	30	2400.00
SUB-TOTAL DE INSUMOS				7669.00
B. GASTOS GENERALES				
1. Imprevistos (10% gastos de cultivo)				1295.641
SUB-TOTAL DE GASTOS GENERALES				1295.641
TOTAL DE COSTOS DIRECTOS				14252.05
II.- COSTOS INDIRECTOS				
A. Costos Financieros (1.92% C.D./mes)				1368.20
TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS				1368.20
III.- COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN				15620.25

Anexo 56. Rentabilidad económica de una hectárea de arveja variedad Usui cosechada en vaina verde, tratamiento (T2) 75% de extracto de alga, sin enriquecer con microelementos y aplicado a la semilla y al follaje. Pampa del Arco a 2792 msnm – Ayacucho 2014.

IV.- VALORIZACIÓN DE LA COSECHA			
A. Rendimiento Probable (kg/ha)			11749
B. Precio Promedio de Venta (S/. x kg)			3.00
C. Valor Bruto de la Producción (S/.)			35247.00
V.- DISTRIBUCIÓN DE LA PRODUCCIÓN			
A. Pérdidas y mermas (5% producción)	kg	587.45	1762.35
B. Producción Vendida (95% producción)	kg	11161.55	33484.65
C. Utilidad Neta Estimada			17864.40
VI.- ANÁLISIS ECONÓMICO			
Valor Bruto de la Producción			35247.00
Costo Total de la Producción			15620.25
Utilidad Bruta de la Producción			19626.75
Precio Promedio Venta Unitario			3.00
Costo de Producción Unitario			1.33
Margen de Utilidad Unitario			1.67
Utilidad Neta Estimada			17864.40
Índice de Rentabilidad (%)			114

Anexo 57. Costo de Producción de una hectárea de arveja variedad Usui cosechada en vaina verde, tratamiento (T₃) 50% de extracto de alga, sin enriquecer con microelementos y aplicado al follaje. Pampa del Arco a 2792 msnm – Ayacucho 2014.

COSTO DE PRODUCCIÓN DEL CULTIVO DE ARVEJA - VAINA VERDE				
VARIEDAD	: USUI			
CLASE DE SEMILLA	: SIN CERTIFICAR			
SISTEMA DE SIEMBRA	: DIRECTO			
NIVEL TECNOLÓGICO	: MEDIO			
PERIODO VEGETATIVO	: 4 MESES			
FECHA DE COSTEO	: SETIEMBRE-2014			
ACTIVIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	VALOR UNITARIO (S/.)	COSTO TOTAL (S/.)
I.- COSTOS DIRECTOS				
A. GASTOS DE CULTIVO				
1. Mano de Obra:				
1.1 Preparación de terreno				
- Limpieza de terreno	jornal	3	30.00	90.00
- Surcado	jornal	10	30.00	300.00
- Riego de machaco	jornal	1	30.00	30.00
1.2 Siembra				
- Distribución semilla	jornal	8	30.00	240.00
1.3 Abonamiento				
- Incorporación de guano de isla	jornal	4	30.00	120.00
1.4 Labores Culturales				
- Deshierbo	jornal	20	30.00	600.00
- Protección contra la helada	jornal	10	30.00	300.00
- Aporque	jornal	25	30.00	750.00
- Tutorado	jornal	25	30.00	750.00
- Riegos	jornal	11	30.00	330.00
1.5 Biostimulante				
- Aplicación del Bioestimulante	jornal	6	30.00	180.00
1.6 Control Fitosanitario				
- Aplicación de pesticidas	jornal	3	30.00	90.00
1.7 Cosecha				
- Recolección	jornal	26	30.00	780.00
- Selección y encostado	jornal	3	30.00	78.00
- Carguo	jornal	3	30.00	78.00
SUB-TOTAL DE MANO DE OBRA		157		4716.00
2. Maquinaria Agrícola:				
2.1 Aradura				
	H/M	4	65.00	260.00
2.2 Rastra				
	H/M	2	65.00	130.00
SUB-TOTAL DE MAQUINARIA AGRÍCOLA		6		390.00
3. Insumos:				
3.1 Semilla				
	kg	91	10.00	910.00
3.2 Bioestimulante				
	lt	3	10.00	30.00
3.3 Guano de isla				
	saco	67	50.00	3350.00
3.4 Pesticidas				
- Kúmulus	kg	3	23.00	69.00
- Cyperklin	lt	0.4	75.00	30.00
4. Materiales				
4.1 Nylon				
	madeja	85	10.00	850.00
4.2 Carrizo				
	atado	80	30	2400.00
SUB-TOTAL DE INSUMOS				7639.00
B. GASTOS GENERALES				
1. Imprevistos (10% gastos de cultivo)				1274.509
SUB-TOTAL DE GASTOS GENERALES				1274.509
TOTAL DE COSTOS DIRECTOS				14019.60
II.- COSTOS INDIRECTOS				
A. Costos Financieros (1.92% C.D./mes)				1345.88
TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS				1345.88
III.- COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN				15365.48

Anexo 58. Rentabilidad económica de una hectárea de arveja variedad Usui cosechada en vaina verde, tratamiento (T₃) 50% de extracto de alga, sin enriquecer con microelementos y aplicado al follaje. Pampa del Arco a 2792 msnm – Ayacucho 2014.

IV.- VALORIZACIÓN DE LA COSECHA			
A. Rendimiento Probable (kg/ha)			10401
B. Precio Promedio de Venta (S/.x kg)			3.00
C. Valor Bruto de la Producción (S/.)			31203.00
V.- DISTRIBUCIÓN DE LA PRODUCCIÓN			
A. Pérdidas y mermas (5% producción)	kg	520.05	1560.15
B. Producción Vendida (95% producción)	kg	9880.95	29642.85
C. Utilidad Neta Estimada			14277.37
VI.- ANÁLISIS ECÓNOMICO			
Valor Bruto de la Producción			31203.00
Costo Total de la Producción			15365.48
Utilidad Bruta de la Producción			15837.52
Precio Promedio Venta Unitario			3.00
Costo de Producción Unitario			1.48
Margen de Utilidad Unitario			1.52
Utilidad Neta Estimada			14277.37
Índice de Rentabilidad (%)			93

Anexo 59. Costo de Producción de una hectárea de arveja variedad Usui cosechada en vaina verde, tratamiento (T₄) 50% de extracto de alga, sin enriquecer con microelementos y aplicado a la semilla y al follaje. Pampa del Arco a 2792 msnm – Ayacucho 2014.

COSTO DE PRODUCCIÓN DEL CULTIVO DE ARVEJA - VAINA VERDE				
VARIEDAD	: USUI			
CLASE DE SEMILLA	: SIN CERTIFICAR			
SISTEMA DE SIEMBRA	: DIRECTO			
NIVEL TECNOLÓGICO	: MEDIO			
PERIODO VEGETATIVO	: 4 MESES			
FECHA DE COSTEO	: SETIEMBRE-2014			
ACTIVIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	VALOR UNITARIO (S/.)	COSTO TOTAL (S/.)
I.- COSTOS DIRECTOS				
A. GASTOS DE CULTIVO				
1. Mano de Obra:				
1.1 Preparación de terreno				
- Limpieza de terreno	jornal	3	30.00	90.00
- Surcado	jornal	10	30.00	300.00
- Riego de machaco	jornal	1	30.00	30.00
1.2 Siembra				
- Distribución semilla	jornal	8	30.00	240.00
1.3 Abonamiento				
- Incorporación de guano de isla	jornal	4	30.00	120.00
1.4 Labores Culturales				
- Deshierbo	jornal	20	30.00	600.00
- Protección contra la helada	jornal	10	30.00	300.00
- Aporque	jornal	25	30.00	750.00
- Tutorado	jornal	25	30.00	750.00
- Riegos	jornal	11	30.00	330.00
1.5 Biostimulante				
- Aplicación del Bioestimulante	jornal	8	30.00	240.00
1.6 Control Fitosanitario				
- Aplicación de pesticidas	jornal	3	30.00	90.00
1.7 Cosecha				
- Recolectión	jornal	37	30.00	1109.55
- Selección y encostalado	jornal	4	30.00	110.96
- Carguío	jornal	4	30.00	110.96
SUB-TOTAL DE MANO DE OBRA		172		5171.46
2. Maquinaria Agrícola:				
2.1 Aradura	H/M	4	65.00	260.00
2.2 Rastra	H/M	2	65.00	130.00
SUB-TOTAL DE MAQUINARIA AGRÍCOLA		6		390.00
3. Insumos:				
3.1 Semilla	kg	91	10.00	910.00
3.2 Bioestimulante	lt	4	10.00	40.00
3.3 Guano de isla	saco	67	50.00	3350.00
3.4 Pesticidas				
- Kúmulus	kg	3	23.00	69.00
- Cyperklin	lt	0.4	75.00	30.00
4. Materiales				
4.1 Nylon	madeja	85	10.00	850.00
4.2 Carrizo	atado	80	30	2400.00
SUB-TOTAL DE INSUMOS				7649.00
B. GASTOS GENERALES				
1. Imprevistos (10% gastos de cultivo)				1321.046
SUB-TOTAL DE GASTOS GENERALES				1321.046
TOTAL DE COSTOS DIRECTOS				14531.51
II.- COSTOS INDIRECTOS				
A. Costos Financieros (1.92% C.D./mes)				1395.02
TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS				1395.02
III.- COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN				15926.53

