

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN - TACNA

Escuela de Posgrado

DOCTORADO EN CIENCIAS AMBIENTALES

*“EFECTO DE LA MATERIA ORGÁNICA Y EL AZOTOBACTER
SP. EN EL SUELO Y EL RENDIMIENTO DE ALGODÓN DE
COLOR GOSSYPIUM BARBADENSE L. EN EL FUNDO
LOS PICHONES TACNA – 2013”*

TESIS

PRESENTADA POR:

M.Sc. NELLY ARÉVALO SOLSOL

Para optar el Grado Académico de:

DOCTORA EN CIENCIAS AMBIENTALES

TACNA-PERÚ

2014

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN – TACNA

Escuela de Posgrado

Doctorado en Ciencias Ambientales

**EFFECTO DE LA MATERIA ORGÁNICA Y EI *Azotobacter sp.*
EN EL SUELO Y EL RENDIMIENTO DE ALGODÓN DE
COLOR *Gossypium barbadense L.* EN EL FUNDO
LOS PICHONES TACNA – 2013**

Tesis sustentada y aprobada el 23 de julio 2014; estando el jurado calificador integrado por:

PRESIDENTA : 
.....
Dra. Rina María Álvarez Becerra

SECRETARIA : 
.....
Dra. Rosario Elena Zegarra Vda. de Chávez

MIEMBRO : 
.....
Dr. Oscar Octavio Fernández Cutire

ASESOR : 
.....
Dr. Angel Canales Gutiérrez

DEDICATORIA

- *A la memoria de Esteban Arévalo García y María Consuelo Solsol Vda. de Arévalo, mis queridos padres, cuyo recuerdo de sus días me alientan a seguir luchando, para superarme, ya que ellos vivirán en mi corazón y mi mente.*
- *A Nelly Consuelo Castro Arévalo, mi amada hija, quien es el motivo y causa de mis triunfos.*
- *A mi esposo Everth, el que siempre está frente a mí, compartiendo mis penas y alegrías.*
- *A mis sobrinos: Carllessy, Jorge, Jonnel, Miguel Ángel, Luz María, Luz Consuelo, Richard, Janelly, Sarita, Esteban, Fernando, Valeria, María Teresa, Raúl, Renzo, Moylán, Susan, Milagros, Javier, Ángel, Mateo, Tatiana, Juan Carlos, Peter, César Alejandro, César Fernando, Yajayra, Chayanne, Gabriel, Nils y Yaritza.*

AGRADECIMIENTO

A Dios, por su infinito amor y misericordia.

A mi familia, en especial a mis hermanos y sobrinos, que me alentaron para seguir superándome.

A mi Asesor de Tesis Dr. Ángel Canales Gutiérrez

A mis alumnos de la Escuela de Agronomía Promoción 2014 y 2015 por su apoyo.

A la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann de manera muy especial a la Dra. Rina Álvarez Becerra; a mis profesores que me dieron las enseñanzas para seguir avanzando en mi desarrollo académico y profesional.

Al personal del Laboratorio de Biotecnología Dr. Oscar Fernández Cutire, Ing. Betty Mamani y al Biólogo Jesús Blas.

A mis compañeros de trabajo y estudio, en especial a la Dra. Rosario Zegarra, M.V. Verónica Uribe, M.S.c. Soledad Bornas por alentarme para la culminación de la presente Tesis.

CONTENIDO

CARÁTULA.....	i
PÁGINA DEL JURADO.....	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
CONTENIDO	v
ÍNDICE DE TABLAS	x
ÍNDICE DE FIGURAS	xii
ÍNDICE DE ANEXOS	xiv
RESUMEN.....	xv
ABSTRACT.....	xvi
INTRODUCCIÓN.....	01
CAPÍTULO I.- EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	02
1.1. Planteamiento del Problema.....	02
1.1.1. Problema General.....	03
1.1.2. Problemas específicos.....	03
1.2. Objetivos.....	04

1.2.1. Objetivo general.....	04
1.2.2. Objetivos específicos	04
1.3. Hipótesis	05
1.3.1. Hipótesis General.....	05
1.3.2. Hipótesis Específicas	05
1.4. Justificación de la investigación.....	06
CAPÍTULO II.- MARCO TEÓRICO	08
2.1. Antecedentes del estudio	08
2.1.1. Trabajos de investigación realizados sobre los efectos de la materia orgánica y biofertilización en el rendimiento de los cultivos	08
2.1.2. Trabajos de investigación realizados sobre los efectos de la materia orgánica y biofertilización en el suelo	20
2.2. Bases Teóricas.....	22
2.2.1. El cultivo del algodón de color	22
2.2.2 .La Materia orgánica	35
2.2.3. El Azotobacter.....	47
2.2.4. Fijación del nitrógeno atmosférico por <i>Azotobacter sp.</i>	51
2.3. Definición de términos	54

CAPÍTULO III.- MARCO METODOLÓGICO	57
3.1. Tipo y diseño de la investigación	57
3.1.1. Diseño experimental	59
3.2. Población y muestra	60
3.3. Operacionalización de variables	62
3.4. Técnicas e instrumentos para la recolección de datos	63
3.4.1. Efecto de la materia orgánica y <i>Azotobacter sp.</i> en las características físicas y químicas del suelo	63
3.4.2. Efecto de la materia orgánica y <i>Azotobacter sp.</i> en el rendimiento de algodón de color	65
 CAPÍTULO IV.- RESULTADOS	 71
4.1. Efecto de la materia orgánica y el <i>Azotobacter sp.</i> en la características físicas y químicas del suelo	71
4.1.1. Efecto en las características físicas del suelo	71
4.1.2. Efecto en las características químicas del suelo	78
4.2. Comparación del efecto de la materia orgánica y <i>Azotobacter sp.</i> en el rendimiento de algodón de color	88

CAPÍTULO V.- DISCUSIÓN	107
CONCLUSIONES	115
RECOMENDACIONES.....	117
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	119
ANEXOS	138

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Características climáticas del fundo Los Pichones, Tacna octubre 2012- octubre 2013.....	58
Tabla 2.	Tratamientos en estudio	59
Tabla 3.	Operacionalización de variables	62
Tabla 4.	Características físicas, químicas y métodos empleados para los análisis de suelo. Laboratorio de Aguas y Suelos Universidad Nacional del Altiplano-Puno. 2012-2013.....	64
Tabla 5.	Análisis de variancia de la arena (%) del suelo con aplicación de materia orgánica y <i>Azotobacter sp.</i> a los 280 días. Los Pichones, Tacna -2013.....	71
Tabla 6.	Análisis de variancia de la arcilla (%) del suelo con aplicación de materia orgánica y <i>Azotobacter sp.</i> a los 280 días. Los Pichones, Tacna -2013.....	74
Tabla 7.	Análisis de variancia de limo (%) del suelo con aplicación de materia orgánica y <i>Azotobacter sp.</i> a los 280 días. Los Pichones, Tacna -2013.....	76
Tabla 8.	Análisis de variancia de la materia orgánica (%) del suelo con aplicación de materia orgánica y <i>Azotobacter sp.</i> a los 280 días. Los Pichones, Tacna-2013.	78
Tabla 9.	Análisis de variancia para nitrógeno total (%) del suelo con aplicación de materia orgánica y <i>Azotobacter sp.</i> a los 280 días. Los Pichones, Tacna-2013.	80

Tabla 10.	Análisis de variancia para fósforo (ppm) del suelo con aplicación de materia orgánica y <i>Azotobacter sp.</i> a los 280 días. Los Pichones, Tacna-2013.....	82
Tabla 11.	Análisis de variancia para potasio (ppm) del suelo con aplicación de materia orgánica y <i>Azotobacter sp.</i> a los 280 días. Los Pichones, Tacna-2013.....	84
Tabla 12.	Análisis de variancia para pH del suelo con aplicación de materia orgánica y <i>Azotobacter sp.</i> a los 280 días. Los Pichones, Tacna-2013.	86
Tabla 13.	Análisis de variancia de peso (g) de algodón rama por planta con aplicación de materia orgánica y <i>Azotobacter sp.</i> Los Pichones, Tacna-2013.	88
Tabla 14.	Prueba de Significación de Duncan para peso (g) algodón rama por planta con aplicación de materia orgánica y <i>Azotobacter sp.</i> Los Pichones, Tacna-2013.....	89
Tabla 15.	Análisis de variancia peso (g) algodón fibra por planta con aplicación de materia orgánica y <i>Azotobacter sp.</i> Los Pichones, Tacna- 2013.	90
Tabla 16.	Prueba Significación de Duncan para peso (g) algodón fibra por planta con aplicación de materia orgánica y <i>Azotobacter sp.</i> Los Pichones, Tacna-2013.	91
Tabla 17.	Análisis de variancia altura (cm) de plantas a los 135 días con aplicación de materia orgánica y <i>Azotobacter sp.</i> Los Pichones, Tacna- 2013.	92
Tabla 18.	Análisis de variancia número de ramas fruteras con aplicación de materia orgánica y <i>Azotobacter sp.</i> Los Pichones, Tacna-2013.	94
Tabla 19.	Análisis de variancia peso (g) de raíz por planta con aplicación de materia orgánica y <i>Azotobacter sp.</i> Los Pichones, Tacna- 2013.	95

Tabla 20.	Prueba de Significación Duncan para peso (g) de raíz por planta con aplicación de materia orgánica y <i>Azotobacter sp.</i> Los Pichones, Tacna-2013.	96
Tabla 21.	Análisis de variancia longitud (cm) de raíz con aplicación de materia orgánica y <i>Azotobacter sp.</i> Los Pichones, Tacna-2013.	97
Tabla 22.	Análisis de variancia de número de bellotas por planta con aplicación de materia orgánica y <i>Azotobacter sp.</i> Los Pichones, Tacna- 2013 ^a	98
Tabla 23.	Prueba de Significación de Duncan para número de bellotas por planta con aplicación de materia orgánica y <i>Azotobacter sp.</i> Los Pichones, Tacna-2013.	99
Tabla 24.	Análisis de variancia de peso (g) de bellota con aplicación de materia orgánica y <i>Azotobacter sp.</i> Los Pichones, Tacna-2013.	100
Tabla 25.	Análisis de variancia de rendimiento (kg/ha) algodón rama con aplicación de materia orgánica y <i>Azotobacter sp.</i> Los Pichones Tacna 2013.....	101
Tabla 26.	Prueba de Significación de Duncan para rendimiento (kg/ha) algodón rama con aplicación de materia orgánica y <i>Azotobacter sp.</i> Los Pichones Tacna-2013.	102
Tabla 27.	Análisis de variancia de rendimiento fibra (kg/ha) con aplicación de materia orgánica y <i>Azotobacter sp.</i> Los Pichones, Tacna- 2013.	104
Tabla 28.	Prueba de Significación de Duncan para rendimiento (kg/ha) algodón fibra con aplicación de materia orgánica y <i>Azotobacter sp.</i> Los Pichones Tacna-2013.	105

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Efecto de la aplicación de la materia orgánica y <i>Azotobacter sp.</i> en el porcentaje de arena del suelo a los 0 (cero), 200 y 280 días. Los Pichones, Tacna-2013.....	73
Figura 2.	Efecto de la aplicación de la materia orgánica y <i>Azotobacter sp.</i> en el porcentaje de arcilla del suelo a los 0 (cero), 200 y 280 días. Los Pichones, Tacna-2013.....	75
Figura 3.	Efecto de la aplicación de la materia orgánica y <i>Azotobacter sp.</i> en el porcentaje de limo del suelo a los 0 (cero), 200 y 280 días. Los Pichones, Tacna-2013.....	77
Figura 4.	Efecto de la aplicación de la materia orgánica y <i>Azotobacter sp.</i> en el porcentaje de materia orgánica del suelo a los 0 (cero), 200 y 280 días. Los Pichones, Tacna. 2013.....	79
Figura 5.	Efecto de la aplicación de la materia orgánica y <i>Azotobacter sp.</i> en el porcentaje de nitrógeno total del suelo a los 0 (cero), 200 y 280 días. Los Pichones, Tacna-2013-.....	81
Figura 6.	Efecto de la aplicación de la materia orgánica y <i>Azotobacter sp</i> en el Fósforo (ppm) en el suelo a los 0 (cero), 200 y 280 días. Los Pichones, Tacna-2013.....	83
Figura 7.	Efecto de la aplicación de la materia orgánica y <i>Azotobacter sp.</i> en el potasio ppm en el suelo a los 0 (cero), 200 y 280 días. Los Pichones, Tacna-2013.....	85
Figura 8.	Efecto de la aplicación de la materia orgánica y <i>Azotobacter sp.</i> en el pH del suelo a los 0 (cero), 200 y 280 días. Los Pichones, Tacna- 2013.....	87

Figura 9.	Efecto de la aplicación de la materia orgánica y <i>Azotobacter sp.</i> en la altura (cm) de plantas a los 45, 75, 105 y 135 días. Los Pichones, Tacna- 2013.....	93
Figura 10.	Efecto de la aplicación de la materia orgánica y <i>Azotobacter sp.</i> en el rendimiento (kg/ha) de algodón rama. Los Pichones, Tacna-2013.....	103
Figura 11.	Efecto de la aplicación de la materia orgánica y <i>Azotobacter sp.</i> en el rendimiento (kg/ha) algodón fibra. Los Pichones, Tacna-2013.	106

ÍNDICE DE ANEXOS

- Anexo 1. Ubicación del campo experimental
- Anexo 2. Datos meteorológicos: SENAMHI Tacna-Moquegua
- Anexo 3. Análisis de suelos: 0, 200 y 280 días
- Anexo 4. Análisis de compost
- Anexo 5. Procedimiento para preparación de sustrato
- Anexo 6. Trasplante a campo definitivo: Estado de plántula
- Anexo 7. Conducción del experimento: Planta juvenil
- Anexo 8. Aplicación de tratamientos
- Anexo 9. Procedimiento para la elaboración del Biol
- Anexo 10. Aislamiento primario y comparación de *Azotobacter sp.* con el medio Ashby
- Anexo 11. Riego por goteo: Demarcación campo experimental
- Anexo 12. Malezas observadas en el experimento
- Anexo 13. Planta adulta: Floración y llenado de bellotas
- Anexo 14. Evaluación floración y fructificación
- Anexo 15. Cosecha (pañás) 1°, 2° y 3°
- Anexo 16. Toma de datos: Instrumentos de recolección de datos
- Anexo 17. Ley N° 29224
- Anexo 18. Convenio de cooperación entre SENASA-COEG S.C.R.L.

RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue determinar el efecto de la materia orgánica y *Azotobacter sp.* en las características físicas y químicas del suelo y en el rendimiento de algodón de color *Gossypium barbadense L.* Se empleó el diseño experimental de DBCA con 5 tratamientos y 4 repeticiones. Los tratamientos fueron: T0=160-80-60 NPK, T1=1 kg/m² M.O + *Azotobacter sp.*, T2=2 kg/m² M.O + *Azotobacter sp.*, T3=3 kg/m² M.O + *Azotobacter sp.*, T4=80-80-60 NPK+*Azotobacter sp.* Los resultados indican que la aplicación de materia orgánica y *Azotobacter sp.* mejoran las propiedades físicas y químicas del suelo. Con el T2 la materia orgánica se incrementó en 3,60%, nitrógeno total 0,28%, Fósforo disponible 10,38 ppm. Los rendimientos de algodón rama con tratamientos orgánicos arrojaron entre 1 909,23 kg/ha con T2 y de 1 640,45 kg/ha con el T1 y son considerados como una buena alternativa para mejorar los suelos y mantener una producción orgánica sostenible en comparación al tratamiento con fertilización química.

Palabras clave: Algodón de color, materia orgánica, *Azotobacter*, rendimiento

ABSTRACT

The aim of this investigation was to determine the effect of organic matter and *Azotobacter sp.* in physical and chemical characteristics of soil and yield of cotton *Gossypium barbadense L.* color. RCBD experimental design was used with 5 treatments and 4 replications. The treatments were: 160-80-60 NPK = T0, T1 = 1 kg/m² M.O + *Azotobacter sp.* T2 = 2 kg/m² M.O + *Azotobacter sp.* T3 = 3 kg/m² M.O + *Azotobacter sp.* T4 = 80-80-60 NPK + *Azotobacter sp.* The results indicate that the application of organic matter and *Azotobacter sp.* improve the physical and chemical soil properties. With the organic matter T2 increased 3,60%; 0,28% total nitrogen, available phosphorus 10,38 ppm. Raw cotton yields with organic treatments yielded from 1 909,23 kg / ha with 1 T2 and 640,45 kg / ha with T1 and are considered as a good alternative to improve soil and maintain a sustainable organic production compared treatment with chemical fertilization.

Keywords: Cotton color, organic matter, *Azotobacter*, performance

INTRODUCCIÓN

El algodón nativo peruano *Gossypium barbadense L.*, denominado “País”, es una especie que ha sido cultivada desde hace mas de 2 000 años a.C., por la producción de fibra de color utilizada con fines textiles es considerada Patrimonio Genético Étnico-Cultural de la Nación (Ley N°29224).

El algodón de color se presenta como una alternativa de cultivo en la costa norte y sur del país, debido a su gran adaptación a las condiciones climáticas y edáficas de la zona; la rusticidad que se manifiesta a condiciones de sequia y salinidad, así como su resistencia a plagas y enfermedades.

Con la aplicación de materia orgánica y de biofertilizantes en el algodón de color pretendemos incrementar los rendimientos y mejorar la fertilidad de los suelos. Es necesario aplicar tecnologías adecuadas buscando productividad y sostenibilidad del cultivo del algodonoero en las condiciones áridas salinas de Tacna.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Planteamiento del Problema

El algodón de color *Gossypium barbadense L.* es un recurso genético en vías de extinción debido a la sustitución por el algodón blanco de la misma especie, presenta además de su notable calidad de fibra algunas potencialidades en los aspectos botánicos, fitosanitario, económico, de mercados y por posibles propiedades farmacológicas que lo hacen interesante y que deberían ser estudiadas con más detenimiento. Además puede constituirse como un cultivo alternativo para las zonas áridas salinas porque son tolerantes a dichos factores adversos.

En el cultivo del algodónero comúnmente se emplean fertilizantes químicos en dosis de 160-80-60 de N- P₂O₅- K₂O respectivamente. Esta labor es cuestionada debido a que elevan los costos de producción, contaminan el suelo, agua, ambiente y salud

por lo que se hace necesario el uso de otras fuentes de nutrientes no contaminantes para suplir el empleo de fertilizantes sintéticos y que permitan un sistema agrícola sustentable.

1.1.1. Problema General

¿La aplicación de materia orgánica y *Azotobacter sp.* tendrá efecto positivo en el suelo y el rendimiento del algodón de color en el fundo Los Pichones, Tacna-2013?

1.1.2. Problemas específicos

- a) ¿La aplicación de materia orgánica y *Azotobacter sp.* tendrá efecto positivo en relación a las características físicas y químicas del suelo?.
- b) ¿La aplicación de materia orgánica y *Azotobacter sp.* tendrá efecto en el incremento del rendimiento del algodón de color?.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Determinar el efecto de la materia orgánica y del *Azotobacter sp.* en el suelo y en el rendimiento del algodón de color en el fundo Los Pichones, Tacna-2013.

1.2.2. Objetivos específicos

- a) Determinar el efecto de la aplicación de la materia orgánica y del *Azotobacter sp.* en las características físicas y químicas del suelo.
- b) Comparar el efecto de la aplicación de la materia orgánica y del *Azotobacter sp.* en el rendimiento de algodón de color.

1.3. Hipótesis

1.3.1. Hipótesis General

Existen diferencias entre los tratamientos con la aplicación de materia orgánica y *Azotobacter sp.* y la fertilización química tanto en el suelo como en el rendimiento del algodón de color en el fundo Los Pichones.