Anexo 60. Rentabilidad económica de una hectárea de arveja variedad Usui cosechada en vaina verde, tratamiento (T₄) 50% de extracto de alga, sin enriquecer con microelementos y aplicado a la semilla y al follaje. Pampa del Arco a 2792 msnm – Ayacucho 2014.

IV.- VALORIZACIÓN DE LA COSECHA			
A. Rendimiento Probable (kg/ha)			14794
B. Precio Promedio de Venta (S/.x kg)			3.00
C. Valor Bruto de la Producción (S/.)			44382.00
V.- DISTRIBUCIÓN DE LA PRODUCCIÓN			
A. Pérdidas y mermas (5% producción)	kg	739.7	2219.10
B. Producción Vendida (95% producción)	kg	14054.3	42162.90
C. Utilidad Neta Estimada			26236.37
VI.- ANÁLISIS ECONÓMICO			
Valor Bruto de la Producción			44382.00
Costo Total de la Producción			15926.53
Utilidad Bruta de la Producción			28455.47
Precio Promedio Venta Unitario			3.00
Costo de Producción Unitario			1.08
Margen de Utilidad Unitario			1.92
Utilidad Neta Estimada			26236.37
Índice de Rentabilidad (%)			165

Anexo 61. Costo de Producción de una hectárea de arveja variedad Usui cosechada en vaina verde, tratamiento (T₅) 25% de extracto de alga, sin enriquecer con microelementos y aplicado al follaje. Pampa del Arco a 2792 msnm – Ayacucho 2014.

COSTO DE PRODUCCIÓN DEL CULTIVO DE ARVEJA - VAINA VERDE				
VARIEDAD	: USUI			
CLASE DE SEMILLA	: SIN CERTIFICAR			
SISTEMA DE SIEMBRA	: DIRECTO			
NIVEL TECNOLÓGICO	: MEDIO			
PERIODO VEGETATIVO	: 4 MESES			
FECHA DE COSTEO	: SETIEMBRE-2014			
ACTIVIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	VALOR UNITARIO (S/.)	COSTO TOTAL (S/.)
I.- COSTOS DIRECTOS				
A. GASTOS DE CULTIVO				
1. Mano de Obra:				
1.1 Preparación de terreno				
- Limpieza de terreno	jornal	3	30.00	90.00
- Surcado	jornal	10	30.00	300.00
- Riego de machaco	jornal	1	30.00	30.00
1.2 Siembra				
- Distribución semilla	jornal	8	30.00	240.00
1.3 Abonamiento				
- Incorporación de guano de isla	jornal	4	30.00	120.00
1.4 Labores Culturales				
- Deshierbo	jornal	20	30.00	600.00
- Protección contra la helada	jornal	10	30.00	300.00
- Aporque	jornal	25	30.00	750.00
- Tutorado	jornal	25	30.00	750.00
- Riegos	jornal	11	30.00	330.00
1.5 Biostimulante				
- Aplicación del Biostimulante.	jornal	6	30.00	180.00
1.6 Control Fitosanitario				
- Aplicación de pesticidas	jornal	3	30.00	90.00
1.7 Cosecha				
- Recolección	jornal	24	30.00	729.53
- Selección y encostado	jornal	2	30.00	72.95
- Carguío	jornal	2	30.00	72.95
SUB-TOTAL DE MANO DE OBRA		155		4655.43
2. Maquinaria Agrícola:				
2.1 Aradura	H/M	4	65.00	260.00
2.2 Rastra	H/M	2	65.00	130.00
SUB-TOTAL DE MAQUINARIA AGRÍCOLA		6		390.00
3. Insumos:				
3.1 Semilla	kg	91	10.00	910.00
3.2 Bioestimulante	lt	1.5	10.00	15.00
3.3 Guano de isla	saco	67	50.00	3350.00
3.4 Pesticidas				
- Kúmulus	kg	3	23.00	69.00
- Cyperklín	lt	0.4	75.00	30.00
4. Materiales				
4.1 Nylon	madeja	85	10.00	850.00
4.2 Carrizo	atado	80	30	2400.00
SUB-TOTAL DE INSUMOS				7624.00
B. GASTOS GENERALES				
1. Imprevistos (10% gastos de cultivo)				1266.943
SUB-TOTAL DE GASTOS GENERALES				1266.943
TOTAL DE COSTOS DIRECTOS				13936.37
II.- COSTOS INDIRECTOS				
A. Costos Financieros (1.92% C.D./mes)				1337.89
TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS				1337.89
III.- COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN				15274.26

Anexo 62. Rentabilidad económica de una hectárea de arveja variedad Usui cosechada en vaina verde, tratamiento (T₅) 25% de extracto de alga, sin enriquecer con microelementos y aplicado al follaje. Pampa del Arco a 2792 msnm – Ayacucho 2014.

IV.- VALORIZACIÓN DE LA COSECHA			
A. Rendimiento Probable (kg/ha)			9727
B. Precio Promedio de Venta (S/.x kg)			3.00
C. Valor Bruto de la Producción (S/.)			29181.00
V.- DISTRIBUCIÓN DE LA PRODUCCIÓN			
A. Pérdidas y mermas (5% producción)	kg	486.35	1459.05
B. Producción Vendida (95% producción)	kg	9240.65	27721.95
C. Utilidad Neta Estimada			12447.69
VI.- ANÁLISIS ECÓNOMICO			
Valor Bruto de la Producción			29181.00
Costo Total de la Producción			15274.26
Utilidad Bruta de la Producción			13906.74
Precio Promedio Venta Unitario			3.00
Costo de Producción Unitario			1.57
Margen de Utilidad Unitario			1.43
Utilidad Neta Estimada			12447.69
Índice de Rentabilidad (%)			81

Anexo 63. Costo de Producción de una hectárea de arveja variedad Usui cosechada en vaina verde, tratamiento (T₆) 25% de extracto de alga, sin enriquecer con microelementos y aplicado a la semilla y al follaje. Pampa del Arco a 2792 msnm – Ayacucho 2014.

COSTO DE PRODUCCIÓN DEL CULTIVO DE ARVEJA - VAINA VERDE				
VARIEDAD	: USUI			
CLASE DE SEMILLA	: SIN CERTIFICAR			
SISTEMA DE SIEMBRA	: DIRECTO			
NIVEL TECNOLÓGICO	: MEDIO			
PERIODO VEGETATIVO	: 4 MESES			
FECHA DE COSTEO	: SETIEMBRE-2014			
ACTIVIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	VALOR UNITARIO (S/.)	COSTO TOTAL (S/.)
I.- COSTOS DIRECTOS				
A. GASTOS DE CULTIVO				
1. Mano de Obra:				
1.1 Preparación de terreno				
- Limpieza de terreno	jornal	3	30.00	90.00
- Surcado	jornal	10	30.00	300.00
- Riego de machaco	jornal	1	30.00	30.00
1.2 Siembra				
- Distribución semilla	jornal	8	30.00	240.00
1.3 Abonamiento				
- Incorporación de guano de isla	jornal	4	30.00	120.00
1.4 Labores Culturales				
- Deshierbo	jornal	20	30.00	600.00
- Protección contra la helada	jornal	10	30.00	300.00
- Aporque	jornal	25	30.00	750.00
- Tutorado	jornal	25	30.00	750.00
- Riegos	jornal	11	30.00	330.00
1.5 Bioestimulante				
- Aplicación del Bioestimulante	jornal	8	30.00	240.00
1.6 Control Fitosanitario				
- Aplicación de pesticidas	jornal	3	30.00	90.00
1.7 Cosecha				
- Recolección	jornal	32	30.00	959.85
- Selección y encostado	jornal	3	30.00	95.99
- Carguío	jornal	3	30.00	95.99
SUB-TOTAL DE MANO DE OBRA		166		4991.82
2. Maquinaria Agrícola:				
2.1 Aradura	H/M	4	65.00	260.00
2.2 Rastra	H/M	2	65.00	130.00
SUB-TOTAL DE MAQUINARIA AGRÍCOLA		6		390.00
3. Insumos:				
3.1 Semilla	kg	91	10.00	910.00
3.2 Bioestimulante	lt	2	10.00	20.00
3.3 Guano de isla	saco	67	50.00	3350.00
3.4 Pesticidas				
- Kúmulus	kg	3	23.00	69.00
- Cyperklin	lt	0.4	75.00	30.00
4. Materiales				
4.1 Nylon	madeja	85	10.00	850.00
4.2 Carrizo	atado	80	30	2400.00
SUB-TOTAL DE INSUMOS				7629.00
B. GASTOS GENERALES				
1. Imprevistos (10% gastos de cultivo)				1301.082
SUB-TOTAL DE GASTOS GENERALES				1301.082
TOTAL DE COSTOS DIRECTOS				14311.90
II.- COSTOS INDIRECTOS				
A. Costos Financieros (1.92% C.D./mes)				1373.94
TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS				1373.94
III.- COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN				15685.84

Anexo 64. Rentabilidad económica de una hectárea de arveja variedad Usui cosechada en vaina verde, tratamiento (T₆) 25% de extracto de alga, sin enriquecer con microelementos y aplicado a la semilla y al follaje. Pampa del Arco a 2792 msnm – Ayacucho 2014.

IV.- VALORIZACIÓN DE LA COSECHA			
A. Rendimiento Probable (kg/ha)			12798
B. Precio Promedio de Venta (S/.x kg)			3.00
C. Valor Bruto de la Producción (S/.)			38394.00
V.- DISTRIBUCIÓN DE LA PRODUCCIÓN			
A. Pérdidas y mermas (5% producción)	kg	639.9	1919.70
B. Producción Vendida (95% producción)	kg	12158.1	36474.30
C. Utilidad Neta Estimada			20788.46
VI.- ANÁLISIS ECONÓMICO			
Valor Bruto de la Producción			38394.00
Costo Total de la Producción			15685.84
Utilidad Bruta de la Producción			22708.16
Precio Promedio Venta Unitario			3.00
Costo de Producción Unitario			1.23
Margen de Utilidad Unitario			1.77
Utilidad Neta Estimada			20788.46
Índice de Rentabilidad (%)			133

Anexo 65. Costo de Producción de una hectárea de arveja variedad Usui cosechada en vaina verde, tratamiento (T₇) 75% de extracto de alga, enriquecido con microelementos y aplicado al follaje. Pampa del Arco a 2792 msnm – Ayacucho 2014.

COSTO DE PRODUCCIÓN DEL CULTIVO DE ARVEJA - VAINA VERDE				
VARIEDAD	: USUI			
CLASE DE SEMILLA	: SIN CERTIFICAR			
SISTEMA DE SIEMBRA	: DIRECTO			
NIVEL TECNOLÓGICO	: MEDIO			
PERIODO VEGETATIVO	: 4 MESES			
FECHA DE COSTEO	: SETIEMBRE-2014			
ACTIVIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	VALOR UNITARIO (S/.)	COSTO TOTAL (S/.)
I.- COSTOS DIRECTOS				
A. GASTOS DE CULTIVO				
1. Mano de Obra:				
1.1 Preparación de terreno				
- Limpieza de terreno	jornal	3	30.00	90.00
- Surcado	jornal	10	30.00	300.00
- Riego de machaco	jornal	1	30.00	30.00
1.2 Siembra				
- Distribución semilla	jornal	8	30.00	240.00
1.3 Abonamiento				
- Incorporación de guano de isla	jornal	4	30.00	120.00
1.4 Labores Culturales				
- Deshierbo	jornal	20	30.00	600.00
- Protección contra la helada	jornal	10	30.00	300.00
- Aporque	jornal	25	30.00	750.00
- Tutorado	jornal	25	30.00	750.00
- Riegos	jornal	11	30.00	330.00
1.5 Bioestimulante				
- Aplicación del Bioestimulante	jornal	6	30.00	180.00
1.6 Control Fitosanitario				
- Aplicación de pesticidas	jornal	3	30.00	90.00
1.7 Cosecha				
- Recolección	jornal	23	30.00	675.90
- Selección y encostado	jornal	2	30.00	67.59
- Carguío	jornal	2	30.00	67.59
SUB-TOTAL DE MANO DE OBRA		153		4591.08
2. Maquinaria Agrícola:				
2.1 Aradura	H/M	4	65.00	260.00
2.2 Rastra	H/M	2	65.00	130.00
SUB-TOTAL DE MAQUINARIA AGRÍCOLA		6		390.00
3. Insumos:				
3.1 Semilla	kg	91	10.00	910.00
3.2 Bioestimulante	lt	4.5	10.00	45.00
3.3 Microelementos				
- Aquamaster P	kg	2	30.00	60.00
3.4 Guano de isla	saco	67	50.00	3350.00
3.5 Pesticidas				
- Kúmulus	kg	3	23.00	69.00
- CyperklIn	lt	0.4	75.00	30.00
4. Materiales				
4.1 Nylon	madera	85	10.00	850.00
4.2 Carrizo	atado	80	30.00	2400.00
SUB-TOTAL DE INSUMOS				7714.00
B. GASTOS GENERALES				
1. Imprevistos (10% gastos de cultivo)				1269.508
SUB-TOTAL DE GASTOS GENERALES				1269.508
TOTAL DE COSTOS DIRECTOS				13964.59
II.- COSTOS INDIRECTOS				
A. Costos Financieros (1.92% C.D./mes)				1340.60
TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS				1340.60
III.- COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN				15305.19

Anexo 66. Rentabilidad económica de una hectárea de arveja variedad Usui cosechada en vaina verde, tratamiento (T₇) 75% de extracto de alga, enriquecido con microelementos y aplicado al follaje. Pampa del Arco a 2792 msnm – Ayacucho 2014.

IV.- VALORIZACIÓN DE LA COSECHA			
A. Rendimiento Probable (kg/ha)			9012
B. Precio Promedio de Venta (S/.x kg)			3.00
C. Valor Bruto de la Producción (S/.)			27036.00
V.- DISTRIBUCIÓN DE LA PRODUCCIÓN			
A. Pérdidas y mermas (5% producción)	kg	450.6	1351.80
B. Producción Vendida (95% producción)	kg	8561.4	25684.20
C. Utilidad Neta Estimada			10379.01
VI.- ANÁLISIS ECONÓMICO			
Valor Bruto de la Producción			27036.00
Costo Total de la Producción			15305.19
Utilidad Bruta de la Producción			11730.81
Precio Promedio Venta Unitario			3.00
Costo de Producción Unitario			1.70
Margen de Utilidad Unitario			1.30
Utilidad Neta Estimada			10379.01
Índice de Rentabilidad (%)			68

Anexo 67. Costo de Producción de una hectárea de arveja variedad Usui cosechada en vaina verde, tratamiento (T₈) 75% de extracto de alga, enriquecido con microelementos y aplicado a la semilla y al follaje. Pampa del Arco a 2792 msnm – Ayacucho 2014.