1.3.2. Hipótesis Específicas

Existen diferencias entre los tratamientos con la aplicación de materia orgánica y *Azotobacter sp.* y la fertilización química en las características físicas y químicas del suelo en el fundo Los Pichones.

Existen diferencias entre los tratamientos con la aplicación de materia orgánica y *Azotobacter sp.* y la fertilización química en el rendimiento del algodón de color.

1.4. Justificación de la investigación

Relevancia científica-social

La aplicación de materia orgánica y biofertilizantes en la agricultura a escala comercial representa enormes beneficios para el medio ambiente, dado que disminuye la aplicación de fertilizantes químicos y devuelve paulatinamente al suelo sus condiciones naturales originales, mejorando las características físicas, químicas y microbiológicas del suelo. La capacidad que tiene el *Azotobacter sp.* para incrementar el rendimiento en las plantas se basa en la fijación del nitrógeno atmosférico, penetrando a la corteza de la raíz y produciendo sustancias fisiológicamente activas que influyen favorablemente en los caracteres morfológicos y de rendimiento al aumentar la disponibilidad de nutrientes asimilables por la planta. Con el fin de preservar y conservar el algodón de color, especie nativa del Perú, es necesario adoptar una tecnología de suministro de nutrientes a las plantas mediante la aplicación de abonos orgánicos y biofertilizantes como el *Azotobacter sp.* para mejorar el suelo y aumentar el rendimiento del algodón de color.

Relevancia práctica

Con los resultados obtenidos, se pretende emplear una tecnología orgánica y sostenida con buenas prácticas agrícolas en el cultivo de algodón de color, evitando prácticas negativas de impacto ambiental que han y siguen causados serios perjuicios al medio ambiente (agua, aire, suelo, salud, flora, etc.) y una movilización hacia un consumo responsable y a la adaptación al cambio climático con la utilización de especies tolerantes a la sequía y preservar nuestros recursos genéticos.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del estudio

2.1.1. Trabajos de investigación realizados sobre los efectos de la materia orgánica y biofertilización en el rendimiento de los cultivos

Se han realizado ensayos en invernadero y en campo donde se demuestra el efecto positivo de la materia orgánica y biofertilizantes en el crecimiento y rendimiento de diferentes cultivos.

Gonzales (2000), inoculó cepas nativas y comerciales de *Azotobacter* en cultivos de tomate, pepino y lechuga empleando 7 tratamientos: T1=Testigo sin inoculación, T2=*Azotobacter* comercial, T3, T4, T5, T6 cepas nativas de

Azotobacter T7=Multicepa nativa. Los resultados indican que el tratamiento T3 cepa nativa de *Azotobacter* FS-2 fue superior a todos los tratamientos en los 3 cultivos logrando en tomate un rendimiento de 4kg/m² en aplicación foliar y 3kg/m² en aplicación al suelo, en el cultivo de pepino un rendimiento de 3kg/m² aplicado al suelo y en lechuga 4kg/m² aplicado foliarmente y 3kg/m² al suelo. De igual manera Egas (2010), en cacao *Theobroma cacao* L., comparó cepas introducidas, cepas nativas de *Azotobacter* sp. y fertilización química concluyendo que la fertilización química es similar a la aplicación con cepas introducidas de *Azotobacter* sp. logrando una altura de plantas de 35,60 cm y con fertilización química 34,59 cm. Asimismo Alarcón, Alarcón, Godefroy y Gonzales (2009), estudiaron en tomate *Lycopersicon esculentum*, Mill variedad "ISCAB-10" el efecto de diferentes concentraciones de la cepa comercial de *Azotobacter chroococcum* (INIFAT-12) comparados con un testigo sin aplicación reportando que los mejores resultados se alcanzaron cuando se aplicó el *Azotobacter chroococcum* al 50% obteniéndose un rendimiento de 14,14 t/ha, 12,21 t/ha con *Azotobacter* al 10% y 9,39 t/ha con el control sin aplicación.

Terry, Terán, Martínez y Pino (2002), evaluaron el efecto agrobiológico de dos biofertilizantes combinados (Biostin y *Glomus clarum*) comparando con un testigo absoluto sin materia orgánica y testigo de producción con materia orgánica, en los cultivos de tomate, lechuga, habichuela y rabanito apreciando que el rendimiento fue estimulado por la presencia de ambos microorganismos correspondiendo rendimientos superiores para cada uno de los cultivos estudiados. Los rendimientos de tomate en el testigo absoluto fue de 3,52kg/m², lechuga 1,52kg/m², habichuela 1,61kg/m² y rabanito 0,71kg/m², en el testigo de producción el rendimiento de tomate fue de 4,80kg/m², lechuga 2,26kg/m², habichuela 2,52kg/m² y rabanito 1,42kg/m², con el Biostin el rendimiento de tomate fue de 5,82kg/m², lechuga 3,32kg/m², habichuela 3,33kg/m² y rabanito 1,21kg/m², con *Glomus clarum* el rendimiento de tomate fue de 5,62kg/m², lechuga 3,61kg/m², habichuela 3,26kg/m² y rabanito 1,34kg/m² con *Glomus clarum*+Biostin se obtuvo en tomate 7,91kg/m², lechuga 4,24kg/m², habichuela 4,22kg/m² y rabanito 1,59kg/m².

También López, Martínez, Brossard, Bolívar, Alfonso, Alba y Pereira (2008), evaluaron el efecto de cepas nativas fijadoras de nitrógeno *Azotobacter sp.* y solubilizadora de fósforo *Bacillus megatherium* con adición de fertilizantes químicos en el crecimiento de maíz cv INIA-SQ-1 comparados con tratamientos de fertilización química. Se utilizaron dos suelos de alta fertilidad (suelo A) y de baja fertilidad (suelo B). Los resultados en el suelo A, indican que la altura de planta fue estadísticamente superior en los tratamientos 2 (108,1cm) fertilización química y tratamiento 3 fertilización química y *Azotobacter* (107,2cm), seguido del tratamiento 5 fertilización química sin fósforo (101,9cm). En el suelo B, también se logró la mayor altura de la planta con el tratamiento 3, seguido por los tratamientos 2 y 7 (tratamiento de fertilizante químico con adición de inóculo de fósforo).

De igual manera Adriano, Jarquín, Hernández, Salvador y Monreal (2011), trabajaron en café *Coffea arabica L.*, variedad Bourbon con el uso de 3 biofertilizantes (cepas PACHAZ08 de *Azotobacter sp*, cepa 11B de *Azospirillum* y hongos formadores de micorrizas arbusculares HMA) reportan

que la aplicación de los 3 biofertilizantes tuvo efecto positivo en el crecimiento y desarrollo, destacando los tratamientos T2 (*Azospirillum*) con 17,2cm y T8 (*Azospirillum* con *Azotobacter* y HMA) con 17,8cm.

También Constantino, Gómez, Álvarez, Pat y Espin (2010), en papaya *Carica papaya* variedad Maradol evaluaron el efecto de tres biofertilizantes aplicados solos o en combinación con *Azotobacter chroococcum*, *Azotobacter brasilense* y *Glomus intraradices*, y un biorregulador del crecimiento vegetal, el ácido giberélico (AG3). Los tratamientos simples con *A. chroococcum* y *A. brasilense*, incrementaron el porcentaje de germinación a 90,28 y 88,89% respectivamente. Además, con la aplicación de los biofertilizantes y el AG3, la velocidad de germinación se incrementó y el tiempo medio de germinación se redujo. Con la aplicación del AG3 se incrementó la altura de las plántulas en 21,02 cm seguido del tratamiento *Azotobacter brasilense* con 11,28 cm y *A. chroococcum* con 10,24 cm.

Asimismo Padilla, Esqueda, Sánchez, Troncoso y Sánchez (2006), investigaron el efecto de 3 biofertilizantes adicionados con otros compuestos y microorganismos (Z-Plex, Soil-Plex, Maya Magic) en el cultivo de melón *Cucumis melo* cv. Ovación, obteniéndose rendimientos promedios de 23,5 t, 22,3 t, 21,8 t y 20,5 t con Z-Plex, Testigo, Maya Magic, Soil-Plex respectivamente. Resaltando que el Z-Plex está conformado por ácidos orgánicos, aceites esenciales, azufre, y una mezcla de bacterias promotoras de crecimiento vegetal. El Maya Magic está conformado por microorganismos fijadores de nitrógeno como *Azotobacter*, *Clostridium*, Cianófitas, algas marinas entre otros. El Soil Plex compuesto por ácido fúlvico, humus, aminoácidos y microorganismos.

Pellicer, Perez, Abadia, Rincón, Paredes y Carrillo (2008), trabajaron en el cultivo de pimiento var. Almudén aplicando materia orgánica líquida, aminoácidos y bacterias fijadoras de nitrógeno (*Azotobacter* y *Azospirillum*), reportan que no hubo diferencias significativas en la producción total de frutos ni en la producción de biomasa, siendo estas de 10,85kg/m² y 12,05kg/m² de frutos y 15,59kg/m² y 16,51kg/m²

de biomasa para los tratamientos sin y con biofertilizante, respectivamente.

Asimismo Rivera, Trujillo y Pereyra (2010), compararon en naranjo agrio *Citrus aurantium* la efectividad de la cáscara de naranja, la cachaza y el estiércol de pollo combinados con biofertilizantes constituidos por cepas de *Azospirillum*, *Azotobacter* y bacterias solubilizadoras de fósforo. Encontraron que el crecimiento de la planta fue directamente proporcional a la dosis aplicada de biofertilizante alcanzando alturas de 80cm y 110cm con sustrato de cáscara de naranja y de 80cm a 90cm con el sustrato de cachaza, sin embargo con el sustrato estiércol de pollo disminuye significativamente con la dosis de biofertilizante de 120cm a 20cm.

Rincón, Pérez, Abadía, Pellicer y Valero (2004), comprobaron en cultivo de pimiento que la utilización del estiércol, biofertilizante Azobac a dosis de 15 l/ha junto con una fertilización nitrogenada ha resultado ser eficaz, consiguiéndose la misma producción y calidad del fruto en los tratamientos donde se incorporó el 100% del nitrógeno en

forma mineral requerida para el cultivo arrojando un rendimiento de 15,7kg/m² y para el tratamiento de 50% de N mineral más Azobac 15l/ha logró un rendimiento de 15,6kg/m². Los rendimientos más elevados se consiguieron en condiciones de suelo con nivel medio-alto de materia orgánica y aportaciones de estiércol de 9,5kg/m². También se ha puesto en evidencia que la utilización de Azobac disminuye en un 48% el consumo de nitrógeno por el cultivo, teniendo esta respuesta un elevado significado medioambiental. Sin embargo, Borda, Pardo, Montaña y Martínez (2011), en cultivo de *Stevia rebaudiana* aplicando materia orgánica 30 t/ha logró un rendimiento de 1 538kg/ha y con la aplicación de 30 t/ha de materia orgánica mas *Azotobacter* obtuvo 700 kg/ha.

Gómez (2009), utilizó tecnología orgánica con Biofit en el cultivo de rosa empleando 3 tratamientos cuyos resultados indican que la producción en el tratamiento de fertilización convencional más Biofit presentó un incremento de 11,6 % en comparación al tratamiento testigo. El Biofit es un preparado con té de composta el cual contiene microorganismos fijadores de nitrógeno y otros microorganismos benéficos.

También Nicolalde y Quintana (2010), en el cultivo de brócoli utilizaron 2 biofertilizantes (Azotolic y Azotolic Plus) con 3 dosis y 3 fórmulas de fertilizantes químicos con 2 testigos. Los resultados obtenidos demuestran que los mayores rendimientos se obtuvieron con los niveles más altos de fertilización química pertenecientes al 100% del requerimiento de fertilización química con sus respectivas dosis de los dos biofertilizantes (3ml/l, 2ml/l, 1ml/l), resultando ser el mejor el T7 (180Kg de N/ha, 60Kg de P₂O₅/ha), con 3ml/l de Azototic logrando 21 t/ha; y el T12 (60 kg N/ha, 20 kg P₂O₅/ha, 1ml/l del biofertilizante Azototic Plus), obteniendo el menor rendimiento con 14,51 t/ha.

Asimismo Castilla, Moller, Barona y Hernandez (2009), realizaron una investigación en caña de azúcar en soca y plantación de primer corte con el objetivo de buscar tecnologías que conduzcan a reducir el alto costo de las fertilizaciones inorgánicas y el impacto ambiental causado en estas por lo cual evaluaron desde el año 2002 la biofertilización como una alternativa en la nutrición vegetal. En el año 2006, se realizó un nuevo estudio con el fin de evaluar

y ratificar los resultados obtenidos en los ensayos anteriores, en este se probaron nuevas dosis y épocas de aplicación en cañas socas y plantillas. Se evaluaron 3 tratamientos utilizando 100% abono más 0,5 l de *Azotobacter* y *Azospirillum* más 0,5 l (*Penicillium jantinelum*) más 0,5 l de *Trichoderma viride* al suelo además 1 l de *Azotobacter* aplicado foliarmente, el segundo tratamiento 70% abono con iguales biofertilizantes, el tercer tratamiento 100% de abono sin biofertilizantes, los resultados indican que los tratamientos en soca con biofertilizantes fueron superiores con 135,6 t de caña/ha y 132,86 t en comparación al testigo que obtuvo 129,94 t de caña/ha. Los tratamientos en plantilla con 70% abono más biofertilizantes con 75,99 t de caña/ha fueron superiores al testigo que obtuvo 72,85 t de caña/ha.

Por otro lado Piñero, Cuadra, Marín y Amor (2011), en un experimento efectuado en el cultivo de pimiento *Capsicum annum L.* utilizando Biopron, que contiene bacterias promotoras del crecimiento *Azospirillum brasilense* y *Pantoea dispersa* adicionado con bajo contenido de nitrógeno y comparado con tratamientos de nitrógeno alto y bajo se

encontró que la aplicación del Biopron obtuvo un peso seco por planta de 60 g el cual no afectó de manera significativa al crecimiento vegetativo respecto a las plantas no inoculadas que arrojó un peso de 50 g.

Cáceres (2010), en un experimento con fertilización inorgánica, orgánica y biofertilizante en cultivo de algodón cv Guazuncho 2000 utilizando 11 tratamientos, tales como T1 algodón testigo , T2=30 kg Urea/ha, T3=60 kg Urea/ha, T4 =90 kg Urea/ha, T5 =10 t/ha humus, T6 =20 t/ha humus, T7=10 m³ de biofertilizante líquido en el surco/ha al 50%, T8=20 m³ de biofertilizante líquido en el surco/ha al 50%, T9=20 t/ha de guano de porcino, T10 =10 t/ha de guano de porcino y T11=20 m³ de biofertilizante foliar/ha al 50%. Los rendimientos de algodón rama indican que el tratamiento T4 arroja un rendimiento de 1 278,5 kg/ha, el tratamiento T9 con 1 273,2 kg/ha y el tratamiento T11 con 1 237,4 kg/ha.

También Araujo, Díaz, Rodríguez y Pargas (2010), evaluaron el efecto del biofertilizante *Azotobacter sp.* como alternativa de fertilización en papa. El ensayo consistió de tres

tratamientos: Testigo; Biofertilizante *Azotobacter sp.* y Gallinaza + fertilizante químico. El rendimiento del cultivo de papa usando el biofertilizante *Azotobacter sp.*, estuvo dentro del promedio encontrado en la zona de estudio con la fertilización tradicional (25-30 t/ ha), teniendo una reducción del 30% de los costos de producción del cultivo. El uso de *Azotobacter sp.* con el transcurso del tiempo, les garantiza preservar el ambiente y la salud de los pobladores.

Del mismo modo Rodríguez, Bolaños y Menjivar (2010), evaluaron la fertilización química, orgánica y biofertilización en la nutrición y rendimiento del ají *Capsicum sp.* con seis tratamientos: fertilización de síntesis química completa (testigo) (FSQC), FSQC más fertilización orgánica (FSQC más orgánico), FSQC más orgánico más biofertilización 1 (solubilizador de fósforo con base en *Penicillium janthinellum* (1×10^7 conidias/ml), FSQC más orgánico más micorrizas (FSQC más orgánico más micorriza, FSQC más orgánico más biofertilización 2 (fijador de nitrógeno con base en *Azotobacter chroococcum* (1×10^8 UFC/ml) y *Azospirillum sp.* (1×10^8 UFC/ml), FSQC más

orgánico más biofertilización 3 (fijador de nitrógeno con base en *Azotobacter chroococcum* (1×10^8 UFC/ml). Los resultados mostraron que, en todos los tratamientos la fertilización de síntesis química más orgánica más biofertilización presentó los mejores resultados. El número de frutos/planta más alto en el Tratamiento 4 FSQOM con 20 frutos/planta seguido del tratamiento FSQOB2 (con fertilización química, materia orgánica y *Azotobacter*) con 17 frutos/planta mientras que en el Tratamiento 1 FSQ con 8 frutos/planta fue más bajo.

En la región Lambayeque se realizó la evaluación fitosanitaria y potencial de rendimiento de algodones nativos de color marrón aplicando 600 gramos de humus, reportando un rendimiento de algodón rama 0,96kg/planta (Acuña, 2009).

2.1.2. Trabajos de investigación realizados sobre los efectos de la materia orgánica y biofertilización en el suelo

Posso (2010), trabajando en palma aceitera con dosis de compost y lombricompostos encontró que el tratamiento con 10% de compost presentó el valor más alto de contenido

de materia orgánica 2,1% seguido del tratamiento compost 7,5% con 1,8% de materia orgánica. Es necesario precisar que el valor inicial de la materia orgánica fue de 0,92%. Asimismo Zuñiga (2007), reporta en palma aceitera con fertilización química continuada durante 17 años el porcentaje de nitrógeno disminuyó de 0,14% a 0,07% en el suelo.

También Orozco y Thienhaus (1997), en cacao estudiaron el efecto del abono orgánico gallinaza en el suelo reportan que con la aplicación de 1 362 g/planta de gallinaza obtuvo 3% de materia orgánica en el suelo al finalizar el experimento, mientras que con la fertilización química obtuvo 2,5%. En trabajos realizados en *stevia* encontraron que los suelos fertilizados convencionalmente son generalmente altos en P y K, mientras que los suelos fertilizados con compost tienen un mayor contenido de C, Ca, Mg, Mn, Cu y Zn (Borda *et al*, 2011).

2.2. Bases Teóricas

2.2.1. El cultivo del algodón de color

a. Origen y distribución geográfica

El Norte y Nor-Oeste de Perú y el Sur de Ecuador, son reconocidos como centro de origen y dispersión del algodón sudamericano *Gossypium barbadense* L Wendel *et al.*, (2009). Es el cultivo industrial más antiguo del área andina, en esta zona se encuentran algodones con fibras de colores naturales: blanco, beige, kaki, marrón, lila, pardo, rojizo, anaranjado, azul y verde (Basurto, 2005).

Estudios efectuados por Percy y Wendel (1990), sobre el origen y diversificación de *G. barbadense* usando marcadores moleculares AFLP (Polimorfismo de Longitud de Fragmentos Amplificados) indican que el noroeste de Sudamérica contiene la más grande variabilidad genética y por consiguiente, sería la región ancestral específica de la domesticación del algodón de color pudo ocurrir en los

Andes con las primeras sociedades agrícolas que datan de los niveles tempranos (3100-1300 a.C.) Asimismo indica que los mochicas, hace 2000 años a.C., cultivaron algodones de diferentes matices, algunos de estos se han mantenido hasta nuestros días (Brack, 2004).

b. Aspectos taxonómicos, genéticos y botánicos

- Clasificación taxonómica

Wendel *et al.*, (2009) y Sevilla y Holle (2004), indican que el algodón nativo, es una variante ancestral de la especie *Gossypium barbadense* L. (*Malvaceae*).