COSTO DE PRODUCCIÓN DEL CULTIVO DE ARVEJA - VAINA VERDE				
VARIEDAD	: USUI			
CLASE DE SEMILLA	: SIN CERTIFICAR			
SISTEMA DE SIEMBRA	: DIRECTO			
NIVEL TECNOLÓGICO	: MEDIO			
PERIODO VEGETATIVO	: 4 MESES			
FECHA DE COSTEO	: SETIEMBRE-2014			
ACTIVIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	VALOR UNITARIO (S/.)	COSTO TOTAL (S/.)
I.- COSTOS DIRECTOS				
A. GASTOS DE CULTIVO				
1. Mano de Obra:				
1.1 Preparación de terreno				
- Limpieza de terreno	jornal	3	30.00	90.00
- Surcado	jornal	10	30.00	300.00
- Riego de machaco	jornal	1	30.00	30.00
1.2 Siembra				
- Distribución semilla	jornal	8	30.00	240.00
1.3 Abonamiento				
- Incorporación de guano de isla	jornal	4	30.00	120.00
1.4 Labores Culturales				
- Deshierbo	jornal	20	30.00	600.00
- Protección contra la helada	jornal	10	30.00	300.00
- Aporque	jornal	25	30.00	750.00
- Tutorado	jornal	25	30.00	750.00
- Riegos	jornal	11	30.00	330.00
1.5 Biostimulante				
- Aplicación del Bioestimulante	jornal	8	30.00	240.00
1.6 Control Fitosanitario				
- Aplicación de pesticidas	jornal	3	30.00	90.00
1.7 Cosecha				
- Recolección	jornal	28	30.00	834.68
- Selección y encostado	jornal	3	30.00	83.47
- Carguo	jornal	3	30.00	83.47
SUB-TOTAL DE MANO DE OBRA		161		4841.61
2. Maquinaria Agrícola:				
2.1 Aradura	H/M	4	65.00	260.00
2.2 Rastra	H/M	2	65.00	130.00
SUB-TOTAL DE MAQUINARIA AGRÍCOLA		6		390.00
3. Insumos:				
3.1 Semilla	kg	91	10.00	910.00
3.2 Bioestimulante	lt	6	10.00	60.00
3.3 Microelementos				
- Aquamaster P	kg	2	30.00	60.00
3.4 Guano de isla	saco	67	50.00	3350.00
3.5 Pesticidas				
- Kúmulus	kg	3	23.00	69.00
- Cyperklin	lt	0.4	75.00	30.00
4. Materiales				
4.1 Nylon	madeja	85	10.00	850.00
4.2 Carrizo	atado	80	30.00	2400.00
SUB-TOTAL DE INSUMOS				7729.00
B. GASTOS GENERALES				
1. Imprevistos (10% gastos de cultivo)				1296.061
SUB-TOTAL DE GASTOS GENERALES				1296.061
TOTAL DE COSTOS DIRECTOS				14256.67
II.- COSTOS INDIRECTOS				
A. Costos Financieros (1.92% C.D./mes)				1368.64
TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS				1368.64
III.- COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN				15625.31

Anexo 68. Rentabilidad económica de una hectárea de arveja variedad Usui cosechada en vaina verde, tratamiento (T₈) 75% de extracto de alga, enriquecido con microelementos y aplicado a la semilla y al follaje. Pampa del Arco a 2792 msnm – Ayacucho 2014.

IV.- VALORIZACIÓN DE LA COSECHA			
A. Rendimiento Probable (kg/ha)			11129
B. Precio Promedio de Venta (S/.x kg)			3.00
C. Valor Bruto de la Producción (S/.)			33387.00
V.- DISTRIBUCIÓN DE LA PRODUCCIÓN			
A. Pérdidas y mermas (5% producción)	kg	556.45	1669.35
B. Producción Vendida (95% producción)	kg	10572.55	31717.65
C. Utilidad Neta Estimada			16092.34
VI.- ANÁLISIS ECONÓMICO			
Valor Bruto de la Producción			33387.00
Costo Total de la Producción			15625.31
Utilidad Bruta de la Producción			17761.69
Precio Promedio Venta Unitario			3.00
Costo de Producción Unitario			1.40
Margen de Utilidad Unitario			1.60
Utilidad Neta Estimada			16092.34
Índice de Rentabilidad (%)			103

Anexo 69. Costo de Producción de una hectárea de arveja variedad Usui cosechada en vaina verde, tratamiento (T₉) 50% de extracto de alga, enriquecido con microelementos y aplicado al follaje. Pampa del Arco a 2792 msnm – Ayacucho 2014.

COSTO DE PRODUCCIÓN DEL CULTIVO DE ARVEJA - VAINA VERDE				
VARIEDAD	: USUI			
CLASE DE SEMILLA	: SIN CERTIFICAR			
SISTEMA DE SIEMBRA	: DIRECTO			
NIVEL TECNOLÓGICO	: MEDIO			
PERIODO VEGETATIVO	: 4 MESES			
FECHA DE COSTEO	: SETIEMBRE-2014			
ACTIVIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	VALOR UNITARIO (S/.)	COSTO TOTAL (S/.)
I.- COSTOS DIRECTOS				
A. GASTOS DE CULTIVO				
1. Mano de Obra:				
1.1 Preparación de terreno				
- Limpieza de terreno	jornal	3	30.00	90.00
- Surcado	jornal	10	30.00	300.00
- Riego de machaco	jornal	1	30.00	30.00
1.2 Siembra				
- Distribución semilla	jornal	8	30.00	240.00
1.3 Abonamiento				
- Incorporación de guano de isla	jornal	4	30.00	120.00
1.4 Labores Culturales				
- Deshierbo	jornal	20	30.00	600.00
- Protección contra la helada	jornal	10	30.00	300.00
- Aporque	jornal	25	30.00	750.00
- Tutorado	jornal	25	30.00	750.00
- Riegos	jornal	11	30.00	330.00
1.5 Biostimulante				
- Aplicación del Bioestimulante	jornal	6	30.00	180.00
1.6 Control Fitosanitario				
- Aplicación de pesticidas	jornal	3	30.00	90.00
1.7 Cosecha				
- Recolección	jornal	25	30.00	753.15
- Selección y encostalado	jornal	3	30.00	75.32
- Carguío	jornal	3	30.00	75.32
SUB-TOTAL DE MANO DE OBRA		156		4683.78
2. Maquinaria Agrícola:				
2.1 Aradura	H/M	4	65.00	260.00
2.2 Rastra	H/M	2	65.00	130.00
SUB-TOTAL DE MAQUINARIA AGRÍCOLA		6		390.00
3. Insumos:				
3.1 Semilla	kg	91	10.00	910.00
3.2 Bioestimulante	lt	3	10.00	30.00
3.3 Microelementos				
- Aquamaster P	kg	2	30.00	60.00
3.4 Guano de isla	saco	67	50.00	3350.00
3.5 Pesticidas				
- Kúmulus	kg	3	23.00	69.00
- Cyperklin	lt	0.4	75.00	30.00
4. Materiales				
4.1 Nylon	madeja	85	10.00	850.00
4.2 Carrizo	atado	80	30.00	2400.00
SUB-TOTAL DE INSUMOS				7699.00
B. GASTOS GENERALES				
1. Imprevistos (10% gastos de cultivo)				1277.278
SUB-TOTAL DE GASTOS GENERALES				1277.278
TOTAL DE COSTOS DIRECTOS				14050.06
II.- COSTOS INDIRECTOS				
A. Costos Financieros (1.92% C.D./mes)				1348.81
TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS				1348.81
III.- COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN				15398.86

Anexo 70. Rentabilidad económica de una hectárea de arveja variedad Usui cosechada en vaina verde, tratamiento (T₉) 50% de extracto de alga, enriquecido con microelementos y aplicado al follaje. Pampa del Arco a 2792 msnm – Ayacucho 2014.

IV.- VALORIZACIÓN DE LA COSECHA			
A. Rendimiento Probable (kg/ha)			10042
B. Precio Promedio de Venta (S/.x kg)			3.00
C. Valor Bruto de la Producción (S/.)			30126.00
V.- DISTRIBUCIÓN DE LA PRODUCCIÓN			
A. Pérdidas y mermas (5% producción)	kg	502.1	1506.30
B. Producción Vendida (95% producción)	kg	9539.9	28619.70
C. Utilidad Neta Estimada			13220.84
VI.- ANÁLISIS ECONÓMICO			
Valor Bruto de la Producción			30126.00
Costo Total de la Producción			15398.86
Utilidad Bruta de la Producción			14727.14
Precio Promedio Venta Unitario			3.00
Costo de Producción Unitario			1.53
Margen de Utilidad Unitario			1.47
Utilidad Neta Estimada			13220.84
Índice de Rentabilidad (%)			86

Anexo 71. Costo de Producción de una hectárea de arveja variedad Usui cosechada en vaina verde, tratamiento (T₁₀) 50% de extracto de alga, enriquecido con microelementos y aplicado a la semilla y al follaje. Pampa del Arco a 2792 msnm – Ayacucho 2014.

COSTO DE PRODUCCIÓN DEL CULTIVO DE ARVEJA - VAINA VERDE				
VARIEDAD	: USUI			
CLASE DE SEMILLA	: SIN CERTIFICAR			
SISTEMA DE SIEMBRA	: DIRECTO			
NIVEL TECNOLÓGICO	: MEDIO			
PERIODO VEGETATIVO	: 4 MESES			
FECHA DE COSTEO	: SETIEMBRE-2014			
ACTIVIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	VALOR UNITARIO (S/.)	COSTO TOTAL (S/.)
I.- COSTOS DIRECTOS				
A. GASTOS DE CULTIVO				
1. Mano de Obra:				
1.1 Preparación de terreno				
- Limpieza de terreno	jornal	3	30.00	90.00
- Surcado	jornal	10	30.00	300.00
- Riego de machaco	jornal	1	30.00	30.00
1.2 Siembra				
- Distribución semilla	jornal	8	30.00	240.00
1.3 Abonamiento				
- Incorporación de guano de isla	jornal	4	30.00	120.00
1.4 Labores Culturales				
- Deshierbo	jornal	20	30.00	600.00
- Protección contra la helada	jornal	10	30.00	300.00
- Aporque	jornal	25	30.00	750.00
- Tutorado	jornal	25	30.00	750.00
- Riegos	jornal	11	30.00	330.00
1.5 Biostimulante				
- Aplicación del Bioestimulante	jornal	8	30.00	240.00
1.6 Control Fitosanitario				
- Aplicación de pesticidas	jornal	3	30.00	90.00
1.7 Cosecha				
- Recolección	jornal	34	30.00	1014.00
- Selección y encostado	jornal	3	30.00	101.40
- Carguío	jornal	3	30.00	101.40
SUB-TOTAL DE MANO DE OBRA		169		5056.80
2. Maquinaria Agrícola:				
2.1 Aradura	H/M	4	65.00	260.00
2.2 Rastra	H/M	2	65.00	130.00
SUB-TOTAL DE MAQUINARIA AGRÍCOLA		6		390.00
3. Insumos:				
3.1 Semilla	kg	91	10.00	910.00
3.2 Bioestimulante	lt	4	10.00	40.00
3.3 Microelementos				
- Aquamaster P	kg	2	30.00	60.00
3.4 Guano de isla	saco	67	50.00	3350.00
3.5 Pesticidas				
- Kúmulus	kg	3	23.00	69.00
- Cyperklin	lt	0.4	75.00	30.00
4. Materiales				
4.1 Nylon	madeja	85	10.00	850.00
4.2 Carrizo	atado	80	30.00	2400.00
SUB-TOTAL DE INSUMOS				7709.00
B. GASTOS GENERALES				
1. Imprevistos (10% gastos de cultivo)				1315.58
SUB-TOTAL DE GASTOS GENERALES				1315.58
TOTAL DE COSTOS DIRECTOS				14471.38
II.- COSTOS INDIRECTOS				
A. Costos Financieros (1.92% C.D./mes)				1389.25
TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS				1389.25
III.- COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN				15860.63

Anexo 72. Rentabilidad económica de una hectárea de arveja variedad Usui cosechada en vaina verde, tratamiento (T₁₀) 50% de extracto de alga, enriquecido con microelementos y aplicado a la semilla y al follaje. Pampa del Arco a 2792 msnm – Ayacucho 2014.

IV.- VALORIZACIÓN DE LA COSECHA			
A. Rendimiento Probable (kg/ha)			13520
B. Precio Promedio de Venta (S/.x kg)			3.00
C. Valor Bruto de la Producción (S/.)			40560.00
V.- DISTRIBUCIÓN DE LA PRODUCCIÓN			
A. Pérdidas y mermas (5% producción)	kg	676	2028.00
B. Producción Vendida (95% producción)	kg	12844	38532.00
C. Utilidad Neta Estimada			22671.37
VI.- ANÁLISIS ECONÓMICO			
Valor Bruto de la Producción			40560.00
Costo Total de la Producción			15860.63
Utilidad Bruta de la Producción			24699.37
Precio Promedio Venta Unitario			3.00
Costo de Producción Unitario			1.17
Margen de Utilidad Unitario			1.83
Utilidad Neta Estimada			22671.37
Índice de Rentabilidad (%)			143

Anexo 73. Costo de Producción de una hectárea de arveja variedad Usui cosechada en vaina verde, tratamiento (T₁₁) 25% de extracto de alga, enriquecido con microelementos y aplicado al follaje. Pampa del Arco a 2792 msnm – Ayacucho 2014.

COSTO DE PRODUCCIÓN DEL CULTIVO DE ARVEJA - VAINA VERDE					
VARIEDAD	: USUI				
CLASE DE SEMILLA	: SIN CERTIFICAR				
SISTEMA DE SIEMBRA	: DIRECTO				
NIVEL TECNOLÓGICO	: MEDIO				
PERIODO VEGETATIVO	: 4 MESES				
FECHA DE COSTEO	: SETIEMBRE-2014				
ACTIVIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	VALOR UNITARIO (S/.)	COSTO TOTAL (S/.)	
I.- COSTOS DIRECTOS					
A. GASTOS DE CULTIVO					
1. Mano de Obra:					
1.1 Preparación de terreno					
- Limpieza de terreno	jornal	3	30.00	90.00	
- Surcado	jornal	10	30.00	300.00	
- Riego de machaco	jornal	1	30.00	30.00	
1.2 Siembra					
- Distribución semilla	jornal	8	30.00	240.00	
1.3 Abonamiento					
- Incorporación de guano de isla	jornal	4	30.00	120.00	
1.4 Labores Culturales					
- Deshierbo	jornal	20	30.00	600.00	
- Protección contra la helada	jornal	10	30.00	300.00	
- Aporque	jornal	25	30.00	750.00	
- Tutorado	jornal	25	30.00	750.00	
- Riegos	jornal	11	30.00	330.00	
1.5 Biostimulante					
- Aplicación del Bioestimulante	jornal	6	30.00	180.00	
1.6 Control Fitosanitario					
- Aplicación de pesticidas	jornal	3	30.00	90.00	
1.7 Cosecha					
- Recolección	jornal	27	30.00	822.60	
- Selección y encostado	jornal	3	30.00	82.26	
- Carguío	jornal	3	30.00	82.26	
SUB-TOTAL DE MANO DE OBRA		158.904		4767.12	
2. Maquinaria Agrícola:					
2.1 Aradura					
	H/M	4	65.00	260.00	
2.2 Rastra					
	H/M	2	65.00	130.00	
SUB-TOTAL DE MAQUINARIA AGRÍCOLA		6		390.00	
3. Insumos:					
3.1 Semilla					
	kg	91	10.00	910.00	
3.2 Bioestimulante					
	lt	1.5	10.00	15.00	
3.3 Microelementos					
- Aquamaster P	kg	2	30.00	60.00	
3.4 Guano de isla					
	saco	67	50.00	3350.00	
3.5 Pesticidas					
- Kúmulus	kg	3	23.00	69.00	
- Cyperklín	lt	0.4	75.00	30.00	
4. Materiales					
4.1 Nylon					
	madeja	85	10.00	850.00	
4.2 Carrizo					
	atado	80	30.00	2400.00	
SUB-TOTAL DE INSUMOS				7684.00	
B. GASTOS GENERALES					
1. Imprevistos (10% gastos de cultivo)				1284.112	
SUB-TOTAL DE GASTOS GENERALES				1284.112	
TOTAL DE COSTOS DIRECTOS				14125.23	
II.- COSTOS INDIRECTOS					
A. Costos Financieros (1.92% C.D./mes)				1356.02	
TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS				1356.02	
III.- COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN				15481.25	