REINO : Plantae

DIVISIÓN : Magnoliophyta

CLASE : Magnoliopsida

ORDEN : Malvales

FAMILIA : Malvaceae

GÉNERO : *Gossypium*

ESPECIE : *barbadense* L.

Nombre científico: *Gossypium barbadense* L.

Todas las fibras vegetales que producen algodón pertenecen al género *Gossypium*, consta de aproximadamente 50 especies, 45 diploides ($2n=2x=26$ cromosomas) y 5 tetraploides ($2n=4x=52$ cromosomas). Wendel *et al.*, (2009), mencionan que en la flora Peruana se encuentran dos especies nativas; *Gossypium barbadense*, conocido como “algodón del país” y *Gossypium raimondii* conocido como “algodoncillo” (Wendel *et al.*, 2009 y Basurto, 2005). Entre los algodones cultivados en el Perú se encuentran dos especies de fibra blanca; *G. barbadense* con los cultivares comerciales Tangüis, Pima, IPA entre otros; la especie *G. hirsutum*, con el cultivar comercial Del Cerro y un híbrido comercial denominado Pima Hazera (*G. barbadense* x *G. hirsutum*), los algodones cultivados son precoces, anuales, de porte bajo, logrados mediante un proceso de mejoramiento genético convencional. El algodón nativo del Perú es denominado también “País” o “criollo” y es oriundo de la costa norte del Perú Basurto (2005), todos pertenecen a la especie *barbadense*, se encuentra en la costa, en los valles interandinos y la

Amazonía y son de fibra de colores variados que van desde el blanco hasta el marrón oscuro, en la selva son de fibra de color blanco y pardo, también conocidos como áspero y semiáspero (Basurto, 2005).

Asimismo Vásquez (2012) y Vreeland (1985), indican que los algodones nativos son plantas perennes, de tipo arbustivo y de ciclo largo que se encuentran en forma natural o subespontánea, generalmente en bordes de caminos y chacras, en cercos, huertos y como plantas ornamentales, en la mayoría de lugares los dueños de los predios donde están estas plantas, no las utilizan encontrándose expuestas a ser destruidas o taladas en cualquier momento.

- ***Características botánicas***

El algodón de color es un arbusto perenne de hasta 5 m de largo, erecto hasta cierta altura y luego postrado y extendido a veces radialmente; ramas

terminales vegetativas o fruteras rojizas, con 16–30 o más cápsulas rojizas (Boza, 1966).

Las hojas son alternas, de limbo profundo (4-5) lobado, palminervias, semicoriáceas. La corola tiene 5 pétalos, connatos solo en su base y adheridos a la columna estaminal, grandes, delgados, ligeramente irregulares, amarillos, con una mancha rojiza en la porción basal de la cara interna de cada pétalo. Los estambres numerosos, 100-150, unidos en su parte media (monadelfos). El pistilo formado por un ovario superior, ovoide. Las semillas son ovoides, oscuras ligeramente angulares, ancha en la base una fisura en el margen 9-10 mm de largo, testa cubierta por la borra coloreada, cotiledones grandes con numerosas glándulas oscuras, embrión piriforme (Boza, 1966).

Las fibras del algodón nativo antes de la dehiscencia del fruto son incoloras (blancas), pero apenas entran en contacto con los rayos solares, se tornan de color rojizo y luego rojo oscuro a chocolate.

Las fibras miden 2 cm de longitud (Boza, 1966 y Basurto, 2005).

- **Biología floral**

Flor completa; cáliz con 5 sépalos. Corola tubular. Estambres monodelfos. Columna estaminal con 100-150 estambres monodelfos. Pistilo con ovario ínfero, 2 a 6 carpelos. La punta del estigma sale encima de la columna estaminal. Flor actinomorfa, hermafrodita, heteroclamídea. Flores con nectarios (Sevilla y Holle 2004).

- **Forma de reproducción**

Tiene polinización cruzada realizada por insectos, alrededor del 20% (prevalentemente alógama). En general el porcentaje de alogamia varía de 0 a 50%. Cuando el viento deseca los granos de polen, la polinización solo es entomófila. Las flores duran un día

al abrir en la mañana hay suficiente polen para permitir la autopolinización (Sevilla y Holle 2004).

c. Principales atributos del algodón nativo

El algodón nativo, posee mayor resistencia a la sequía, salinidad de agua y suelo y al ataque de las plagas, en comparación a los algodones comerciales. Es el único algodón con colores naturales y pigmentados propios que incluyen el pardo marrón, anaranjado, rojizo, pardo rojizo y lila, además de un blanco muy luminoso brillante (Brack, 2004 y Basurto, 2005).

d. Aportes genéticos de los algodones peruanos a la variedades comerciales

A nivel mundial los distintos programas de mejoramiento genético del algodón han incorporado, desde inicios del siglo XX, genes de resistencia a enfermedades fungosas a partir de genotipos de Tangüis y otros algodones peruanos (Brack, 2004 y Basurto, 2005).

Así en los años 50 y 60 se liberan comercialmente los algodones Pima 32 y Pima S-1 que poseen los aportes del Tangüis *Gossypium barbadense* por su resistencia a la marchitez *Verticillium albo-atrum*, por el color blanco de la fibra y por el mayor contenido de fibra (40% de fibra en la bellota) (Basurto, 2005).

De acuerdo a Korytkowski (1984), el algodón “del país” demuestra una resistencia natural a muchas de las plagas, insectos y otros organismos, que afectan a las variedades comerciales, es resistente al ataque del “gorgojo de la chupadera” *Euthinobotrus gossipii*. En el ámbito mundial los “genes” de los algodones nativos peruanos están siendo “trabajados intensamente” como importantes recursos biológicos para procesos adaptativos y sobre todo por su resistencia a enfermedades vasculares (marchitez) causadas por *Verticillium sp*, *Fusarium sp*, *Thielaviopsis sp*, y también por su tolerancia a nematodos.

e. Adaptación y requerimientos climáticos y edáficos

El algodón nativo se adapta a condiciones climáticas propias de las zonas áridas. Vreeland mencionado por Cáritas (2012) menciona que desde tiempos remotos, los pobladores de la costa norte sembraron el algodón en zonas ecológicas que hoy en día son consideradas unas de las mas áridas del mundo caracterizadas, según el mapa ecológico del Perú, como desierto desecado- Pre montano Tropical y desierto súper árido- Pre montano Tropical. Estas dos zonas de vida natural están caracterizadas por temperaturas anuales relativamente altas (19,5°C-24°C) y promedios de precipitación anual muy bajos (2,2-59,6 mm). El escenario edáfico está representado por suelos de textura variable, con cementaciones salinas y poco material orgánico. El relieve varía desde plano a ondulado y presenta, por lo general, muy escasa y rala vegetación.

La agricultura de desierto propia de la costa peruana ve en este cultivo una opción técnica y económica para el manejo de tierras eriazas. Basurto (2005), señala que los

algodones nativos se adaptan a condiciones climáticas de desierto y de selva por lo que son de gran valor para incorporarlas genéticamente como fuente de reducción del impacto climático en las nuevas variedades comerciales; sequías y presencia del fenómeno “El niño”.

Debemos tener muy presente que en la costa las plantas de algodón nativo prosperan entre el nivel del mar hasta los 1 900 msnm, desarrollan en suelos con altos contenidos de sales y boro, Acuña (2009), que resultan tóxicos para otros cultivos Mason (1974) mencionado por Cáritas del Perú, (2012), permanecen aun por cuatro años sin riego aprovechando el agua del freático mediante un sistema radicular muy eficiente.

La siembra de este algodón puede darse en cualquier época del año, aunque en las calurosas el periodo de desarrollo de la planta es más favorable. Este cultivo puede estar en campo durante años. Brack (2004), reporta que la planta tiene una vida larga normal de 10 años, pero se han encontrado ejemplares en producción de

40 años. El agricultor normalmente poda la planta en forma de socas, la cual sigue floreciendo de manera normal.

f. *Ecotipos o variedades de algodones nativos*

Con respecto a los ecotipos, Basurto (2005) reporta:

- Algodones nativos de la costa: Áspero de Tumbes, Áspero de Yauca, Palo Rosado de Tacna.
- -Algodones nativos de selva: Áspero blanco, Ásperos de color, Algodón arriñonado, Algodón semi-arriñonado.

Asimismo indican que el algodón nativo se encuentra disperso en los siguientes estados: Semi-silvestre, cultivo perenne y semi-ornamental.

g. *Aspectos legales del algodón nativo*

Fustamante (2012), indica que el cultivo del algodón nativo ha sido sujeto a diversas restricciones, la primera de ellas se dio mediante el Decreto Supremo N° 17 del 04 de mayo de 1949 sobre política sanitaria vegetal, donde se autoriza al Ministerio de Agricultura a efectuar campañas

de control de plagas que tendían a erradicar el cultivo del algodón nativo. En el año 1984, a través de la Resolución Suprema N° 0244-84-AG/DGAG, nuevamente se prohíbe su siembra, por ser hospedero de plagas y por ser perjudicial a los cultivos de algodón comercial. Por Resolución Ministerial N° 0251-94-AG del 27 de mayo de 1994, se aprueba el Texto Único Ordenado del Reglamento del Algodonero, donde en el Artículo 7 se prohíbe la siembra del algodón de la variedad del País, así como la conservación de cualquier planta aislada. Recién el 5 de mayo del 2008, casi 60 años después de su prohibición y al borde de su extinción, el gobierno mediante LEY N° 29224 declara Patrimonio Genético Étnico – Cultural de la Nación al algodón nativo peruano mencionando en el Artículo 1°.- Declárese patrimonio genético Étnico – cultural de la nación al algodón nativo-peruano denominado “País”, disponiéndose en consecuencia su rescate, recuperación, conservación y promoción en el ámbito nacional y en el Artículo 2°.- Incorporación del algodón nativo peruano al Anexo de la Ley N°28477 , Ley que declara a los cultivos,

crianzas nativas, y especies silvestres usufructuadas
Patrimonio natural de la nación.

El Ministerio del Ambiente (MINAM), es el ente rector del sector ambiente y la autoridad competente para formular la política nacional del ambiente, aplicable a los tres ámbitos de gobierno. Asimismo, el Perú firmó el Protocolo de Cartagena sobre seguridad de la biotecnología del convenio de la diversidad biológica, teniendo a MINAM como el punto focal nacional de dicho protocolo en materia de bioseguridad y punto focal nacional del centro de intercambio de información en seguridad de la biotecnología. MINAM considera indispensable contar con una línea de base de información actualizada sobre el algodón nativo en la costa norte del Perú, ya que ayudará a la toma de decisiones una vez concluido el periodo de moratoria, teniendo en cuenta que uno de los cultivos transgénicos que se comercializan en el mundo es el algodón y teniendo en consideración que América del Sur y específicamente Perú, es uno de los centros de origen del algodón.

2.2.2.La Materia orgánica

a. *La materia orgánica del suelo*

La materia orgánica o humus se define a la parte orgánica que cumple un papel esencial en el suelo. No existe una definición de humus con la que todos los especialistas estén de acuerdo; pero, en general, el término humus designa a las “sustancias orgánicas variadas, de color pardo y negruzco, que resultan de la descomposición de materia orgánica de origen exclusivamente vegetal, que contiene aproximadamente un 5% de nitrógeno, por lo que su valor en el suelo se puede calcular multiplicando por 20 su contenido en nitrógeno total (Tamhane, Motiramani y Bali; 1983, Zavaleta, 1992, Navarro, Moral, Gómez y Mataix, 1995).

Asimismo el humus tiene efecto sobre las propiedades físicas del suelo, formando agregados y dando estabilidad estructural, uniéndose a las arcillas y formando el complejo de cambio, favoreciendo la penetración del agua y su retención, disminuyendo la erosión y favoreciendo el intercambio

gaseoso. Cuando se refiere al efecto sobre las propiedades químicas del suelo, los mismos autores mencionan que aumenta la capacidad de cambio del suelo, la reserva de nutrientes para la vida vegetal y la capacidad tampón del suelo, favorece la acción de los abonos minerales y facilita su absorción a través de la membrana celular de las raicillas. Y en cuanto a su efecto sobre las propiedades biológicas, favorece los procesos de mineralización, el desarrollo de la cubierta vegetal, sirve de alimento a una multitud de microorganismos y estimula el crecimiento de la planta en un sistema ecológico equilibrado (Cooke, 1986).

Del mismo modo la cantidad de humus en el suelo, depende de muchos factores, tales como la incorporación de nuevos restos orgánicos al suelo y su velocidad de oxidación, química y biológica, la velocidad de descomposición de la materia orgánica existente en el suelo, la textura del suelo, la aireación, humedad y los factores climáticos. Las prácticas de manejo del cultivo también pueden tener un efecto sobre este parámetro, ya que, por ejemplo, el empleo de abonos minerales acelera la descomposición de la materia orgánica en el suelo,

la cual es una manifestación del crecimiento de la actividad biológica, que se traduce en la práctica en una mejora de la fertilidad y, por tanto, de los rendimientos (Tamhane *et al.*, 1983).

La materia orgánica en el suelo también facilita los mecanismos de absorción de sustancias peligrosas como los plaguicidas. Por ejemplo, se sabe que la capacidad del suelo para adsorber compuestos químicos como diuron, clorofenoles o cloroanilinas aumenta con el contenido en materia orgánica. La aplicación de enmiendas orgánicas también aumenta la degradación de fumigantes como el 1,3-D, bromuro de metilo y el isotiocianato metilo y disminuye la volatilización de estos tres pesticidas, cuando la enmienda se aplica en los primeros 5 cm del suelo. Los pesticidas con materiales catiónicos son firmemente adsorbidos por los coloides del suelo; en cambio, con los pesticidas ácidos hay muy poca adsorción, por lo tanto, se concentran en la solución suelo y en las fases gaseosas (Thevenot *et al.*, 2009).

De acuerdo a nuestro análisis podemos afirmar que la materia orgánica en la forma de humus juega un rol importante en la fertilidad del suelo e influye positivamente en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, pero tiene efectos negativos ya que retiene sustancias peligrosas como los plaguicidas que debe ser considerado.

b. *Los microorganismos del suelo*

Un suelo naturalmente fértil es aquel en el que los organismos edáficos van liberando nutrientes inorgánicos, a partir de las reservas orgánicas, con velocidad suficiente para mantener un crecimiento rápido de las plantas. La actividad biológica de los suelos es la resultante de las funciones fisiológicas de los organismos y proporciona a las plantas superiores un medio ambiente adecuado para su desarrollo. Pero la exigencia de los microorganismos edáficos en energía, elementos nutritivos, agua, temperaturas adecuadas y ausencia de condiciones nocivas es similar a la de las plantas cultivadas. Los suelos contienen una amplia variedad de formas biológicas, con tamaños muy diferentes, como los

virus, bacterias, hongos, algas, ácaros, lombrices, nemátodos, hormigas y, por supuesto, las raíces vivas de las plantas superiores (Fassbender, 1994; Prescott, Harley y Klein., 2008; Certini, Nocentini, Knicker, Arfaioli, y Rumpel, 2011).

La importancia relativa de cada uno de ellos depende de las propiedades del suelo. Las bacterias son organismos procariontes unicelulares; la mayor parte de ellas presenta forma esférica, cocos o de bastón, bacilos y son importantes debido a que algunas realizan funciones específicas como la oxidación del amoníaco a nitratos, mientras que otras intervienen en el proceso general de descomposición de materiales orgánicos (Fassbender, 1994; Miltner, Kindler, Knicker, Richnow y Kastne, 2009).

Asimismo los actinomicetos son organismos procariontes filamentosos, nutricionalmente es un grupo muy adaptable, sus miembros son heterótrofos sin excepción y pueden utilizar una amplia gama de compuestos carbonados y nitrogenados, como polisacáridos, lípidos, hidrocarburos saturados, fenoles, proteínas y quitina, son organismos,

típicamente aeróbicos, por lo que no suelen encontrarse en suelos encharcados, son más frecuentes en los suelos calientes que en los fríos y resultan muy tolerantes a la acidez (Prescott *et al.*, 2004).

Los hongos pueden representar el 70% de la población microbiana y constituyen el segundo de los dos grandes grupos de microorganismos del suelo, todos son eucariotas heterótrofos y se incluyen entre las especies que necesitan nitrógeno, ya sea en forma de sales minerales o de compuestos orgánicos nitrogenados, pues están desprovistos de capacidad fijadora. Los saprófitos comunes en el suelo pueden ser eficaces transformadores de sustratos edáficos en tejidos microbianos y algunos de ellos pueden asimilar entre el 30% y 50% del carbono presente en la materia orgánica que descomponen, lo que representa una tasa de conversión muy superior a la de las bacterias, que es del 5% al 20%. Esto significa que el crecimiento muy rápido de los hongos puede originar una elevada demanda del nitrógeno disponible en el suelo, aunque ésta puede quedar mitigada por su relación

C/N, que es superior a la que presentan las bacterias (Zavaleta, 1992 y Prescott *et al.*, 2004).

La población fungosa predomina en suelos ricos en restos vegetales, donde la competencia por alimentos y energía no es demasiado aguda, pero declinan rápidamente cuando desaparecen los materiales fácilmente degradables; en cambio, las bacterias persisten más tiempo y consumen a los hongos (Cooke, 1986). La posibilidad de que predominen los hongos o el grupo de bacterias actinomicetos depende de las condiciones locales, especialmente del pH y del contenido de humedad (Prescott *et al.*, 2004).

De acuerdo a nuestro análisis los suelos contienen una amplia variedad de formas biológicas, con tamaños muy diferentes, como los virus, bacterias, hongos, algas, colémbolos, ácaros, lombrices, nemátodos, hormigas y, por supuesto, las raíces vivas de las plantas superiores. La actividad biológica de los suelos es la resultante de las funciones fisiológicas de los organismos y proporciona a las plantas superiores un medio ambiente adecuado para su

desarrollo pero la exigencia de los microorganismos edáficos en energía, elementos nutritivos, agua, temperatura adecuada y ausencia de condiciones nocivas es similar a la de las plantas cultivadas. La importancia relativa de cada uno de ellos depende de las propiedades del suelo, siendo las bacterias los microorganismos más abundantes, en segundo lugar los hongos. Son organismos típicamente aeróbicos, por lo que no suelen encontrarse en suelos encharcados. Son más frecuentes en los suelos calientes que en los fríos y resultan muy poco tolerantes a la acidez (Plante *et al.*,2011).

c. Algunos factores que afectan a los microorganismos en el suelo

El suelo es un medio muy complejo, donde se dan innumerables interacciones que afectan las poblaciones de los organismos que la habitan. Asimismo, los factores medioambientales pueden afectar directa o indirectamente las poblaciones microbianas. Así tenemos que el contenido de humedad del suelo influye en la actividad de la población microbiana de diferentes maneras, ya que a medida que se va

secando el agua, las películas se hacen más finas y afectan la disponibilidad del agua y las relaciones osmóticas de las células. Las bacterias (aunque muchas midan menos de 1 μm de diámetro) parecen tener fácil motilidad en películas sensiblemente más gruesas a 1 μm , independientemente de que puedan desarrollarse con una humedad más baja.

En cambio, los hongos filamentosos y en menor proporción los actinomicetos, difieren de las bacterias en que sus hifas no necesitan crecer en una película continua de agua sino que pueden atravesar espacios abiertos al aire y pueden realizar sus funciones en condiciones más secas que las bacterias (Prescott *et al.*, 2004, Borda, Pardo, Martínez y Montaña 2006).

Otro factor importante a tener en cuenta es la humedad; aunque los actinomicetos necesitan humedad para su crecimiento, sus esporas pueden soportar prolongadas sequías durante más tiempo que otros microorganismos, hasta el punto que puedan llegar a dominar la población edáfica (Prescott *et al.*, 2004). También es importante la temperatura, ya que la

actividad metabólica de los organismos se inicia cuando se supera un determinado umbral térmico, aumenta a medida que las temperaturas se elevan hasta un cierto valor máximo y finalmente se reduce rápidamente cuando las temperaturas superan este valor tal como mencionan (Plante, Fernández, Haddix, Steinweg y Conant, 2011).

El pH puede tener importancia en la retención de las bacterias en el suelo, según lo observado experimentalmente. La mayor parte de bacterias y actinomicetos se desarrollan mejor a pH neutro y ligeramente alcalino; en cambio, los hongos se desarrollan a un pH más amplio (Fassbender, 1994 y Borda *et al.*, 2006).

También existe la posibilidad que la materia orgánica por su carga negativa, adsorba y retenga a estos microorganismos de manera significativa y señalan que los factores abióticos del suelo pueden tener un papel importante en la dispersión de los microorganismos del suelo. La aplicación de vapor o productos químicos al suelo producen inicialmente un descenso del número de los organismos que componen su población,

seguido de un rápido aumento del número de bacterias una vez que ha pasado la acción de la esterilización. Los protozoos se recuperan más lentamente y cuando el tratamiento se hace con vapor, el restablecimiento de los hongos suele ser muy lento; pero este tratamiento puede producir efectos fitotóxicos, aunque no suelen ser tan severos como los que pueden originarse con calor seco, que nunca debe recomendarse como indica Prescott *et al.*, (2004).

Martins, Angers y Corá (2012), menciona la necesidad de trabajar en el manejo ecológico del suelo como una herramienta importante de la agricultura orgánica, y dentro de esta tarea se busca actuar sobre las parcelas agrícolas de tal forma que permitan un aumento del contenido de la materia orgánica, lo cual a su vez tendría un efecto positivo sobre la biología del suelo, así mismo ha señalado que para reducir las pérdidas y facilitar el uso óptimo del N mineralizado por el cultivo en crecimiento, es necesario conocer el efecto del manejo de las fincas sobre los organismos del suelo y el ciclo del nitrógeno. Además, estos efectos ayudarían a reducir los problemas ambientales, porque permitirían una reducción

considerable de la fertilización nitrogenada, debido a una alta mineralización del N, desde la materia orgánica.

Patil, Reidsma, Shah, Purushothaman, y Wolf (2012), compararon la influencia que ejerce la agricultura convencional y la biológica sobre la biomasa microbiana, indicando que al inicio de la primavera y otoño el carbono orgánico y el nitrógeno total fueron ligeramente menores en las parcelas con agricultura convencional. En cambio, durante el período con vegetación, el C orgánico y el N total se incrementaron continuamente en ambos sistemas, aunque en parcela manejada convencionalmente el incremento fue mayor. También han estudiado el efecto de un sistema de manejo convencional y un integrado sobre los organismos del suelo en stevia. Los resultados demostraron que la biomasa fungosa fue casi 100 veces menor que la biomasa bacteriana, pero esta última no fue significativamente más alta en el sistema de manejo integrado. Cuando se midió la mineralización del N, ésta fue 30% más alta con manejo integrado, diferencia que fue atribuida al 30% más de materia orgánica encontrada en dicha parcela (Borda *et al.*, 2006).

De igual manera indican que la rotación de cultivos afectó a los hongos micorrícicos, los protozoos y la actividad peptidasa del suelo. La fertilización con N tuvo un efecto significativo sobre los hongos micorrícicos, protozoos y descomposición de la celulosa. Asimismo, cuando se evaluó las comunidades de nemátodos en el cultivo de tomate en parcelas manejadas de manera convencional y orgánica, encontró que durante el período de descomposición de la materia orgánica los nemátodos micófagos fueron más abundantes en las parcelas convencionales que en las orgánicas; mientras que las poblaciones de nemátodos predadores y omnívoros fueron bajas en ambos sistemas agrícolas (Patil *et al.*, 2012).

2.2.3. El *Azotobacter*

a. Clasificación taxonómica de *Azotobacter*

Prescott *et al.*, (2004), ubican a las bacterias del género *Azotobacter* dentro de la siguiente clasificación taxonómica:

Dominio: Bacteria

Phylum: Proteobacteria

Clase: Gammaproteobacteria

Orden: Pseudomonadales

Familia: Pseudomonadaceae

Género: *Azotobacter*

b. Características del género Azotobacter

Azotobacter es un género de bacterias de vida libre y que fijan nitrógeno atmosférico, que pertenece a la clase Gammaproteobacteria. Este género ha sido estudiado por más de cien años, por científicos de todo el mundo. *A. vinelandii* fue el organismo de experimentación de muchos investigadores durante la emergencia de la bioquímica como una disciplina dominante en las ciencias de la vida (Rubio, 2011).

También Espín (2002), indica que las bacterias del género *Azotobacter* son bacterias Gram-negativas, que tiene una pared celular compleja, compuesta por una membrana externa y una capa interna de peptidoglicano, que contiene ácido murámico y mureína.

Las especies del género *Azotobacter* son células ovoides y grandes de 1,5 a 2,0 micromoles (um) de diámetro que viven generalmente en suelos y aguas frescas. Son bacterias pleomórficas, cuya morfología varía desde bacilos hasta células en forma de cocos. Se las observa como células individuales, como pares en agregados irregulares y algunas veces cadenas de tamaño variable, Espin (2002). Se trata de un género aerobio, catalasa positivo y fija nitrógeno de forma no simbiótica (Prescott *et al.*, 2004).

Además algunas especies como *A. Vinelandii* y *A. chroococum* sufren un proceso de diferenciación para formar quistes resistentes a la desecación. Se mueven por flagelos peritricos; son aerobios, pero pueden crecer en concentraciones de oxígenos bajas. Algunas cepas producen pigmentos solubles o insolubles en agua que las bacterias de género *Azotobacter* son quimioorganotróficas, es decir, que utilizan azúcares, alcoholes y sales inorgánicas para crecer. Utilizan nitrato y sales de amonio y ciertos aminoácidos como fuentes de nitrógeno (Espin, 2002).

Algunos autores señalan que el rango de pH en el que crecen en presencia de nitrógeno combinado es de 4,8 a 8,5; el pH óptimo para crecer cuando fijan nitrógeno es de 7,0 a 7,5 y que la cantidad de ciertos elementos minerales, la abundancia de materia orgánica, la presencia de elementos antagónicos, la aireación, la humedad, la temperatura, entre otros factores, son condiciones reguladoras de estas bacterias en el suelo, *Azotobacter* crece en suelos bien aireados y a temperaturas entre 25°C y 35°C, lo que la califica como una bacteria mesófila (Garassini, 1967 y Mayea, Carone, Novo, Boado, Silveira, Soria, Morales y Valiño, 1998), ubican en 30°C la temperatura óptima para el crecimiento, pero que se puede desarrollar entre 10°C y 40°C y a un pH entre 7,0 y 8,0.

Por otro lado Prescott *et al.*, (2004), indican que las bacterias del género *Azotobacter*, además de fijar nitrógeno atmosférico en el suelo, sintetizan algunas sustancias como tiamina (Vitamina B-1), ácido nicotínico, ácido pantoténico, riboflavina y otras hormonas vegetales capaces de estimular la germinación de las semillas y el crecimiento y desarrollo

de algunas especies vegetales. Algunas especies del género *Azotobacter* como *A. vinelandii*, son poliploides, poseen hasta 80 copias de su cromosoma. Esta puede ser la razón de su gran tamaño respecto a otras bacterias como *Escherichia coli*.

Asimismo Espin (2002), realizó algunas aseveraciones al respecto y ha señalado a esta característica como una razón importante para el estudio de esta bacteria en el ámbito de la genética.

2.2.4. Fijación del nitrógeno atmosférico por *Azotobacter* sp.

Se denomina fijación del nitrógeno a la reducción del nitrógeno gaseoso de la atmósfera a amonio. Frecuentemente, los niveles de amonio son muy bajos y solo algunas procariotas pueden llevar a cabo la fijación del nitrógeno atmosférico como el *Azotobacter*, Prescott *et al.*, (2004), además, aseguran que después de la fotosíntesis, la fijación biológica de nitrógeno, que consiste en la reducción del nitrógeno atmosférico a dos moléculas de amoniaco es el segundo proceso biológico mas

importante en el planeta Tierra. Weaver, Angle y Bottomley (1994), señalan que la fijación biológica del nitrógeno asume una gran significancia en los sistemas naturales y agrícolas en vista de la escasez y costo en aumento de los fertilizantes inorgánicos. La fijación del nitrógeno se produce en:

1. Bacteria de vida libre por ejemplo: *Azotobacter*, *Klebsiella*, *Clostridium* y *methanococcus*
2. Bacterias que viven en asociación simbiótica con plantas tales como las leguminosas (*Rhizobium*)
3. Cianobacterias (*Nostoc* y *Anabaena*)

Haaker (1988), señala que la fijación de nitrógeno ha sido aplicada en la agricultura por largo tiempo. Los romanos notaron que las leguminosas tienen la habilidad de enriquecer los suelos, que luego, en el siglo XIX, se estableció que era por acción de bacterias del género *Rhizobium* y por esta razón desarrollaron el concepto de rotación de cultivos en la que las leguminosas tienen un papel esencial; asimismo hoy en día, la rotación de cultivos es una herramienta importante en el manejo de los suelos y la renovación de los nutrientes.

Sergei Winogradsky citado por Sylvia, Fuhrmann, Hartel y Zuberer (2005), quien fue uno de los primeros investigadores en realizar trabajos y descubrimientos en el tema de la fijación biológica de nitrógeno, mencionó en el año 1895 que en la naturaleza hay una enorme reserva de materia orgánica pobre en nitrógeno, y concluyó que la única manera de que aquel carbono orgánico pueda tener su ciclo en la naturaleza es con la existencia de microorganismos capaces de fijar el nitrógeno libre.

Martinus W. Beijerinck citado por Prescott *et al.*, (2004), indican que fue uno de los principales microbiólogos que hizo contribuciones fundamentales a la ecología microbiana y a otras áreas. Aisló, entre otras: la bacteria aerobia fijadora de nitrógeno *Azotobacter*. Los microorganismos fijadores de nitrógeno atmosférico pueden existir como organismos de vida libre o también en asociaciones de diferentes grados de complejidad con otros microorganismos, plantas y animales, como lo describen Coyne (2000), Mayea *et al.*,(1998) y Garassini (1967).

Los microorganismos fijadores de nitrógeno y que no dependen simbióticamente de otros organismos están ampliamente distribuidos en casi todos los nichos ecológicos. Su distribución está en relación con su gran diversidad bioquímica, taxonómica y ecológica. Los organismos que pueden usar el nitrógeno atmosférico como su única fuente para la síntesis de sus compuestos en los que necesitan nitrógeno se llaman diazótrofos (diazó = dos átomos de nitrógeno) como lo señalan (Weaver *et al.*,1994).

2.3. Definición de términos

a. La biofertilización

El término biofertilizante puede definirse como preparados que contiene células microbianas vivas o latentes que se usan para mejorar la fertilidad del suelo como las bacterias fijadoras de nitrógeno, solubilizadores de fósforo, potencializadoras de diversos nutrientes o productos de sustancias activas. Estos biopreparados son capaces de suministrar a los cultivos entre 15% y 50% de sus necesidades de nitrógeno mediante su

capacidad de captación del nitrógeno atmosférico; además, su capacidad para sintetizar sustancias biológicamente activas permiten acortar los ciclos de cultivos y estimular los rendimientos entre 30% y 50% (Alarcón y Ferrera, 2000).

Estos microorganismos (*Azotobacter sp.*, *Azospirillum sp.* y *Rhizobium sp.*) se pueden inocular o aplicar al suelo para facilitar su multiplicación en el medio, acelerando los procesos microbianos que consumen escasa energía no renovable y que son limpios; es decir, no contaminantes del ambiente de tal forma que se aumente las cantidades de nutrientes para que puedan ser asimilados por las plantas y se estimule con mayor rapidez los procesos fisiológicos que influyen sobre el desarrollo y el rendimiento de los cultivos (RAAA, 1999).

b. Fertilización química mineral

Los fertilizantes minerales son aquellos productos obtenidos mediante procesos químicos desarrollados a escala industrial. Que tienen de elementos principales, tales como el nitrógeno, fósforo y potasio (nutrientes primarios); calcio,

magnesio, y azufre (nutrientes secundarios). En general, son productos inorgánicos o sustancias sintéticas que han sido diseñados para nutrir (aportar elementos esenciales). Esto puede producir mucho daño en los individuos que consumen productos que han sido aplicados con estos fertilizantes sintéticos, si efectúan un mal manejo o uso irracional de los mismos (Davelouis, 1985).

Basurto (2013), menciona sobre la importancia del nitrógeno en el algodón, indicando que promueve el crecimiento de la planta, la floración y la producción de algodón. La planta absorbe el nitrógeno en la germinación, floración y llenado de bellotas, sin embargo un exceso de nitrógeno ocasiona un desbalance en el crecimiento vegetativo, incrementa la cobertura, aumenta los ataques de araña roja y *Verticillium sp.*, disminuye la producción, alarga el ciclo vegetativo y dificulta la cosecha manual.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1. Tipo y diseño de la investigación

El tipo y el diseño de investigación fue experimental ya que se emplearon las variables independientes (materia orgánica, *Azotobacter sp.* y fertilizantes químicos) para analizar las consecuencias en las variables dependientes como el rendimiento y las características físicas y químicas del suelo.

El trabajo de investigación se realizó en el fundo Los Pichones de propiedad de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann de Tacna, siendo las coordenadas geográficas: Latitud Sur 17° 59' 38"; Longitud Oeste 74° 14' 22"; Altitud 550 m.s.n.m (Anexo 1).

Con respecto a las características climáticas del experimento, de acuerdo a la información meteorológica del Servicio de Meteorología e Hidrología Dirección Regional Tacna – Moquegua (Tabla 1 y Anexo 2) se consideró el periodo de octubre 2012 a octubre 2013, fecha en que se realizó el trabajo de investigación.

En la Tabla 1, se registra una temperatura máxima promedio de 25,5°C y una temperatura mínima promedio de 14,4°C estando dentro de las temperaturas requeridas para el desarrollo del cultivo.

Tabla 1.
Características climáticas del fundo Los Pichones, Tacna octubre 2012- octubre 2013.

Mes	Temperatura (°C)			Humedad relativa (%)	Precipitación total (mm)	Heliofania (h/s.)
	Máx.	Mín.	Media			
OCT	22,4	12,4	17,4	77	1,7	7,2
NOV	24,5	14,0	19,3	75	0,0	8,3
DIC	26,9	15,6	21,3	74	0,0	7,8
ENE	27,6	16,4	22,0	74	0,0	7,3
FEB	28,9	17,5	23,2	67	0,4	8,6
MAR	27,2	16,1	22,2	74	1,2	8,3
ABR	24,3	12,8	18,6	73	0,0	8,8
MAY	21,9	12,7	17,3	78	0,2	5,7
JUN	19,7	10,8	15,3	80	0,4	5,0
JUL	18,9	10,0	14,5	82	0,9	5,6
AGO	19,2	10,3	14,8	82	1,9	6,2
SET	21,6	11,5	16,6	80	0,9	6,8
OCT	22,9	12,3	17,6	78	0,2	7,6

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología. Dirección Regional Tacna Moquegua 2012-2013

3.1.1. Diseño experimental

Se empleó el diseño experimental de Bloques Completos al Azar (DBCA). Se tuvo 5 tratamientos y 4 repeticiones como se observa en la Tabla 2, la unidad experimental fue de 6 m² (3,0 m de largo y 2,0 m de ancho) con 9 plantas por U.E.

Tabla 2.

Tratamientos en estudio

Tratamientos	Materia orgánica	Fertilización	<i>Azotobacter</i> comercial (kg/ha)
T0	Sin M.O sin <i>Azotobacter</i>	160-80-60 NPK	0
T1	1 kg/m ² M.O + <i>Azotobacter</i>	-	1,5
T2	2 kg/m ² M.O + <i>Azotobacter</i>	-	1,5
T3	3 kg/m ² M.O + <i>Azotobacter</i>	-	1,5
T4	Sin M.O + <i>Azotobacter</i>	80-80-60 NPK	1,5

Siendo el modelo aditivo lineal (M.A.L) el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + t_i + B_j + e_{ij}$$

$i=1,2,\dots$ t =número de tratamientos

$j=1,2,\dots$ B =número de bloques

Donde:

Y_{ij} = unidad experimental que recibe el tratamiento i y está en el bloque j

μ = verdadero efecto de la media

B_j = verdadero efecto del j -ésimo bloque

t_i = verdadero efecto del i -ésimo tratamiento

e_{ij} = verdadero efecto de la unidad experimental en el j -ésimo bloque que está sujeto al i -ésimo tratamiento (error experimental).

3.2. Población y muestra

La población del experimento estuvo constituida por 180 plantas cuyo material genético proviene de la colección de ecotipos de algodón de color *Gossypium barbadense* L. tipo áspero, evaluados anteriormente durante 3 campañas en el fundo Los Pichones, de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann y que se colectó de las zonas de Tacna (La Yarada, Sama y los Palos).

La muestra fue tomada al azar y estuvo constituida por 120 plantas de algodón de color correspondiendo a un 66,67% de la población.

3.3. Operacionalización de variables

Tabla 3.

Operacionalización de variables

Hipótesis específica	Objetivos Específicos	Tipo de variable	Indicador	Método	Prueba estadística
Existen diferencias entre los tratamientos con aplicación de materia orgánica y <i>Azotobacter sp</i> y fertilización química en las características físico y químicos del suelo .	Determinar el efecto de la aplicación de materia orgánica y <i>Azotobacter sp.</i> en las características físico y químico del suelo.	V.I. - <i>Azotobacter sp.</i> - Fertilizante químico - Materia orgánica V.D. Características físicas: • Textura Características químicas: • Materia orgánica •Nitrógeno total	1,5 kg/ha 160-80-60 N P ₂ O ₅ K ₂ O 80-80-60 N P ₂ O ₅ K ₂ O 1,0; 2,0 y 3,0 kg/m ² Franco arenoso 2 % 0,28%	Inoculación al suelo Aplicación al suelo Aplicación al suelo Hidrómetro de Boyoucos Walkley-Black Modificado Micro Kjeldahl	ANDEVA: Para determinar las diferencias de los tratamientos Estadística descriptiva: Figuras. Para evaluar el efecto de los tratamientos en las características físico químicos y del suelo a los 0 días(Línea Base), 200 días (floración y fructificación) y 280 días (después de la cosecha)
Existen diferencias entre los tratamientos con la aplicación de materia orgánica y <i>Azotobacter sp</i> en el rendimiento del algodón de color.	Comparar el efecto de la aplicación de la materia orgánica y <i>Azotobacter sp.</i> en el rendimiento de algodón de color.	V.I. <i>Azotobacter sp</i> Fertilizante químico Materia orgánica V.D. Rendimiento: N° de bellotas, peso de bellota, Rendimiento de algodón rama, Rendimiento de fibra.	1,5 kg/ha 160-80-60 N P ₂ O ₅ K ₂ O 80-80-60 N P ₂ O ₅ K ₂ O 1,0; 2,0; y 3,0 kg/m ² 2000 kg/ha a.r.	Inoculación al sustrato Aplicación al suelo Aplicación al suelo Medición	ANDEVA: Para determinar las diferencias de los tratamientos DUNCAN: Para Identificar las diferencias entre los tratamientos.