Anexo 74. Rentabilidad económica de una hectárea de arveja variedad Usui cosechada en vaina verde, tratamiento (T₁₁) 25% de extracto de alga, enriquecido con microelementos y aplicado al follaje. Pampa del Arco a 2792 msnm – Ayacucho 2014.

IV.- VALORIZACIÓN DE LA COSECHA			
A. Rendimiento Probable (kg/ha)			10968
B. Precio Promedio de Venta (S/.x kg)			3.00
C. Valor Bruto de la Producción (S/.)			32904.00
V.- DISTRIBUCIÓN DE LA PRODUCCIÓN			
A. Pérdidas y mermas (5% producción)	kg	548.4	1645.20
B. Producción Vendida (95% producción)	kg	10419.6	31258.80
C. Utilidad Neta Estimada			15777.55
VI.- ANÁLISIS ECONÓMICO			
Valor Bruto de la Producción			32904.00
Costo Total de la Producción			15481.25
Utilidad Bruta de la Producción			17422.75
Precio Promedio Venta Unitario			3.00
Costo de Producción Unitario			1.41
Margen de Utilidad Unitario			1.59
Utilidad Neta Estimada			15777.55
Índice de Rentabilidad (%)			102

Anexo 75. Costo de Producción de una hectárea de arveja variedad Usui cosechada en vaina verde, tratamiento (T₁₂) 25% de extracto de alga, enriquecido con microelementos y aplicado a la semilla y al follaje. Pampa del Arco a 2792 msnm – Ayacucho 2014.

COSTO DE PRODUCCIÓN DEL CULTIVO DE ARVEJA - VAINA VERDE				
VARIEDAD	: USUI			
CLASE DE SEMILLA	: SIN CERTIFICAR			
SISTEMA DE SIEMBRA	: DIRECTO			
NIVEL TECNOLÓGICO	: MEDIO			
PERIODO VEGETATIVO	: 4 MESES			
FECHA DE COSTEO	: SETIEMBRE-2014			
ACTIVIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	VALOR UNITARIO (S/.)	COSTO TOTAL (S/.)
I.- COSTOS DIRECTOS				
A. GASTOS DE CULTIVO				
1. Mano de Obra:				
1.1 Preparación de terreno				
- Limpieza de terreno	jornal	3	30.00	90.00
- Surcado	jornal	10	30.00	300.00
- Riego de machaco	jornal	1	30.00	30.00
1.2 Siembra				
- Distribución semilla	jornal	8	30.00	240.00
1.3 Abonamiento				
- Incorporación de guano de isla	jornal	4	30.00	120.00
1.4 Labores Culturales				
- Deshierbo	jornal	20	30.00	600.00
- Protección contra la helada	jornal	10	30.00	300.00
- Aporque	jornal	25	30.00	750.00
- Tutorado	jornal	25	30.00	750.00
- Riegos	jornal	11	30.00	330.00
1.5 Biostimulante				
- Aplicación del Bioestimulante	jornal	8	30.00	240.00
1.6 Control Fitosanitario				
- Aplicación de pesticidas	jornal	3	30.00	90.00
1.7 Cosecha				
- Recolección	jornal	41	30.00	1225.65
- Selección y encostado	jornal	4	30.00	122.57
- Cargufo	jornal	4	30.00	122.57
SUB-TOTAL DE MANO DE OBRA		177.026		5310.78
2. Maquinaria Agrícola:				
2.1 Aradura	H/M	4	65.00	260.00
2.2 Rastra	H/M	2	65.00	130.00
SUB-TOTAL DE MAQUINARIA AGRÍCOLA		6		390.00
3. Insumos:				
3.1 Semilla	kg	91	10.00	910.00
3.2 Bioestimulante	lt	2	10.00	20.00
3.3 Microelementos				
- Aquamaster P	kg	2	30.00	60.00
3.4 Guano de isla	saco	67	50.00	3350.00
3.5 Pesticidas				
- Kúmulus	kg	3	23.00	69.00
- Cyperklin	lt	0.4	75.00	30.00
4. Materiales				
4.1 Nylon	madeja	85	10.00	850.00
4.2 Carrizo	atado	80	30.00	2400.00
SUB-TOTAL DE INSUMOS				7689.00
B. GASTOS GENERALES				
1. Imprevistos (10% gastos de cultivo)				1338.978
SUB-TOTAL DE GASTOS GENERALES				1338.978
TOTAL DE COSTOS DIRECTOS				14728.76
II.- COSTOS INDIRECTOS				
A. Costos Financieros (1.92% C.D./mes)				1413.96
TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS				1413.96
III.- COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN				16142.72

Anexo 76. Rentabilidad económica de una hectárea de arveja variedad Usui cosechada en vaina verde, tratamiento (T₁₂) 25% de extracto de alga, enriquecido con microelementos y aplicado a la semilla y al follaje. Pampa del Arco a 2792 msnm – Ayacucho 2014.

IV.- VALORIZACIÓN DE LA COSECHA			
A. Rendimiento Probable (kg/ha)			16342
B. Precio Promedio de Venta (S/.x kg)			3.00
C. Valor Bruto de la Producción (S/.)			49026.00
V.- DISTRIBUCIÓN DE LA PRODUCCIÓN			
A. Pérdidas y mermas (5% producción)	kg	817.1	2451.30
B. Producción Vendida (95% producción)	kg	15524.9	46574.70
C. Utilidad Neta Estimada			30431.98
VI.- ANÁLISIS ECONÓMICO			
Valor Bruto de la Producción			49026.00
Costo Total de la Producción			16142.72
Utilidad Bruta de la Producción			32883.28
Precio Promedio Venta Unitario			3.00
Costo de Producción Unitario			0.99
Margen de Utilidad Unitario			2.01
Utilidad Neta Estimada			30431.98
Índice de Rentabilidad (%)			189

Anexo 77. Costo de Producción de una hectárea de arveja variedad Usui cosechada en vaina verde, tratamiento (T₁₃) Bioestimulante comercial aplicado al follaje – Testigo comercial. Pampa del Arco a 2792 msnm – Ayacucho 2014.