Fuente: Elaboración propia

3.4. Técnicas e instrumentos para la recolección de datos

3.4.1. Efecto de la materia orgánica y *Azotobacter sp.* en las características físicas y químicas del suelo

Se ha utilizado las siguientes técnicas e instrumentos:

a. Técnica de muestreo del suelo

Las muestras de suelo fueron tomadas superficialmente entre 10 y 20cm de profundidad constituidas de varios sondeos formándose una muestra compuesta la cual fue homogenizada y luego tomándose una muestra representativa de 1kg por tratamiento. Las muestras de suelo se tomaron en 3 momentos: 0 días (Línea Base), 200 días (Floración y fructificación) y a los 280 días (después de la cosecha) para determinar las características físicas y químicas del suelo. Dichas muestras fueron analizadas en el Laboratorio de Aguas y Suelos de la Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad

Nacional del Altiplano-Puno (Anexo 3), de igual manera las muestras del compost (Anexo 4).

Tabla 4.

Características físicas, químicas y métodos empleados para los análisis de suelo. Laboratorio de Aguas y Suelos Universidad Nacional del Altiplano-Puno. 2012-2013.

Características	Métodos
Físicas	
Textura (contenido de Ao, Li y Ar), %	Hidrómetro de Boyoucos
Químicas	
Materia orgánica (MO), %	Walkley – Black modificado
Nitrógeno (N), %	Micro-Kjeldahl
Fósforo disponible (P), ppm	Olsen modificado
Potasio disponible (K), ppm	Ácido sulfúrico 1 N (PRATT)
pH	Potenciómetro Electrónico

Fuente: Elaboración propia

b. Procesamiento y análisis de datos

En los análisis estadísticos se utilizaron ANDEVA a un nivel de significación de 5%, asimismo se empleó la estadística descriptiva utilizando promedios para posteriormente compararlo con figuras. Para estas pruebas estadísticas se utilizó el paquete estadístico Infostat Versión Estudiantil, además se utilizó la Hoja de cálculo Excel.

3.4.2. Efecto de la materia orgánica y *Azotobacter sp.* en el rendimiento de algodón de color

Se ha utilizado las siguientes técnicas e instrumentos:

a. Técnicas de campo

Consistió en preparar el material experimental en invernadero para luego ser conducidas en campo definitivo.

Las técnicas empleadas se detallan a continuación:

- Invernadero (producción de plántulas)

Primero preparamos el sustrato que consistió de una mezcla de turba con adición de compost 1:1 aplicando 1 sobre de Azotolam 250 gramos mezclándose con melaza como adherente. Luego se humedeció el sustrato hasta tener una capacidad de campo. Posteriormente se cubrió con un plástico negro al sustrato preparado por un tiempo de 72 horas para permitir la multiplicación de la población microbiana. Luego de este periodo se retiró el plástico para orear el

sustrato. Este sustrato preparado sirvió para el llenado de vasos de plástico de 100g de sustrato. Se colocaron las semillas pregerminadas en los vasos a una profundidad de 2cm, realizándose posteriormente los riegos con una frecuencia de 2 veces por semana, permaneciendo las plántulas en invernadero hasta los 25 días (Anexo 5).

- **Campo definitivo**

Previa selección por vigor de plántulas se llevó a campo definitivo cuando las plántulas alcanzaron un tamaño de 10 cm a 12 cm (Anexo 6).

- **Conducción del experimento**

La selección de las plántulas para el trasplante, la preparación del suelo y las labores agronómicas se realizaron de acuerdo a las normas establecidas a las buenas prácticas agrícolas: Se retiraron los vasos de plástico y se colocó la plántula con todo el sustrato

inoculado en hoyos a un distanciamiento de 1,0 m por 1,0 m entre líneas y plantas respectivamente (Anexo 7).

En la etapa juvenil (05 hojas verdaderas) se aplicó los tratamientos de la Materia Orgánica (M.O) en forma de compost de ganado vacuno, cuyo procedimiento de preparación se observa en el Anexo 8.

También se aplicó Biol al 3% en 5 oportunidades cuya elaboración observamos en el Anexo 9.

A los 90 días, después del trasplante, se efectuó muestreo de suelo en la zona de la rizósfera para evaluar la presencia de *Azotobacter sp.* utilizando el Medio Ashby, los resultados se observan en el Anexo 10.

El experimento se condujo con riego por goteo empleándose una frecuencia de 2 riegos por semana se controlaron las plagas y enfermedades empleando productos orgánicos como: jabón potásico y otros con una frecuencia de 15 días (Anexo 11).

Se realizó el control de malezas manualmente. Fueron identificadas como se observa en el Anexo 12.

Durante el desarrollo del cultivo en la etapa de planta adulta, plena floración y llenado de bellotas (Anexo 13), se evaluó las características morfológicas relacionadas a la floración y fructificación como se indica en el Anexo 14.

La cosecha (pañas) se realizó en 3 momentos (Anexo 15).

- **Instrumentos de recolección de datos**

La técnica utilizada fue la observación visual. Asimismo el instrumento de la recolección de los datos fue la medición manual e instrumental utilizando balanza y reglas graduadas entre otros (Anexo 16).

La metodología aplicada para la recolección de datos fue el muestreo aleatorio simple, se marcaron 6

plantas por tratamiento y se realizaron las siguientes observaciones:

Altura de plantas (cm): para la evaluación de esta variable se consideró medir desde el cuello de la planta hasta el brote de mayor altura, realizando esta evaluación a los 45, 75, 105 y 135 días.

Número de bellotas por planta: Se contaron el número de bellotas por planta de las tres cosechas (pañás) las cuales fueron de acuerdo a la apertura de las bellotas.

Número de ramas fruteras: Se contó el número de ramas fruteras por planta de cada tratamiento.

Peso de bellota (g): Se obtuvo de la relación entre el peso de algodón rama y el número de bellotas por planta.

Peso de algodón rama (g): Se pesaron todas las bellotas cosechadas por unidad experimental en las 3

pañas. Posteriormente se expresaron estos pesos en kg/ha.

Peso de fibra (g): Se realizó el desmotado del algodón rama (separación de la fibra de la semilla). Luego se pesó la fibra de cada unidad experimental en las 3 pañas. Posteriormente se expresaron estos pesos en kg/ha.

- **Procesamiento y análisis de datos**

Las pruebas estadísticas utilizadas fueron: ANDEVA a un nivel de significación de 5%, ($\alpha = 0,05$). Para determinar diferencias de los tratamientos se utilizó la prueba de Significación de Duncan a un nivel de significación $\alpha = 0,05$.

Para estas pruebas se utilizó el paquete estadístico Infostat Versión Estudiantil.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. Efecto de la materia orgánica y el *Azotobacter sp.* en la características físicas y químicas del suelo

4.1.1. Efecto en las características físicas del suelo

Tabla 5.

Análisis de variancia de la arena (%) del suelo con aplicación de materia orgánica y *Azotobacter sp.* a los 280 días. Los Pichones, Tacna -2013.

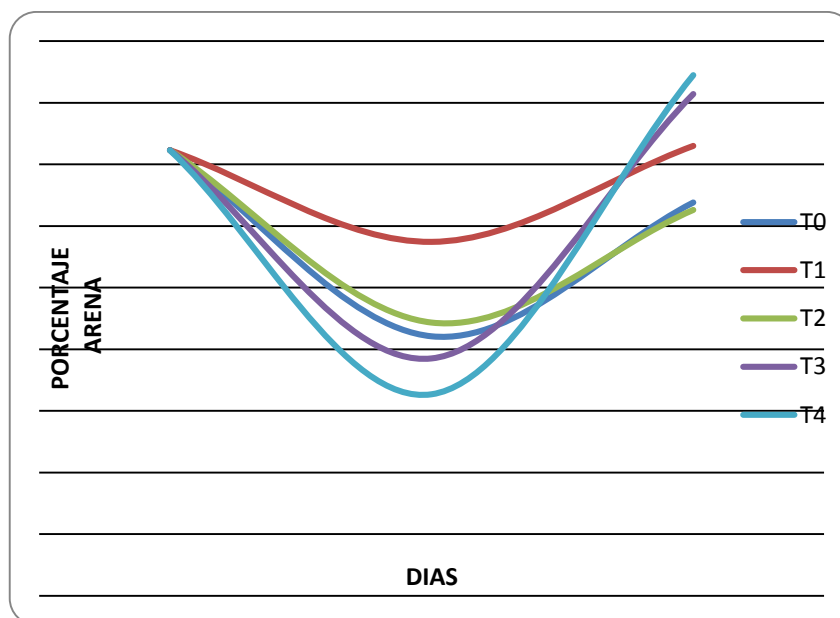
Fuente de variancia	GL	Suma de cuadrado	Cuadrado Medio	Fc	Ft (0,05)
Bloques	3	0,00036	0,00012	2,53	3,49
Tratamientos	4	63,29	15,82	296 694*	3,26
Error	12	0,00064	0,000053		
Total	19	63,30			

CV 0,98 %

Fuente: Elaboración propia

El análisis de variancia de la arena (%) del suelo (Tabla 5), indica que para los bloques ($F_c=2,53$ $GL=3,12$; $F_{t_{0,05;GL}} 3,12=3,49$) no se encontraron diferencias significativas.

En lo que respecta a tratamientos evaluados presentan diferencias significativas al 5% ($F_c=296 694$; $GL=4,12$; $F_{t_{0,05;GL}} 4,12=3,26$), de manera que uno de los tratamientos tiene el mayor porcentaje de arena que los otros tratamientos. Asimismo se presenta en la Figura 1 el efecto de la aplicación de la materia orgánica y *Azotobacter sp.* en el porcentaje de arena en el suelo a los 0 (cero), 200 y 280 días.



Fuente: Elaboración propia

Figura 1.

Efecto de la aplicación de la materia orgánica y *Azotobacter sp.* en el porcentaje de arena del suelo a los 0 (cero), 200 y 280 días. Los Pichones, Tacna-2013.

A los 200 días todos los tratamientos disminuyeron el porcentaje de arena en comparación a la línea base siendo el T4 (sin M.O) que tiene el porcentaje más bajo de arena 62,54% y el T1 67,48 el más alto porcentaje sin embargo, a los 280 días todos los tratamientos se incrementan, T4 y T3 obtienen los mayores porcentajes de arena con 72,90% y 72,28% respectivamente, el tratamiento T2 tiene el porcentaje más bajo con 68,52% (Tabla 5 y Figura 1).

Tabla 6.

Análisis de variancia de la arcilla (%) del suelo con aplicación de materia orgánica y *Azotobacter sp.* a los 280 días. Los Pichones, Tacna -2013.

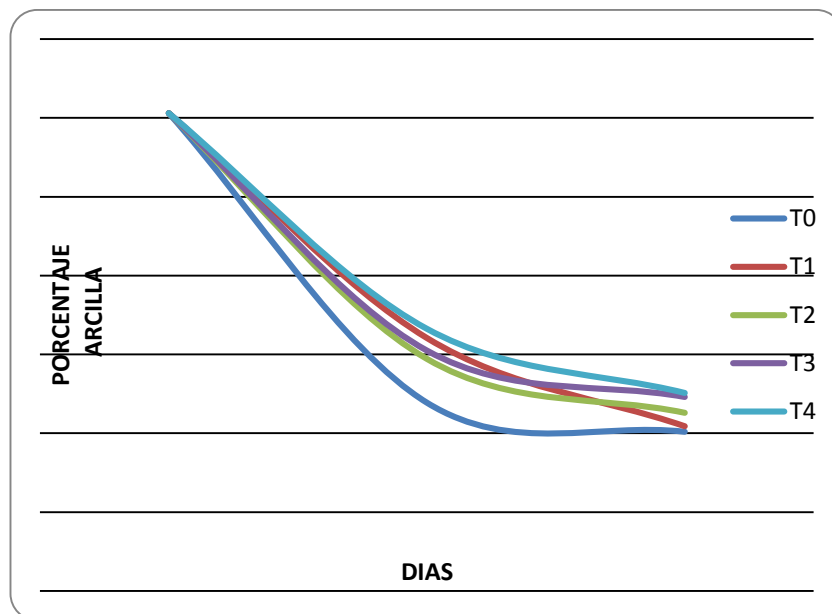
Fuente de variancia	GL	Suma de cuadrado	Cuadrado Medio	Fc	Ft (0,05)
Bloques	3	0,001	0,00034	67,67*	3,49
Tratamientos	4	3,03	0,76	151 301*	3,26
Error	12	0,00006	0,000005		
Total	19	87,95			

CV 0,03 %

Fuente: Elaboración propia

El análisis de variancia de la arcilla (%) del suelo (Tabla 6), indica que para los bloques ($F_c=67,67$ $GL=3,12$; $F_{t0,05;GL}$ $3,12=3,49$) se encontraron diferencias significativas.

En lo que respecta a tratamientos evaluados presentan diferencias significativas al 5% ($F_c=151 301$, $GL=4,12$; $F_{t0,05;GL}$ $4,12=3,26$), de manera que uno de los tratamientos tiene el mayor porcentaje de arcilla que los otros tratamientos. Asimismo se presenta en la Figura 2 el efecto de la aplicación de la materia orgánica y *Azotobacter sp.* en el porcentaje de arcilla en el suelo a los 0 (cero), 200 y 280 días.



Fuente: Elaboración propia

Figura 2.

Efecto de la aplicación de la materia orgánica y *Azotobacter sp.* en el porcentaje de arcilla del suelo a los 0 (cero), 200 y 280 días. Los Pichones, Tacna-2013.

Al inicio del experimento, todos los tratamientos tuvieron un 12,12% de arcilla. A los 200 días los tratamientos tienden a disminuir, siendo el T0 el que más decrece a 4,78% y el T4 con 6,65%. A los 280 días la tendencia es decreciente siendo el más bajo el T0 con 4,04% (Tabla 6 y Figura 2).

Tabla 7.

Análisis de variancia de limo (%) del suelo con aplicación de materia orgánica y *Azotobacter sp.* a los 280 días. Los Pichones, Tacna -2013.

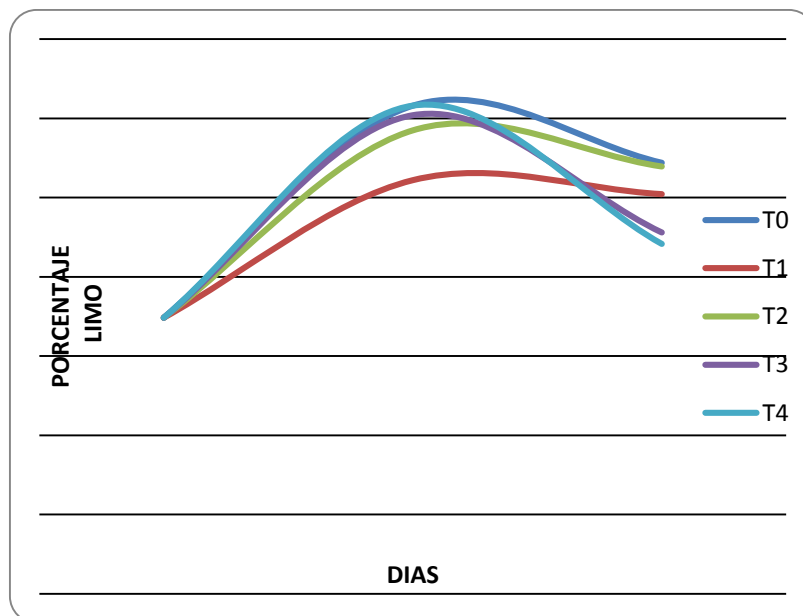
Fuente de variancia	GL	Suma de cuadrado	Cuadrado Medio	Fc	Ft (0,05)
Bloques	3	0,0003	0,00012	2,25	3,49
Tratamientos	4	87,95	21,99	412 254*	3,26
Error	12	0,00064	0,000053		
Total	19	87,95			

CV 0,03 %

Fuente: Elaboración propia

El análisis de variancia para limo (%) del suelo (Tabla 7), indica que para los bloques ($F_c=2,25$ $GL=3,12$; $F_{t0,05;GL}$ $3,12=3.49$) no se encontraron diferencias significativas.

En lo que respecta a tratamientos evaluados presentan diferencias significativas al 5% ($F_c=412\ 254$; $GL=4,12$; $F_{t0,05;GL}$ $4,12=3,26$), de manera que unos de los tratamientos tiene el mayor porcentaje de limo que los otros tratamientos. Asimismo se presenta en la Figura 2 el efecto de la aplicación de la materia orgánica y *Azotobacter sp.* en el porcentaje de limo en el suelo a los 0 (cero), 200 y 280 días.



Fuente: Elaboración propia

Figura 3.

Efecto de la aplicación de la materia orgánica y *Azotobacter sp.* en el porcentaje de limo del suelo a los 0 (cero), 200 y 280 días. Los Pichones, Tacna-2013.

A los 0 días los tratamientos tienen una línea base de 17,42% de limo, a los 200 días todos los tratamientos se incrementan en comparación a la línea base, el T4 tiene el porcentaje más alto de limo con 30,81% y el T1 26,10% el más bajo; sin embargo, a los 280 días todos los tratamientos disminuyeron ligeramente, el T4 el más bajo con 22,08% y T0 con 27,20% (Tabla 7 y Figura 3).

4.1.2. Efecto en las características químicas del suelo

Tabla 8.

Análisis de variancia de la materia orgánica (%) del suelo con aplicación de materia orgánica y *Azotobacter sp.* a los 280 días. Los Pichones, Tacna-2013.

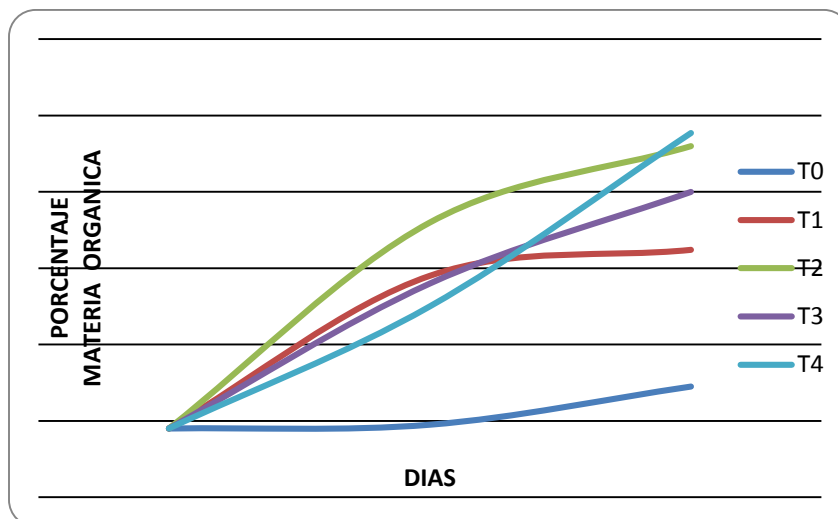
Fuente de variancia	GL	Suma de cuadrado	Cuadrado Medio	Fc	Ft (0,05)
Bloques	3	0,01	0,0019	1,53	3,49
Tratamientos	4	29,12	7,28	5	3,26
Error	12	0,02	0,0013	808,73*	
Total	19	29,14			

CV 0,98%

Fuente: Elaboración propia

El análisis de variancia de de la materia orgánica (%) del suelo, indica que para los bloques ($F_c=1,53$ $GL=3,12$; $F_{t0,05;GL\ 3,12}=3,49$) no se encontraron diferencias significativas.

En lo que respecta a tratamientos evaluados presentan diferencias significativas ($F_c=5\ 808,73$; $GL=4,12$; $F_{t0,05;GL\ 4,12}=3,26$), de manera que el tratamiento T4 (80-80-60+ *Azotobacter sp.*) tiene el mayor porcentaje que los otros tratamientos. Asimismo se presenta en la Figura 4 el efecto de la aplicación de la materia orgánica y *Azotobacter sp.* en el porcentaje de materia orgánica en el suelo a los 0 (cero), 200 y 280 días.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.