COSTO DE PRODUCCIÓN DEL CULTIVO DE ARVEJA - VAINA VERDE				
VARIEDAD	: USUI			
CLASE DE SEMILLA	: SIN CERTIFICAR			
SISTEMA DE SIEMBRA	: DIRECTO			
NIVEL TECNOLÓGICO	: MEDIO			
PERIODO VEGETATIVO	: 4 MESES			
FECHA DE COSTEO	: SETIEMBRE-2014			
ACTIVIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	VALOR UNITARIO (S/.)	COSTO TOTAL (S/.)
I.- COSTOS DIRECTOS				
A. GASTOS DE CULTIVO				
1. Mano de Obra:				
1.1 Preparación de terreno				
- Limpieza de terreno	jornal	3	30.00	90.00
- Surcado	jornal	10	30.00	300.00
- Riego de machaco	jornal	1	30.00	30.00
1.2 Siembra				
- Distribución semilla	jornal	8	30.00	240.00
1.3 Abonamiento				
- Incorporación de guano de isla	jornal	4	30.00	120.00
1.4 Labores Culturales				
- Deshierbo	jornal	20	30.00	600.00
- Protección contra la helada	jornal	10	30.00	300.00
- Aporque	jornal	25	30.00	750.00
- Tutorado	jornal	25	30.00	750.00
- Riegos	jornal	11	30.00	330.00
1.5 Bioestimulante				
- Aplicación del Bioestimulante	jornal	6	30.00	180.00
1.6 Control Fitosanitario				
- Aplicación de pesticidas	jornal	4	30.00	120.00
1.7 Cosecha				
- Recolección	jornal	20	30.00	587.70
- Selección y encostalado	jornal	2	30.00	58.77
- Carguío	jornal	2	30.00	58.77
SUB-TOTAL DE MANO DE OBRA		151		4515.24
2. Maquinaria Agrícola:				
2.1 Aradura				
	H/M	4	65.00	260.00
2.2 Rastra				
	H/M	2	65.00	130.00
SUB-TOTAL DE MAQUINARIA AGRÍCOLA		6		390.00
3. Insumos:				
3.1 Semilla				
	kg	91	10.00	910.00
3.2 Bioestimulante Biomar				
	lt	6	100.00	600.00
3.3 Guano de isla				
	saco	67	50.00	3350.00
3.4 Pesticidas				
- Kúmulus	kg	3	23.00	69.00
- Cyperklin	lt	0.6	75.00	45.00
4. Materiales				
4.1 Nylon				
	mádeja	85	10.00	850.00
4.2 Carrizo				
	atado	80	30.00	2400.00
SUB-TOTAL DE INSUMOS				8224.00
B. GASTOS GENERALES				
1. Imprevistos (10% gastos de cultivo)				1312.924
SUB-TOTAL DE GASTOS GENERALES				1312.924
TOTAL DE COSTOS DIRECTOS				14442.16
II.- COSTOS INDIRECTOS				
A. Costos Financieros (1.92% C.D./mes)				1386.45
TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS				1386.45
III.- COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN				15828.61

Anexo 78. Rentabilidad económica de una hectárea de arveja variedad Usui cosechada en vaina verde, tratamiento (T₁₃) Bioestimulante comercial aplicado al follaje – Testigo comercial. Pampa del Arco a 2792 msnm – Ayacucho 2014.

IV.- VALORIZACIÓN DE LA COSECHA			
A. Rendimiento Probable (kg/ha)			7836
B. Precio Promedio de Venta (S/.x kg)			3.00
C. Valor Bruto de la Producción (S/.)			23508.00
V.- DISTRIBUCIÓN DE LA PRODUCCIÓN			
A. Pérdidas y mermas (5% producción)	kg	391.8	1175.40
B. Producción Vendida (95% producción)	kg	7444.2	22332.60
C. Utilidad Neta Estimada			6503.99
VI.- ANÁLISIS ECONÓMICO			
Valor Bruto de la Producción			23508.00
Costo Total de la Producción			15828.61
Utilidad Bruta de la Producción			7679.39
Precio Promedio Venta Unitario			3.00
Costo de Producción Unitario			2.02
Margen de Utilidad Unitario			0.98
Utilidad Neta Estimada			6503.99
Índice de Rentabilidad (%)			41

Anexo 79. Costo de Producción de una hectárea de arveja variedad Usui cosechada en vaina verde, tratamiento (T₁₄) Bioestimulante comercial aplicado a la semilla y al follaje – Testigo comercial. Pampa del Arco a 2792 msnm – Ayacucho 2014.

COSTO DE PRODUCCIÓN DEL CULTIVO DE ARVEJA - VAINA VERDE				
VARIEDAD	: USUI			
CLASE DE SEMILLA	: SIN CERTIFICAR			
SISTEMA DE SIEMBRA	: DIRECTO			
NIVEL TECNOLÓGICO	: MEDIO			
PERIODO VEGETATIVO	: 4 MESES			
FECHA DE COSTEO	: SETIEMBRE-2014			
ACTIVIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	VALOR UNITARIO (S/.)	COSTO TOTAL (S/.)
I.- COSTOS DIRECTOS				
A. GASTOS DE CULTIVO				
1. Mano de Obra:				
1.1 Preparación de terreno				
- Limpieza de terreno	jornal	3	30.00	90.00
- Surcado	jornal	10	30.00	300.00
- Riego de machaco	jornal	1	30.00	30.00
1.2 Siembra				
- Distribución semilla	jornal	8	30.00	240.00
1.3 Abonamiento				
- Incorporación de guano de isla	jornal	4	30.00	120.00
1.4 Labores Culturales				
- Deshierbo	jornal	20	30.00	600.00
- Protección contra la helada	jornal	10	30.00	300.00
- Aporque	jornal	25	30.00	750.00
- Tutorado	jornal	25	30.00	750.00
- Riegos	jornal	11	30.00	330.00
1.5 Bioestimulante				
- Aplicación del Bioestimulante	jornal	8	30.00	240.00
1.6 Control Fitosanitario				
- Aplicación de pesticidas	jornal	4	30.00	120.00
1.7 Cosecha				
- Recolección	jornal	21	30.00	615.98
- Selección y encostado	jornal	2	30.00	61.60
- Carguío	jornal	2	30.00	61.60
SUB-TOTAL DE MANO DE OBRA		154		4609.17
2. Maquinaria Agrícola:				
2.1 Aradura				
	H/M	4	65.00	260.00
2.2 Rastra				
	H/M	2	65.00	130.00
SUB-TOTAL DE MAQUINARIA AGRÍCOLA		6		390.00
3. Insumos:				
3.1 Semilla				
	kg	91	10.00	910.00
3.2 Bioestimulante Biomar				
	lt	8	100.00	800.00
3.3 Guano de isla				
	saco	67	50.00	3350.00
3.4 Pesticidas				
- Kúmulus	kg	3	23.00	69.00
- Cyperklin	lt	0.6	75.00	45.00
4. Materiales				
4.1 Nylon				
	madeja	85	10.00	850.00
4.2 Carrizo				
	atado	80	30.00	2400.00
SUB-TOTAL DE INSUMOS				8424.00
B. GASTOS GENERALES				
1. Imprevistos (10% gastos de cultivo)				1342.317
SUB-TOTAL DE GASTOS GENERALES				1342.317
TOTAL DE COSTOS DIRECTOS				14765.49
II.- COSTOS INDIRECTOS				
A. Costos Financieros (1.92% C.D./mes)				1417.49
TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS				1417.49
III.- COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN				16182.97

Anexo 80. Rentabilidad económica de una hectárea de arveja variedad Usui cosechada en vaina verde, tratamiento (T₁₄) Bioestimulante comercial aplicado a la semilla y al follaje – Testigo comercial. Pampa del Arco a 2792 msnm – Ayacucho 2014.

IV.- VALORIZACIÓN DE LA COSECHA			
A. Rendimiento Probable (kg/ha)			8213
B. Precio Promedio de Venta (S/.x kg)			3.00
C. Valor Bruto de la Producción (S/.)			24639.00
V.- DISTRIBUCIÓN DE LA PRODUCCIÓN			
A. Pérdidas y mermas (5% producción)	kg	410.65	1231.95
B. Producción Vendida (95% producción)	kg	7802.35	23407.05
C. Utilidad Neta Estimada			7224.08
VI.- ANÁLISIS ECONÓMICO			
Valor Bruto de la Producción			24639.00
Costo Total de la Producción			16182.97
Utilidad Bruta de la Producción			8456.03
Precio Promedio Venta Unitario			3.00
Costo de Producción Unitario			1.97
Margen de Utilidad Unitario			1.03
Utilidad Neta Estimada			7224.08
Índice de Rentabilidad (%)			45

Anexo 81. Variables evaluadas.

Bloque	Trat.	Altura de planta (cm)	Vainas/planta	Longitud de vainas (cm)	Granos/vaina	rendimiento en verde (kg/ha)	k (%)
I	T0	88.6	8	8.2	5	7670	41.09
	T1	98.0	11	8.8	7	9418	57.20
	T2	100.4	13	8.8	6	12128	57.39
	T3	102.9	11	8.8	7	10214	62.49
	T4	102.1	16	8.7	7	14533	65.98
	T5	120.3	11	9.0	7	9480	49.67
	T6	103.9	14	8.9	7	13015	48.47
	T7	85.9	10	7.9	6	8658	39.84
	T8	93.1	12	8.8	7	10605	59.58
	T9	102.5	11	8.8	6	10207	55.88
	T10	117.3	15	9.2	7	13872	58.89
	T11	107.9	12	9.2	7	10341	49.28
	T12	97.7	18	9.2	7	16886	56.25
	T13	102.7	9	8.6	6	7995	48.04
T14	107.9	9	8.9	6	8388	49.55	
II	T0	87.0	8	8.1	5	6396	41.36
	T1	99.3	11	8.8	6	9677	55.44
	T2	103.3	13	9.0	7	11475	53.15
	T3	102.6	12	9.0	7	10508	61.22
	T4	107.7	16	9.3	7	15149	64.18
	T5	94.1	11	9.0	7	9573	53.04
	T6	91.4	14	9.0	7	12479	44.90
	T7	96.5	11	8.8	6	9602	46.90
	T8	104.1	12	8.9	7	11367	57.32
	T9	99.6	12	8.7	7	10410	56.79
	T10	100.5	15	8.9	7	13264	64.23
	T11	96.3	12	8.7	7	10622	52.70
	T12	121.0	17	9.1	7	15778	55.02
	T13	81.3	9	8.6	6	7792	40.09
T14	86.4	10	8.1	6	7960	55.13	
III	T0	89.9	9	8.5	5	7077	56.53
	T1	95.1	11	8.9	6	9468	51.22
	T2	104.3	13	9.0	7	11644	53.79
	T3	106.2	12	8.8	7	10480	58.90
	T4	101.5	16	9.1	7	14700	66.31
	T5	108.5	11	8.6	6	10129	51.86
	T6	101.9	14	9.0	7	12899	65.40
	T7	101.7	10	8.6	7	8774	44.60
	T8	103.6	12	9.1	7	11414	52.36
	T9	98.4	11	9.1	7	9509	51.26
	T10	83.4	14	9.0	6	13425	67.17
	T11	83.4	12	8.8	7	11942	54.26
	T12	89.2	18	9.0	7	16361	72.36
	T13	108.2	9	8.8	6	7722	44.09
T14	105.7	10	9.0	7	8291	47.54	

Anexo 82. Taxonomía del alga empleada para elaborar el bioestimulante estudiado en el presente trabajo de investigación, certificado por el jefe del Herbarium Huamangensis - UNSCH.



EL JEFE DEL HERBARIUM HUAMANGENSIS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE "SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA"

C E R T I F I C A

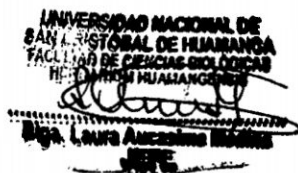
Que, la Bachiller en Ciencias Agrícolas, Srta. Francisca Del Pilar, GÁLVEZ TUPIA, ha solicitado la identificación de una muestra de alga para trabajo de tesis.

Dicha muestra ha sido estudiada y determinada cuya clasificación es la siguiente:

DIVISIÓN	:	CHLOROPHYTA
CLASE	:	ZYGNEMATOPHYCEAE
ORDEN	:	ZYGNEMATALES
FAMILIA	:	ZYGNEMATACEAE
GENERO	:	Spirogyra
ESPECIE	:	<i>Spirogyra communis</i> (Hassall) Kutz .
N.V.	:	"espirogira"

Se expide la certificación correspondiente a solicitud de la interesada para lo fines que estime conveniente.

Ayacucho, 26 de Abril del 2015.



Anexo 83. Resultado de la composición química del Bioestimulante a base de extracto de alga *Spirogyra communis* (Hasall) Kurtz empleando en el presente trabajo de investigación, certificado por Multiservicios AGROLAB.



MULTISERVICIOS AGROLAB

INGENIEROS TRABAJANDO POR UN AGRO SOSTENIBLE

LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES

ASESORIA Y CAPACITACION EN EVALUACION, MUESTREO DE SUELOS,
INTERPRETACION DE RESULTADOS DEL ANALISIS AGRICOLA, USO, MANEJO,
CONSERVACION Y RECUPERACION DE SUELOS.

RESULTADOS DE ANALISIS DE COMPOST

1250001

Solicitante: Srta. Pilar Gálvez T.

Proyecto:

Muestra: Solución de alga

Departamento: Ayacucho

Fecha: 21-04 -15

Provincia: Huamanga

Distrito: Ayacucho

Nº Lab	Muestra	pH	C.E. dS/m	N (%)	P ₂ O ₅ (%)	K ₂ O (%)
AAF 325	Sol. Algas	6.06	4.34	0.80	0.81	5.31

Nº Lab	Muestra	CaO (%)	MgO (%)	Cu ppm	Zn ppm	Mn ppm	Fe ppm
AAF 325	Sol. Algas	1.32	0.35	25	79	83	750


AGROLAB
 LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS,
 PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES
 M. Sc. ING. MARILENI CERDA GÓMEZ
 RESPONSABLE DEL LABORATORIO

Anexo 84. Resultado del análisis de caracterización realizado al suelo de Pampa del Arco - UNSCH, 2792 msnm Ayacucho, 2014; certificado por el laboratorio de Análisis de Suelo y Análisis Foliar "Nicolás Roulet" del Programa de Investigación en Pastos y Ganadería de la Facultad de Ciencias Agrarias - UNSCH.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA
 FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
 PROGRAMA DE INVESTIGACION EN PASTOS Y GANADERIA
LABORATORIO DE SUELOS Y ANALISIS FOLIAR
 Jr. Abraham Valdelomar N° 249 - Telf. 315936 RPM # 151505
 Ayacucho - Perú

"Año de la Promoción de la Industria Responsable y Compromiso Climático"

Región : Ayacucho
 Provincia : Huamanga
 Distrito : Jesús de Nazareno
 Localidad : Pampa del Arco
 Proyecto : Tesis
 Solicitante : Srta. Francisca del Pilar Gálvez Túpica

ANÁLISIS DE CARACTERIZACIÓN

Muestra (Clave)	Análisis mecánico (%)		Clase Textural	pH (H ₂ O)	C. E. (dS/m)	CaCO ₃ (%)	M.O. (%)	Nt (%)	Elementos Disp. (ppm)					Cationes cambiabiles (Cmol(+)/kg)			C. I. C. (Cmol(+)/kg)
	Arena	Limo							P	K	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	Al ³⁺	H ⁺	
01	44.4	12.9	Ar	7.15	0.382	0.0	0.36	0.02	13.1	131.1	10.8	5.2	0.67	0.0	0.0	16.4	

Ayacucho, 09 de Mayo del 2014.

LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS
 PASTOS Y GANADERIA

Juan B. Girón Molin
 C.I.P. 77120

Ao: Arenoso; AoFr: Arena franca; FrAo: Franco arenoso; Fr: Franco; FrL: Franco limoso; L: Limoso; FrArAo: Franco arcillo arenoso; FrAr: Franco arcilloso; FrArL: Franco arcillo limoso; ArAo: Arcillo arenoso; ArL: Arcillo limoso; Ar: Arcilloso