Efecto de la aplicación de la materia orgánica y *Azotobacter sp.* en el porcentaje de materia orgánica del suelo a los 0 (cero), 200 y 280 días. Los Pichones, Tacna. 2013.

Al inicio, el suelo tuvo un porcentaje de materia orgánica muy baja (0,90%). Asimismo a los 200 días después de la siembra (plena floración) todos los tratamientos con aplicación de materia orgánica y *Azotobacter sp.* tienden a incrementar el porcentaje de materia orgánica en comparación al tratamiento con fertilización química T0, el T2 tiene el mayor porcentaje de materia orgánica. Después de la cosecha (280 días) el tratamiento T4 alcanza el mayor porcentaje 4,77%, el T2 con 4,60%, el T0 el más bajo con 1,45% (Tabla 8 y Figura 4).

Tabla 9.

Análisis de variancia para nitrógeno total (%) del suelo con aplicación de materia orgánica y *Azotobacter sp.* a los 280 días. Los Pichones, Tacna-2013.

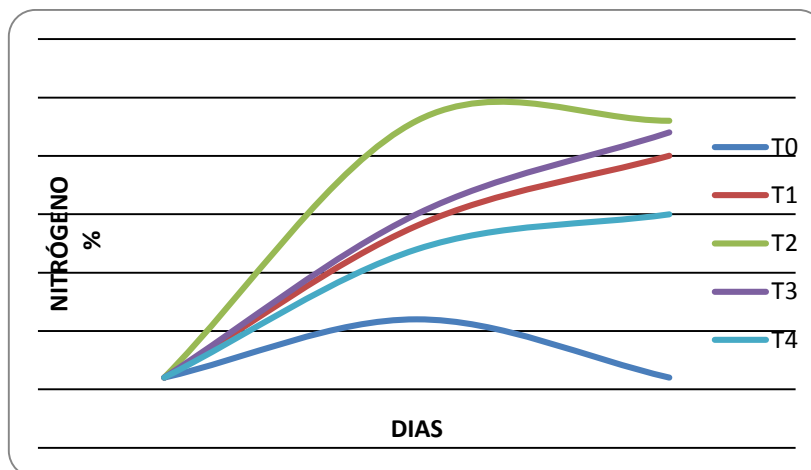
Fuente de variancia	GL	Suma de cuadrado	Cuadrado Medio	Fc	Ft (0,05)
Bloques	3	0,001	0,00033	0,11	3,49
Tratamientos	4	0,13	0,03	0,10	3,26
Error	12	0,0001	0,003		
Total	19	0,13			

CV 0,01 %

Fuente: Elaboración propia

El análisis de variancia del nitrógeno total del suelo, indica que para los bloques ($F_c=0,11$ $GL=3,12$; $F_{t0,05;GL}$ $3,12=3,49$) no se encontraron diferencias significativas.

En lo que respecta a tratamientos evaluados no presentan diferencias significativas ($F_c=0,10$, $GL=4,12$; $F_{t0,05;GL}$ $4,12=3,26$) entre tratamientos. Asimismo se presenta en la Figura 5 el efecto de la aplicación de la materia orgánica y *Azotobacter sp.* en el porcentaje de nitrógeno en el suelo, a los 0 (cero), 200 y 280 días.



Fuente: Elaboración propia

Figura 5.

Efecto de la aplicación de la materia orgánica y *Azotobacter sp.* en el porcentaje de nitrógeno total del suelo a los 0 (cero), 200 y 280 días. Los Pichones, Tacna-2013-

Al inicio, el suelo tuvo un porcentaje bajo de nitrógeno (0,06%). Asimismo a los 200 días después de la siembra (plena floración) todos los tratamientos con aplicación de materia orgánica y *Azotobacter sp.* tienden a incrementar el porcentaje de nitrógeno en comparación al tratamiento con fertilización química T0. El T2 fue el de mayor porcentaje de nitrógeno con un nivel de 0,28%, y el T0 tuvo el menor porcentaje de nitrógeno (0,11%). Después de la cosecha (280 días) los tratamientos tienden a incrementarse pero no en forma significativa, el T2 con 0,28% y el más bajo T0 con 0,06% (Tabla 9 y Figura 5).

Tabla 10.

Análisis de variancia para fósforo (ppm) del suelo con aplicación de materia orgánica y *Azotobacter sp.* a los 280 días. Los Pichones, Tacna-2013.

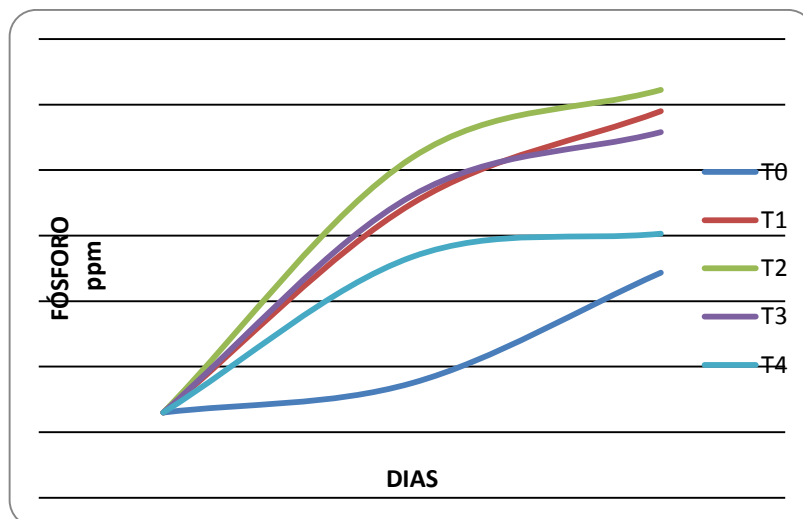
Fuente de variancia	GL	Suma de cuadrado	Cuadrado Medio	Fc	Ft (0,05)
Bloques	3	0,0011	0,00037	9,33*	3,49
Tratamientos	4	96,18	24,05	601 137*	3,26
Error	12	0,00048	0,00004		
Total	19	96,18			

CV 0,06 %

Fuente: Elaboración propia

El análisis de variancia para fósforo (ppm) del suelo, indica que para los bloques ($F_c=9,33$ $GL=3,12$; $F_{t0,05;GL 3,12}=3,49$) se encontraron diferencias significativas.

En lo que respecta a tratamientos evaluados presentan diferencias significativas al 5% ($F_c=601 137$; $GL=4,12$; $F_{t0,05;GL 4,12}=3,26$) entre tratamientos. Asimismo se presenta en la Figura 6 el efecto de la aplicación de la materia orgánica y *Azotobacter sp.* en el contenido de fósforo en el suelo a los 0 (cero), 200 y 280 días.



Fuente: Elaboración propia

Figura 6.

Efecto de la aplicación de la materia orgánica y *Azotobacter sp* en el Fósforo (ppm) en el suelo a los 0 (cero), 200 y 280 días. Los Pichones, Tacna-2013.

Al inicio, el suelo tiene un nivel de fósforo bajo (2,60 ppm). Asimismo a los 200 días después de la siembra (plena floración) todos los tratamientos con aplicación de materia orgánica y *Azotobacter sp*. tienden a incrementar las cantidades de fósforo en comparación al tratamiento con fertilización química T0; el T2 tiene el mayor valor de fósforo con 10,38 ppm, siendo el T0 el de menor cantidad de fósforo (3,50 ppm). Después de la cosecha (280 días) los tratamientos tienden a incrementarse significativamente el T2 con 12,45 ppm y el más bajo T0 con 6,87 ppm (Tabla 10 y Figura 6).

Tabla 11.

Análisis de variancia para potasio (ppm) del suelo con aplicación de materia orgánica y *Azotobacter sp.* a los 280 días. Los Pichones, Tacna-2013.

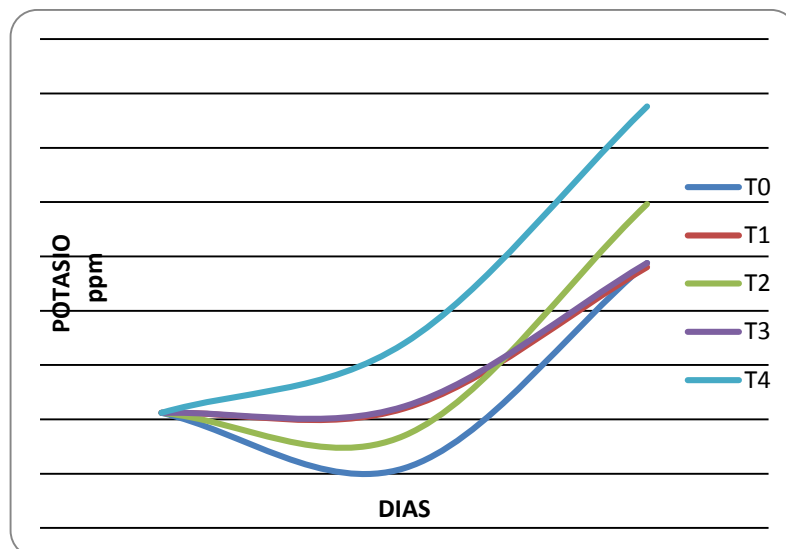
Fuente de variancia	GL	Suma de cuadrado	Cuadrado Medio	FC	Ft (,05)
Bloques	3	3,60	1,20	2,25	3,49
Tratamientos	4	63 948,80	15 987,20	29 976*	3,26
Error	12	6,40	0,53		
Total	19	63 958,80			

CV 0,26 %

Fuente: Elaboración propia

El análisis de variancia para potasio (ppm) del suelo, indica que para los bloques ($F_c=2,25$ $GL=3,12$; $F_{t0,05;GL}$ $3,12=3,49$) no se encontraron diferencias significativas.

En lo que respecta a tratamientos evaluados presentan diferencias significativas al 5% ($F_c=29 976$; $GL=4,12$; $F_{t0,05;GL}$ $4,12=3,26$) entre tratamientos. Asimismo se presenta en la Figura 7 el efecto de la aplicación de la materia orgánica y *Azotobacter sp.* en el contenido de potasio en el suelo a los 0 (cero), 200 y 280 días.



Fuente: Elaboración propia

Figura 7.

Efecto de la aplicación de la materia orgánica y *Azotobacter sp.* en el potasio ppm en el suelo a los 0 (cero), 200 y 280 días. Los Pichones, Tacna-2013.

Al inicio, el suelo tuvo un nivel de potasio muy bajo (106 ppm). Asimismo a los 200 días después de la siembra (plena floración) todos los tratamientos con aplicación de materia orgánica y *Azotobacter sp.* tienden a incrementar el contenido de potasio en comparación al tratamiento con fertilización química T0; el T4 con mayor cantidad de potasio 170 ppm y el T0 de menor cantidad (55 ppm). Después de la cosecha (280 días) los tratamientos tienden a incrementarse significativamente, siendo el T4 con 388 ppm y el T0 con 244 ppm (Tabla 11 y Figura 7).

Tabla 12.

Análisis de variancia para pH del suelo con aplicación de materia orgánica y *Azotobacter sp.* a los 280 días. Los Pichones, Tacna-2013.

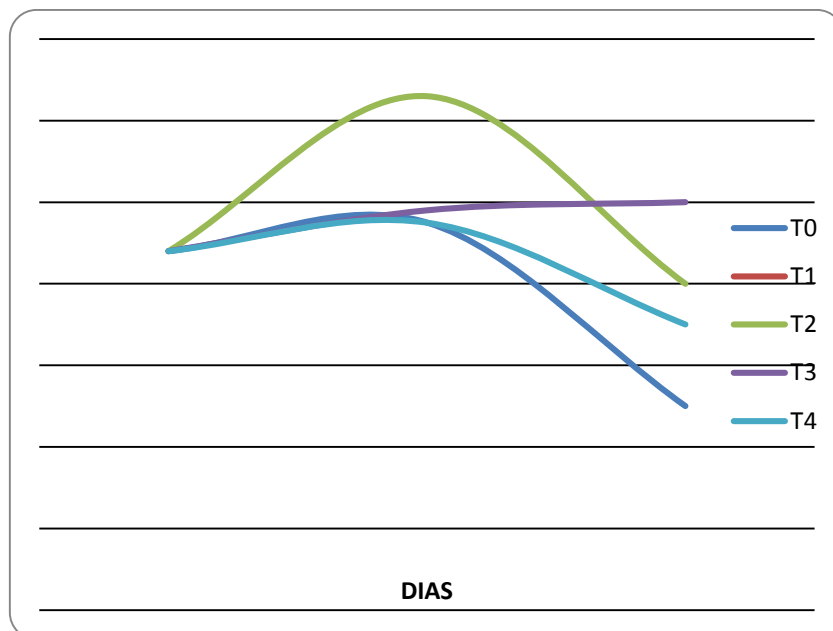
Fuente de variancia	GL	Suma de cuadrado	Cuadrado Medio	Fc	Ft (0,05)
Bloques	3	0,004	0,0013	0,83	3,49
Tratamientos	4	0,59	0,15	92,50*	3,26
Error	12	0,02	0,0016		
Total	19	0,62			

CV 0,65 %

Fuente: Elaboración propia

El análisis de variancia para pH del suelo, indica que para los bloques ($F_c=0,83$ $GL=3,12$; $F_{t0,05;GL\ 3,12}=3,49$) no se encontraron diferencias significativas.

En lo que respecta a tratamientos evaluados presentan diferencias significativas al 5% ($F_c=92,50$, $GL=4,12$; $F_{t0,05;GL\ 4,12}=3,26$) entre tratamientos. Asimismo se presenta en la Figura 8 el efecto de la aplicación de la materia orgánica y *Azotobacter sp.* en el pH del suelo a los 0 (cero), 200 y 280 días.



Fuente: Elaboración propia

Figura 8.

Efecto de la aplicación de la materia orgánica y *Azotobacter sp.* en el pH del suelo a los 0 (cero), 200 y 280 días. Los Pichones, Tacna- 2013.

Al inicio, el suelo tuvo un pH de 6,28. Asimismo a los 200 días después de la siembra (plena floración) todos los tratamientos con aplicación de materia orgánica y *Azotobacter sp.* tienden incrementar el pH, el T2 registró el mayor pH con 6,66 y el T0 tuvo el menor pH con 6,35. Después de la cosecha (280 días) los tratamientos tienden a disminuir significativamente el pH a excepción del T3 que tiende a aumentar ligeramente a 6,40. Es necesario resaltar que el T0 tiene un pH de 5,9 (Tabla 12 y Figura 8).

4.2. Comparación del efecto de la materia orgánica y *Azotobacter sp.* en el rendimiento de algodón de color

Tabla 13. Análisis de variancia de peso (g) de algodón rama por planta con aplicación de materia orgánica y *Azotobacter sp.* Los Pichones, Tacna-2013.

Fuente de variancia	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado Medio	Fc	Ft (0,05)
Bloques	3	11 290,27	3 763,42	1,56	3,49
Tratamientos	4	55 481,26	13 870,31	5,75*	3,26
Error	12	28 969,17	2 414,10		
Total	19	95 740,70			

CV 24,56 %

Fuente: Elaboración propia

El análisis de variancia del Peso (g) algodón rama por planta, indica que para los bloques ($F_c=1,56, GL=3,12$; $F_{t0,05;GL 3,12}=3,49$) no se encontraron diferencias significativas.

En lo que respecta a tratamientos evaluados presentan diferencias significativas ($F_c=5,75, GL=4,12$; $F_{t0,05;GL 4,12}=3,26$), de manera que el tratamiento T0 tiene el mayor peso (g) de algodón rama por planta que los otros tratamientos. Para detectar las diferencias entre los tratamientos debe realizarse la Prueba de Significación de Duncan.

Tabla 14.

Prueba de Significación de Duncan para peso (g) algodón rama por planta con aplicación de materia orgánica y *Azotobacter sp.* Los Pichones, Tacna-2013.

Orden	Tratamiento	Medias (g)	Significación ¹
1	T0	302,99	A
2	T2	190,92	B
3	T3	181,77	B
4	T1	164,05	B
5	T4	160,55	B

¹ Peso algodón rama por planta seguidas por la misma letra no difieren por la Prueba de Duncan al nivel 5 %

Fuente: Elaboración propia

Existen diferencias en los pesos de algodón rama en los tratamientos, el mayor peso de algodón rama se obtuvo con el tratamiento T0 (302,99 g), siendo superior estadísticamente a los tratamientos T2, T3, T1, T4 y no encontrándose diferencias estadísticas entre estos, sin embargo el T2 tiene la mayor media 190,92 g y el más bajo el T4 con 160,55 g (Tabla 13 y Tabla 14).

Tabla 15.

Análisis de variancia peso (g) algodón fibra por planta con aplicación de materia orgánica y *Azotobacter sp.* Los Pichones, Tacna- 2013.

Fuente de variancia	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado Medio	Fc	Ft (0,05)
Bloques	3	1031,60	343,87	1,57	3,49
Tratamientos	4	4612,86	1153,21	5,27*	3,26
Error	12	2623,83	218,65		
Total	19	8268,26			

CV 24, 72 %

Fuente: Elaboración propia

El análisis de variancia del peso (g) algodón fibra por planta, indica que para los bloques ($F_c=1,57$; $GL=3,12$; $F_{t0,05;GL_{3,12}}=3,49$) no se encontraron diferencias significativas.

En lo que respecta a tratamientos evaluados presentan diferencias significativas ($F_c=5,27$; $GL=4,12$; $F_{t0,05;GL_{4,12}}=3,26$), de manera que el tratamiento T0 tiene el mayor peso (g) de algodón fibra por planta que los otros tratamientos. Para detectar las diferencias entre los tratamientos debe realizarse la Prueba de Significación de Duncan.

Tabla 16.

Prueba Significación de Duncan para peso (g) algodón fibra por planta con aplicación de materia orgánica y *Azotobacter sp.* Los Pichones, Tacna-2013.

Orden	Tratamiento	Medias (g)	Significación ¹
1	T0	89,46	A
2	T2	57,61	B
3	T3	54,03	B
4	T1	49,86	B
5	T4	48,11	B

¹ Peso algodón fibra por planta seguidas por la misma letra no difieren por la Prueba de Duncan al nivel 5 %
Fuente: Elaboración propia

Existe diferencias en los pesos de algodón fibra en los tratamientos, el mayor peso de algodón fibra se obtuvo con el tratamiento T0 (89,46 g), siendo superior estadísticamente a los tratamientos T2, T3, T1, T4 no encontrándose diferencias estadísticas entre estos. Sin embargo el tratamiento T2 tiene una media de 57,61 g y el T4 la media más baja con 48,11 g (Tabla 15 y Tabla 16).

Tabla 17.

Análisis de variancia altura (cm) de plantas a los 135 días con aplicación de materia orgánica y *Azotobacter sp.* Los Pichones, Tacna- 2013.

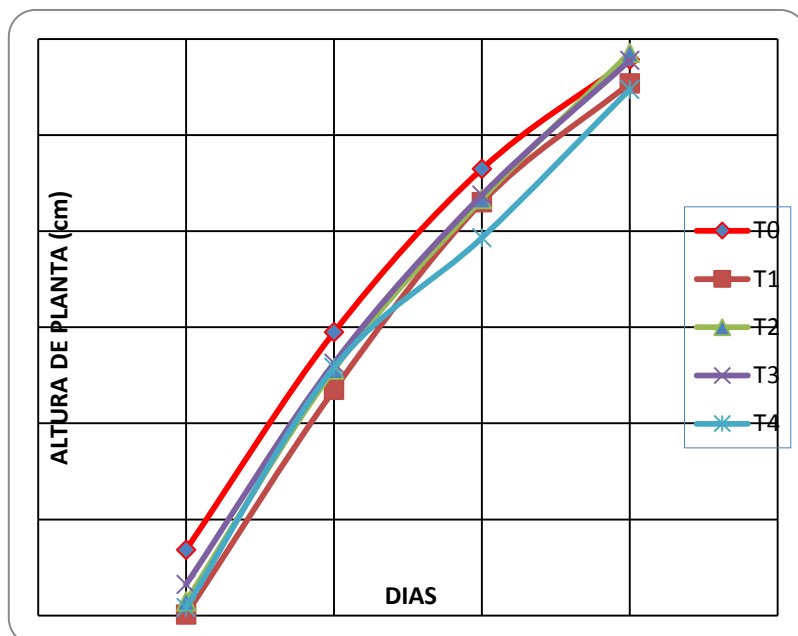
Fuente de variancia	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado Medio	Fc	Ft (0,05)
Bloques	3	246,32	82,11	3,43	3,49
Tratamientos	4	101,21	25,30	1,06	3,26
Error	12	286,95	23,91		
Total	19	634,48			

CV 3, 90 %

Fuente: Elaboración propia

El análisis de variancia de altura (cm) planta indica que para los bloques ($F_c=3,43$; $GL=3,12$; $F_{t0,05;GL\ 3,12}=3,49$) no se encontraron diferencias significativas.

En lo que respecta a tratamientos evaluados no presentan diferencias significativas ($F_c=1,06$, $GL=4,12$; $F_{t0,05;GL\ 4,12}=3,26$) entre los tratamientos con aplicación de materia orgánica, *Azotobacter sp.* y fertilización química, por lo que no fue necesario realizar la Prueba de Significación de Duncan (Tabla 17 y Figura 9).



Fuente: Elaboración propia

Figura 9.

Efecto de la aplicación de la materia orgánica y *Azotobacter sp.* en la altura (cm) de plantas a los 45, 75, 105 y 135 días. Los Pichones, Tacna- 2013.

En la Figura 9 observamos que los tratamientos alcanzaron alturas de plantas similares en los diferentes periodos de evaluación 45, 75, 105 y 135 días.

Tabla 18.

Análisis de variancia número de ramas fruteras con aplicación de materia orgánica y *Azotobacter sp.* Los Pichones, Tacna-2013.

Fuente de variancia	G L	Suma de cuadrados	Cuadrado Medio	Fc	Ft (0,05)
Bloque	3	10,80	3,60	1,19	3,49
Tratamiento	4	2,20	0,55	0,18	3,26
Error	12	36,0	3,02		
Total	19	49,20			

CV 14,72 %

Fuente: Elaboración propia

El análisis de variancia de número de ramas fruteras por planta nos indica que para los bloques ($F_c=1,19$, $GL=3,12$; $F_{t0,05;GL\ 3,12}=3,49$) no se encontraron diferencias significativas.

En lo que respecta a tratamientos evaluados no presentan diferencias significativas ($F_c=0,18$, $GL=4,12$; $F_{t0,05;GL\ 4,12}=3,26$) entre los tratamientos con aplicación de materia orgánica, *Azotobacter sp.* y fertilización química por lo que no fue necesario realizar la Prueba de Significación de Duncan (Tabla 18).

Tabla 19.

Análisis de variancia peso (g) de raíz por planta con aplicación de materia orgánica y *Azotobacter sp.* Los Pichones, Tacna- 2013.

Fuente de variancia	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado Medio	Fc	F (0.05)
Bloque	3	10,80	49,23	4,88*	3,49
Tratamiento	4	2,20	1833,97	181,92*	3,26
Error	12	36,0	10,08		
Total	19	49,20			

CV 2,08 %

Fuente: Elaboración propia

El análisis de variancia del peso (g) de raíz por planta, indica que para los bloques ($F_c=4,88$; $GL=3,12$; $F_{t0,05;GL\ 3,12}=3,49$) encontrándose diferencias significativas.

En lo que respecta a tratamientos evaluados presentan diferencias significativas ($F_c=181,92$; $GL=4,12$; $F_{0,05;GL\ 4,12}=3,26$), de manera que el tratamiento T3 tiene más peso (g) de raíz por planta que otros tratamientos. Para detectar las diferencias entre los tratamientos debe realizarse la Prueba de Significación de Duncan.

Tabla 20.

Prueba de Significación Duncan para peso (g) de raíz por planta con aplicación de materia orgánica y *Azotobacter sp.* Los Pichones, Tacna-2013.

Orden	Tratamiento	Medias (g)	Comparación ¹
1	T3	170,48	A
2	T2	168,60	A
3	T1	165,45	A
4	T0	134,50	B
5	T4	124,93	C

¹ Peso raíz por planta seguidas por la misma letra no difieren por la Prueba de Duncan al nivel 5 %
Fuente: Elaboración propia

Los tratamientos T3, T2 y T1 son similares mientras que los tratamientos T0 y T4 son diferentes sin embargo la mayor media se obtuvo en el T3 un peso de raíz de 170,48 g y el más bajo T4 con 124,93 g (Tabla 19 y Tabla 20).

Tabla 21.

Análisis de variancia longitud (cm) de raíz con aplicación de materia orgánica y *Azotobacter sp.* Los Pichones, Tacna-2013.

Fuente de variancia	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado Medio	Fc	Ft (0,05)
Bloque	3	23,35	7,78	0,34	3,49
Tratamiento	4	98,50	24,63	1,08	3,26
Error	12	273,90	22,83		
Total	19	395,75			

CV 10,11 %

Fuente: Elaboración propia

El análisis de variancia nos indica que para los bloques (Fc=0,34, GL=3,12; Ft_{0,05;GL 3,12}=3,49) no se encontraron diferencias significativas.

En lo que respecta a tratamientos evaluados no presentan diferencias significativas (Fc=1,08, GL=4,12; Ft_{0,05;GL 4,12}=3,26) entre los tratamientos con aplicación de materia orgánica, *Azotobacter sp.* y fertilización química, por lo que no fue necesario realizar la Prueba de Significación de Duncan (Tabla 21).

Tabla 22.

Análisis de variancia de número de bellotas por planta con aplicación de materia orgánica y *Azotobacter sp.* Los Pichones, Tacna- 2013^a

Fuente de variancia	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado Medio	Fc	Ft (0,05)
Bloque	3	23,35	1,17	2,02	3,49
Tratamiento	4	98,50	3,67	6,31*	3,26
Error	12	273,90	0,58		
Total	19	395,75			

CV 10,65 %

^a Datos transformados \sqrt{x}

Fuente: Elaboración propia

El análisis de variancia del número de bellotas por planta, indica que para los bloques ($F_c=2,02$, $GL=3,12$; $F_{t0,05;GL\ 3,12}=3,49$) no se encontraron diferencias significativas.

En lo que respecta a tratamientos evaluados presentan diferencias significativas ($F_c=6,31$; $GL=4,12$; $F_{t0,05;GL\ 4,12}=3,26$), de manera que el tratamiento T0 tiene el mayor número de bellotas por planta que los otros tratamientos. Para detectar las diferencias entre los tratamientos debe realizarse la Prueba de Significación de Duncan.

Tabla 23.

Prueba de Significación de Duncan para número de bellotas por planta con aplicación de materia orgánica y *Azotobacter sp.* Los Pichones, Tacna-2013.

Orden	Tratamiento	Medias	Comparación ¹
1	T0	77,79	A
2	T2	50,13	B
3	T3	46,78	B
4	T1	43,16	B
5	T4	42,12	B

¹ número de bellotas por planta seguidas por la misma letra no difieren por la Prueba de Duncan al nivel 5 %

Fuente: Elaboración propia

Existe diferencias en el número de bellotas por planta entre los tratamientos, el mayor número de bellotas se obtuvo con el tratamiento T0 (77,79), siendo estadísticamente superior a los demás tratamientos. Los tratamientos T2, T3, T1 y T4 no difieren estadísticamente entre ellos siendo el T2 con 50,13 bellotas y el de menor cantidad el T4 con 42,12.

Tabla 24.

Análisis de variancia de peso (g) de bellota con aplicación de materia orgánica y *Azotobacter sp.* Los Pichones, Tacna-2013.

Fuente de variancia	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado Medio	Fc	Ft (0,05)
Bloque	3	0,01	0,0032	0,59	3,49
Tratamientos	4	0,04	0,01	1,66	3,26
Error	12	0,06	0,003		
Total	19	0,11			

CV 1,92 %

Fuente: Elaboración propia

El análisis de variancia para peso (g) de bellota nos indica que para los bloques ($F_c=0,59$, $GL=3,12$; $F_{t0,05;GL\ 3,12}=3,49$) no se encontraron diferencias significativas.

En lo que respecta a tratamientos evaluados no presentan diferencias significativas ($F_c=1,66$, $GL=4,12$; $F_{t0,05;GL\ 4,12}=3,26$) entre los tratamientos con aplicación de materia orgánica, *Azotobacter sp.* y fertilización química, por lo que no fue necesario realizar la Prueba de Significación de Duncan (Tabla 24).

Tabla 25.

Análisis de variancia de rendimiento (kg/ha) algodón rama con aplicación de materia orgánica y *Azotobacter sp.* Los Pichones Tacna 2013.

Fuente de variancia	G L	Suma de cuadrados	Cuadrado Medio	Fc	Ft (0,05)
Bloques	3	1129027,41	376 342,47	1,56	3,49
Tratamientos	4	5548125,83	1387031,46	5,75*	3,26
Error	12	2896917,11	241 409,76		
Total	19	9574070,35			

CV 24,56 %

Fuente: Elaboración propia

El análisis de variancia del rendimiento (kg/ha) de algodón rama, indica que para los bloques ($F_c=1,56$; $GL=3,12$; $F_{t0,05;GL 3,12}=3,49$), no encontrándose diferencias significativas.

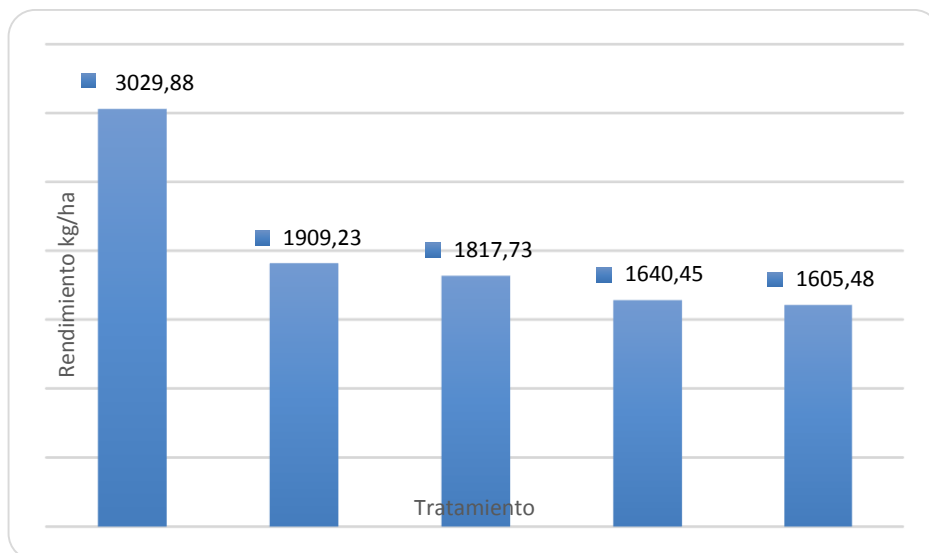
En lo que respecta a tratamientos evaluados presentan diferencias significativas ($F_c=5,75$, $GL=4,12$; $F_{t0,05;GL 4,12}=3,26$), de manera que el tratamiento T0 tiene mayor rendimiento que los otros tratamientos. Para detectar las diferencias entre los tratamientos debe realizarse la prueba de Significación de Duncan.

Tabla 26.

Prueba de Significación de Duncan para rendimiento (kg/ha) algodón rama con aplicación de materia orgánica y *Azotobacter sp.* Los Pichones Tacna-2013.

Orden	Tratamiento	Medias (kg/ha)	Comparación ¹
1	T0	3 029,88	A
2	T2	1 909,23	B
3	T3	1 817,73	B
4	T1	1 640,45	B
5	T4	1 605,48	B

¹ Rendimiento rama kg/ha seguidas por la misma letra no difieren por la Prueba de Duncan al nivel 5 %



Fuente: Elaboración propia

Figura 10.

Efecto de la aplicación de la materia orgánica y *Azotobacter sp.* en el rendimiento (kg/ha) de algodón rama. Los Pichones, Tacna-2013

Existe diferencias en el rendimiento de algodón rama entre los tratamientos, el mayor rendimiento se obtuvo con el tratamiento T0 (3 029,88 kg/ha), siendo estadísticamente superior a los demás tratamientos. Los tratamientos T2, T3, T1 y T4 no difieren estadísticamente entre ellos siendo el T2 con 1 909,23 kg/ha y el más bajo el T4 con 1 605,48 kg/ha (Tabla 25, Tabla 26 y Figura 9).

Tabla 27.

Análisis de variancia de rendimiento fibra (kg/ha) con aplicación de materia orgánica y *Azotobacter sp.* Los Pichones, Tacna- 2013.

Fuente de variancia	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado Medio	Fc	Ft (0,05)
Bloques	3	103160,10	34386,70	1,57	3,49
Tratamientos	4	461285,86	115321,47	5,27*	3,26
Error	12	262382,65	21865,22		
Total	19	826828,61			

CV 24,72 %

Fuente: Elaboración propia

El análisis de variancia del rendimiento (kg/ha) de algodón fibra, indica que para los bloques ($F_c=1,57$; $GL=3,12$; $F_{t0,05;GL\ 3,12}=3,49$) no encontrándose diferencias significativas.

En lo que respecta a tratamientos evaluados presentan diferencias significativas ($F_c=5,27$; $GL=4,12$; $F_{t0,05;GL\ 4,12}=3,26$), de manera que el tratamiento T0 tiene mayor rendimiento que los otros tratamientos. Para detectar las diferencias entre los tratamientos debe realizarse la prueba de Significación de Duncan.

Tabla 28.

Prueba de Significación de Duncan para rendimiento (kg/ha) algodón fibra con aplicación de materia orgánica y *Azotobacter sp.* Los Pichones Tacna-2013.

Orden	Tratamiento	Medias (kg/ha)	Comparación ¹
1	T0	894,60	A
2	T2	576,13	B
3	T3	540,33	B
4	T1	498,58	B
5	T4	481,13	B

¹ Rendimiento fibra kg/ha seguidas por la misma letra no difieren por la Prueba de Duncan al nivel 5 %
Fuente: Elaboración propia

Existe diferencias en el rendimiento de algodón fibra entre los tratamientos, el mayor rendimiento se obtuvo con el tratamiento T0 (894,60 kg/ha), siendo estadísticamente superior a los demás tratamientos. Los tratamientos T2, T3, T1 y T4 no difieren estadísticamente entre ellos siendo el T2 con 576,13 kg/ha y el más bajo el T4 con 481,13 kg/ha (Tabla 27, Tabla 28 y Figura 10).

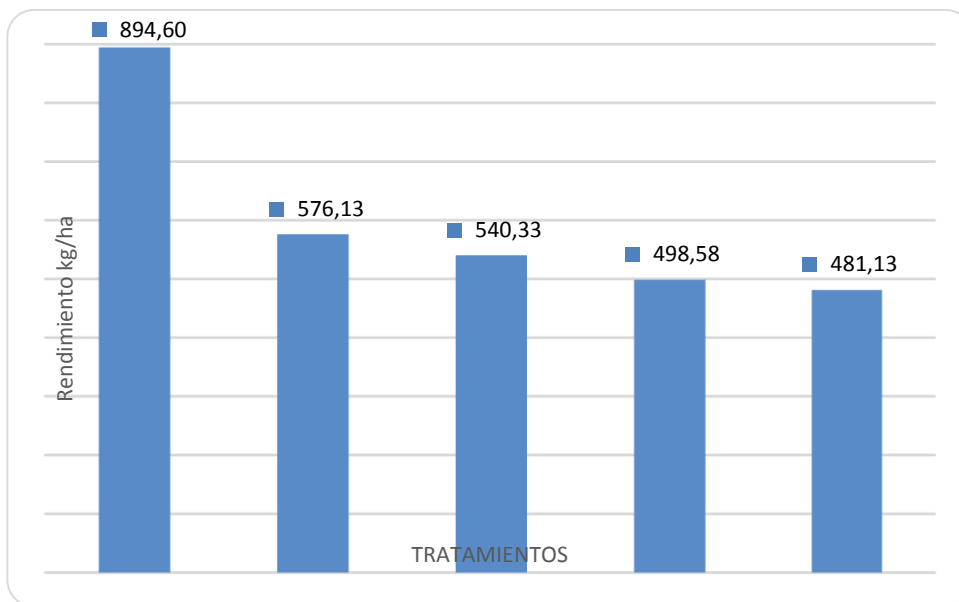


Figura 11. Efecto de la aplicación de la materia orgánica y *Azotobacter sp.* en el rendimiento (kg/ha) algodón fibra. Los Pichones, Tacna-2013.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN

Efecto de la materia orgánica y el *Azotobacter sp.* en las características físicas y químicas del suelo

Características físicas del suelo

Los valores de las propiedades físicas sufrieron variaciones con la aplicación de los tratamientos orgánicos e inorgánicos sin embargo no se modificó la clase textural (franco arenoso). Así tenemos que en la arena a los 200 días todos los tratamientos disminuyeron el porcentaje con relación a la línea base (70,46 %) siendo el tratamiento T4 con 62,54 % el más bajo y el más alto T1 con 67,48 %. Es necesario señalar que en suelos arenosos los residuos parcialmente descompuestos llenan los poros no capilares y los hacen capilares, incrementando la retentividad para el agua, Intervienen en la formación y estabilización estructural Inicialmente, las raíces y raicillas favorecen la agregación y

posteriormente los productos residuales de la descomposición orgánica mantienen la estabilidad estructural (Zavaleta, 1992).

En cuanto al porcentaje de arcilla la línea base fue de 12,12%. A los 200 días tiende a decrecer hasta 4,78 % tal como sucede en el tratamiento T0, contrariamente el porcentaje de limo se incrementó en comparación a la línea base, sin embargo estos valores no alteraron la clase textural del suelo.

Características químicas del suelo

Los resultados obtenidos no deben sorprendernos ya que las variables físicas y químicas de un suelo son el resultado de una variación intrínseca de las mismas propiedades y de las prácticas de manejo que se producen en ella (Villagarcía, 2009). Asimismo se observa en los tratamientos T1, T2, T3 y T4 un efecto positivo en el % de materia orgánica, tal como en el T2 que tiene 4,60%, nitrógeno total 0,28%, fósforo disponible con 10,38 ppm, asimismo el T4 tuvo potasio disponible de 170 ppm. Estos resultados son similares a los resultados encontrados por otros investigadores como Posso (2010) en palma aceitera obtuvo una materia orgánica en la línea base 0,92% y al final de la evaluación se

incrementó a 2,10%. Referente al pH se mantiene en todos los tratamientos. Es necesario resaltar que la aplicación de estos abonos orgánicos son mejoradores de las propiedades físicas y químicas del suelo (Zavaleta, 1992).

La materia orgánica en la costa es muy variable condicionado por el clima, vegetación, fisiografía, naturaleza del material madre y el sistema de manejo. Para nuestro experimento con el tratamiento de fertilización química, la materia orgánica a los 280 días se mantiene a un nivel muy bajo (1,45 %). Según Tamhane *et al.*,(1983); Cooke, (1986); Zavaleta, (1992); Navarro *et al.*,(1995) fundamentan que la fertilización química no favorece la retención del agua y aumentan la erosión del suelo, también indica que disminuye la capacidad de cambio del suelo, la reserva de nutrientes para la vida vegetal, la capacidad tampón del suelo y las propiedades biológicas; asimismo no favorece los procesos de mineralización, ni el desarrollo de la cubierta vegetal como consecuencia de ello desfavorecen el crecimiento del cultivo en un sistema ecológico equilibrado.

Con respecto al nitrógeno total que es la suma del contenido de nitrógeno orgánico e inorgánico (Quiroga y Bono, 2008) . En el trabajo de

investigación se ha observado efectos positivos como consecuencia de la aplicación de los tratamientos orgánicos obteniéndose hasta 0,28% (T2), contrariamente en el tratamiento con aplicación de fertilización química (T0), el nitrógeno se mantiene en niveles bajos (0,06%). Estos resultados coinciden con lo reportado por Zuñiga (2007) en palma aceitera obtuvo inicialmente en los suelos un nitrógeno de 0,14% y 17 años después de una aplicación continuada con fertilización química se redujo a 0,07%.

El nutriente del suelo que requiere un vegetal en mayor cantidad es el nitrógeno. Sin embargo, a pesar de su función crítica en la nutrición vegetal, el nitrógeno es asimilado así completamente en estado inorgánico en forma de nitrato o amonio (Alexander, 1980). La conversión del nitrógeno orgánico al estado inorgánico más móvil, se conoce como mineralización del nitrógeno. Como consecuencia en la mineralización se produce amonio y nitrato y desaparece el nitrógeno orgánico, estos productos delimitan dos procesos microbiológicos distintos: amonificación, en donde el amonio se forma a partir de compuestos orgánicos y la nitrificación, término que usualmente se adopta para referirse a la oxidación del amonio a nitrato.

Efecto de la materia orgánica y *Azotobacter sp.* en el Rendimiento de algodón de color

Los tratamientos con aplicación de materia orgánica y *Azotobacter sp.* (T2, T3 y T1) obtuvieron rendimientos entre 1 909,23 kg/ha y 1 640,45 kg/ha superiores al tratamiento T4 que recibió fertilización química y *Azotobacter sp.* sin embargo estos tratamientos conforman un grupo estadísticamente similar. El T0 que solo recibió fertilización química 160-80-60 N: P₂O₅, K₂O logró un rendimiento de 3 029,88 kg/ha estadísticamente superior a todos los tratamientos.

Si bien los rendimientos con tratamientos orgánicos son inferiores al tratamiento con fertilización química sin embargo se puede afirmar que los tratamientos orgánicos pueden ser considerados como una buena alternativa para mejorar las características físicas y químicas del suelo y mantener una producción orgánica sostenible como también lo sostienen Borda *et al.*, (2011), en comparación al tratamiento químico por sus efectos negativos en las características del suelo y los altos costos de los fertilizantes químicos entre otros. Asimismo los resultados que se obtuvieron con aplicación de tratamientos orgánicos son superiores a los reportados por Acuña (2009), que obtuvo un rendimiento de algodón

rama 1 279 kg/ha tanto en campaña normal y soca, con ecotipos de algodón de color marrón aplicando humus 600 g/planta.

También Pellicer *et al.*, (2008), trabajando en pimiento con materia orgánica líquida y bacterias fijadoras de nitrógeno (*Azotobacter* y *Azospirillum*) encontraron que no hubo diferencias significativas en la producción total de frutos, de 12,05 kg/m² en el tratamiento con biofertilizante y de 10,85 kg/m² para el tratamiento sin biofertilizante.

Con respecto al número de bellotas y peso (g) de algodón rama y fibra se obtuvieron valores superiores con fertilización química contrario a lo reportado por Rodriguez *et al.*, (2010), en ají jalapeño combinando fertilización química, fertilización orgánica y biofertilización que obtuvieron un incremento en el número de frutos y peso por planta superior a los tratamientos con solo fertilización química.

Igualmente Rincon *et al.*, (2004), comprobaron en el cultivo de pimiento que la utilización del biofertilizante Azobac a 15 l/ha junto con una fertilización nitrogenada consiguió la misma producción y calidad de fruto donde se incorporó 50% de nitrógeno mineral mas 15 l/ha de biofertilizante, logrando un rendimiento de 15,6 kg/m² en comparación al

tratamiento de 100 % de nitrógeno mineral que tuvo un rendimiento de 15,7kg/m².

En cambio Araujo *et al.*, (2010), en cultivo de papa empleando solo el biofertilizante *Azotobacter sp.* obtuvo rendimientos de 25 a 30 t/ha similares al testigo con fertilización química. Además indica una reducción del 30 % en los costos de producción. Asimismo Alarcón *et al.*,(2009), señalan que los mejores rendimientos en tomate se alcanzaron aplicando altas concentraciones de *Azotobacter* contrariamente a los obtenidos en esta investigación. Además es necesario indicar que en los tratamientos inorgánicos debido a la aplicación del nitrógeno las ramas fruteras tuvieron mayor desarrollo (ramas multipodiales) generando de esta manera un mayor número de bellotas.

Altura de plantas

En lo que respecta a la altura de plantas no existe diferencias estadísticas entre los tratamientos orgánicos e inorgánicos. Estos resultados son similares a los encontrados por Ruiz, Russián, Tua (2007), quienes empleando cinco abonos orgánicos en el cultivo de cebolla reportan que la aplicación de estiércol de caprino a razón de 30 t/ha tiene

influencia sobre las variables de crecimiento aun cuando no se encontró diferencias significativas en algunos de los casos. La altura de plantas es una característica que depende del factor genético, propios del genotipo.

CONCLUSIONES

PRIMERA

La aplicación de materia orgánica y *Azotobacter sp.* tienen efectos positivos en las propiedades físicas, químicas del suelo.

SEGUNDA

Con aplicación de los tratamientos orgánicos e inorgánicos no se modificó la clase textural del suelo.

TERCERA

Referente a las características químicas del suelo, con la aplicación de los tratamientos orgánicos (T2=2kg M.O+*Azotobacter sp.*) se encontró un efecto positivo en el suelo: tanto en la materia orgánica 4,60% nitrógeno total 0,28%, fósforo disponible 12,45ppm, potasio disponible 292 ppm y pH 6,2

CUARTA

No se observaron efectos positivos en las propiedades químicas con la aplicación de fertilizantes inorgánicos (T0=160-80-60

N, P₂O₅ y K₂O) manteniéndose a porcentajes bajo de materia orgánica 1,45 % y nitrógeno total 0,06 %.

QUINTA

Los rendimientos de algodón rama con tratamientos orgánicos arrojaron entre 1 909,23 kg/ha con aplicación de 2 kg M.O/m² y *Azotobacter sp* y 1 640,45 kg/ha con aplicación de 1 kg M.O/m² y *Azotobacter sp*. en cambio con el tratamiento con fertilizantes químicos aplicando 160-80-60 N, P₂O₅ y K₂O respectivamente se obtuvo 3 029,88 kg/ha.

SEXTA

Los rendimientos de algodón rama obtenidos con tratamientos orgánicos son considerados como una buena alternativa para mejorar las características físicas y químicas del suelo y mantener una producción orgánica sostenible en comparación al tratamiento químico por sus efectos negativos en las características del suelo.

SÉPTIMA

En lo que respecta a la altura de plantas no existen diferencias estadísticas entre los tratamientos orgánicos e inorgánicos.

RECOMENDACIONES

Teniendo en cuenta que debemos conservar el medio ambiente con un desarrollo sostenible, se recomienda:

PRIMERA

Efectuar investigaciones con productos orgánicos (abonos orgánicos, biocidas, alelopatía entre otros) en diferentes cultivos teniendo en cuenta que Tacna es una zona desértica con problema de salinidad y escasez de recurso hídrico para evitar la contaminación de los suelos, acuífero, la flora y la fauna.

SEGUNDA

Efectuar investigaciones con otras fuentes orgánicas como humus de lombriz, abonos verdes entre otros, con dosis y momentos de aplicación para evaluar sus efectos y sostenibilidad sobre las propiedades físicas, químicas, biológicas y en el rendimiento de algodón de color.

TERCERA

Realizar investigaciones con fuentes orgánicas en suelos con problema de salinidad.

CUARTA

Realizar colecciones de algodón de color en diferentes zonas del país para formar un banco de germoplasma y así preservar el recurso genético del algodón de color

QUINTA

Fomentar como línea de investigación en la Escuela de Agronomía de la Facultad de ciencias Agropecuarias empleando sistemas de cultivo como policultivo y rotacional, además con el uso de productos orgánicos tendiente a una cultura orgánica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acuña, B. (2009). *Evaluación fitosanitaria y potencial de rendimiento de algodones nativos de color en Lambayeque-Perú*. Tesis Magister Universidad Federal de Pelotas.. Programa de Pós Graduacao em Ciencia e Tecnologia de Sementes. Rio Grande do Sul. Brasil

Adriano, M., Jarquín, R. Hernandez C., Salvador M., Monreal C., (2011). Biofertilización de café orgánico en etapa de vivero en Chiapas, México .*Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas Vol.2 Núm.3* 417-431.

Alarcón A., Alarcón A., Godefroy M., González G. (2009). Efecto de diferentes concentraciones de *Azotobacter chroococcum* sobre algunos parámetros del crecimiento y el rendimiento del tomate (*Lycopersicon esculentum*, Mill). Cuba. *Revista Electrónica Granma Ciencia*. Vol.13, No.1, Enero – Abril.

Alarcón A. y Ferrera, R. (2000). Biofertilizantes: Importancia y utilización en la agricultura. *Agricultura Técnica en México*. Vol 26 N°2. 191-203.

Alexander, M. (1980). *Introducción a la Microbiología del suelo*. 2da Ed. México. AGT. 491 pp.

Allard, W. (1980). *Principios de la mejora genética de las plantas* Primera Edición Barcelona, OMEGA S.A. 498 p.

Araujo, Y., Diaz, L., Rodriguez, F., Pargas, L. (2010). *Efecto del biofertilizante Azotobacter sp. en el cultivo de papa en el estado Mérida*. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas del Estado Mérida. Av. Urdaneta, Mérida, Venezuela.

Arévalo, N. (1994). *Evaluación de ecotipos Locales de Algodón de Color (Gossypium barbadense var- Peruvianum) en la zona de Tacna*. Resúmenes Congreso Biología 1994. Tacna.

Arturi, J. (1984). *El algodón. Mejoramiento Genético y técnica de su cultivo*. Edit Hemisferio Sur S.A.

Basurto, A. (2005). Magnitud e Impacto Potencial de la liberación de Organismos genéticamente modificados y sus productos comerciales. Caso: Algodón. En: *Consejo Nacional del Ambiente CONAM. Magnitud e Impacto Potencial de la Liberación de Organismos Genéticamente Modificados y sus productos comerciales. Casos: Algodón, Leguminosas de Grano, Maíz y Papa.*

Basurto, A. (2013). *Nutrición mineral en el cultivo de algodón.* Ponencia presentada al II Simposium de “ Manejo nutricional de cultivos de exportación. La Molina, Lima.

Bergey's (1994). *Manual of determinative bacteriology* 9na Edition; John G.; Holt. Baltimore, USA.

Borda D., Pardo J. ,Martinez M., Montaña, J. (2011). Producción de un biofertilizante a partir de un aislamiento de *Azotobacter nigricans* obtenido en un cultivo de *Stevia rebaudiana* Bert. *Univ. Sci. v.14 N°1 Bogotá enero/abril.*

Boza, T. (1966). *Curso de Fitotecnia*. Libro 1. Universidad Agraria La Molina. Lima-Perú.

Brack, A. (2004). *Biodiversidad, pobreza y bionegocios*. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo-PNUD. 1ra Ed. D Paper Grafics S.A.C. Lima, Perú.

Brenes, L. (2003). Producción orgánica: algunas limitaciones que enfrentan los pequeños productores. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología 70: 7-18*.

Cáceres, R. (2010). *Respuesta a la fertilización orgánica e inorgánica del algodón en el Sur Oeste del Chaco*. EEA INTA Las Breñas. Argentina.

Cáritas del Perú (2012). *Revalorando un cultivo ancestral: Algodón Nativo fibra de calidad para la industria*. 1era Edición. Febrero 2012. Lima.

Certini, G., Nocentini, C., Knicker, H., Arfaioli, P. y Rumpel, C. (2011). Wildfire effects on soil organic matter quantity and quality in two fire-prone Mediterranean pine forests. *Geoderma* 167-168 (2011) 148–155.

Castilla L., Moller A. , Barona G. y Hernandez, L. (2009). *Avances en la respuesta del cultivo de caña de azúcar, a la biofertilización con bacterias fijadoras de nitrógeno y hongo solubilizador de fosforo, Rlopaila-Castilla S.A. Valle del Cauca Colombia*. Ponencia presentada al VIII Congreso de la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar 16, 17 y 18 de septiembre de 2009.

Constantino, M., Gómez R., Alvarez, J. , Pat, J., Espin, G. (2010). Efecto de la inoculación de *Azotobacter chroococcum* y *Glomus intradices* en el crecimiento y nutrición de plántulas de papaya en fase de vivero. *Agronomía Costarricense* 35(1): 15-31.

Cooke, W. (1988). *Fertilizantes y sus usos*. XII Impresión México.. C. E.C.S.A. 180 p.

Cooke, W. (1986). *Fertilización para rendimientos máximos*. II Impresión México.. C. E.C.S.A. 382 p.

Coyne, M. (2000). *“Microbiología del suelo: Un enfoque Exploratorio”*. Editorial Paraninfo, España, pp 255-258

Davelouis, E . (1985). *Nutrición y fertilización de los cultivos* Edit. La Molina. Lima,Perú.

Egas, J. (2010). *Efecto de la inoculación con Azotobacter sp. en el crecimiento de plantas injertadas de cacao (Theobroma cacao) Genotipo nacional, en la provincia de Esmeraldas*. Tesis Ingeniero Agroindustrial. Facultad de Ingeniería Química y Agroindustria. Escuela Politécnica Nacional. Quito..

Espín, G. (2002). *“Biología de Azotobacter vinelandii”*. http://www.microbiologia.org.mx/microbiosenlinea/CAPÍTULO_09/Capitulo09.pdf. (Julio 2009).

Eriksson, J y Skyllberg, U. (2010). Aniline and 2,4,6-trinitrotoluene associate preferentially to low molecular weight fractions of dissolved soil organic matter. *Environmental Pollution* 157 (2009). 3010–3015.

Fassbender, H. (1994). *Química de Suelos con énfasis en suelos de América Latina*. IICA San José, Costa Rica.

FAO (1992). *Manejo del suelo, producción y uso del compostaje en ambientes tropicales y subtropicales*. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma.

Fustamante, K. (2012). *Procesamiento artesanal del algodón nativo: una actividad económica viable o sólo una tradición*. Tesis para optar el grado de Magister en Biocomercio y Desarrollo Sostenible. Escuela de Graduados. Pontificia Universidad Católica del Perú.

Garassini, L. (1967). *“Microbiología Agraria”*. Parte II. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Agronomía.

García, M. (2003). "Bacterias fijadoras de nitrógeno de vida libre". http://jaibana.udea.edu.com/grupos/microbiol/fijadoras_de_nitrogeno.ppt.

García, M.; Farías, R., Peña, J., Sánchez, J. (2005). "Respuestas del Trigo var. Pavón a la Inoculación con *Azospirillum* y *Azotobacter*". *Terra Latinoamericana. Volumen 23. Número 1. 65-72.*

Gómez, M. (2009). *Efecto de una tecnología orgánica Biofit sobre la producción y calidad de un cultivar de rosa variedad Freedom.* Tesis Microbiología Agrícola y Veterinaria. Universidad Pontificia Javeriana. Facultad de Ciencias,. Bogotá.

Gonzales M., (2008). *Efecto de un inoculante microbiano a partir de cepas nativas de *Azotobacter chroococcum* sobre el rendimiento en secuencias de cultivos hortícolas.* Tesis para optar al grado de Máster en Fertilidad del Suelo Universidad de Camagüey Instituto de Suelos.

Griffes, F. Licoln L y Brannan. (1929). *Biometrical análisis of Upland cotton grown at college Agricultural Experiment Station. Stillwater, Oklahoma.* bulletin 187.

Haaker, H. (1988). Biochemistry and physiology of nitrogen fixation
“*BioEssays*” vol.9 N°4 . 112-113

Hybholt,T., J. Aamand, J., Johnsen, A. (2011). Quantification of centimeter-scale spatial variation in PAH, glucose and benzoic acid mineralization and soil organic matter in road-side soil. *Environmental Pollution* 159 (2011) 1085-1091.

Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI)-Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI). (2013). *Resultados Definitivos. IV Censo Nacional Agropecuario.* Perú.

Jiménez, D. (2007). “*Caracterización molecular de cepas nativas colombianas de Azotobacter spp. mediante el análisis de restricción del ADN ribosomal 16S*”. Tesis para optar Grado Microbiológico industrial. Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia.

Kaiser, K. y Kalbitz, K. (2012). Cycling downwards e dissolved organic matter in soils. *Soil Biology & Biochemistry* 52 (2012) 29-32.

Korytkowski, Ch. (1984). "El gusano rosado de la India" *Pectinophora gossypiella* (Saunders 1843) (Lepidoptera Gelichiidae). Boletín Técnico N°4 FUNDEAL. Lima-Perú.

Lara C., Villalba M. , Oviedo L. (2007). Bacterias Fijadoras asimbióticas de nitrógeno de la zona agrícola de San Carlos. Córdoba, Colombia. *Revista Colombiana de Biotecnología*, diciembre, año/vol. IX, número 002. 6-14.

López M., Martínez R., Brossard M., Bolivar A. Alfonso N., Alba A. Pereira H. (2008). Efecto de biofertilizantes bacterianos sobre el crecimiento de un cultivar de maíz en dos suelos contrastantes venezolanos. *Agronomía Trop. v.58 n.4*

Martins, M. Angers,D and Corá,J. (2012). Co-accumulation of microbial residues and particulate organic matter in the surface layer of a no-till Oxisol under different crops. *Soil Biology & Biochemistry* 50 (2012) 208-213.

Maroto J. (1983). *"Horticultura Herbácea Especial"*. Editorial Mundi Prensa
Madrid – España.

Mayea, S.; Carone, M.; Novo, R.; Boado, I.; Silveira, E.; Soria, M.;
Morales, Y.; Valiño, A. (1998). *"Microbiología Agropecuaria"*.
Tomo II, Ed. Félix Varela, La Habana, Cuba.

Miltner, A., Kindler, R., Knicker, H., Richnow, H. y Kastne, M. (2009). Fate
of microbial biomass-derived amino acids in soil and their
contribution to soil organic matter. *Organic Geochemistry* 40. 978-
985.

Molano, A. (2004). Aislamiento de bacterias biofertilizantes (*Nitrobacter*
sp, *Rhizobium* sp, *Azospirillum* sp), para un sistema de compost
tipo windrow. *Umbral Científico*, núm. 5, diciembre, 2004. 25-32.

Navarro J. Moral, H. Gómez, L y Mataix, B. (1995). *Residuos orgánicos y
agricultura*. Universidad de Alicante. Servicio de Publicaciones.
Alicante. España.

Nicolalde, A. y Quintana, D. (2010). *Utilización de bacterias fijadoras de nitrógeno (Azotobacter) y solubilizadoras de fósforo en el cultivo de brócoli (Brassica oleracea) var. Legacy en Otavalo*. Tesis para optar el título de Ingeniería Agropecuaria. Universidad Técnica del Norte. Ecuador

Orozco, M. y Thienhaus, S. (1997). Efecto de la gallinaza en plantaciones de cacao (*Theobroma cacao* L.) en desarrollo. *Agronomía Mesoamericana* 8(1): 81-92.

Padilla, E., Esqueda, M. , Sánchez, A., Troncoso, R. y Sánchez, A. (2006). Efecto de biofertilizantes en el cultivo de melón con acolchado plástico. *Revista Fitotecnia Mexicana* vol. 29 N°4. 321-329.

Patil, S., P. Reidsma, P. Shah, S. Purushothaman, and J. Wolf, (2012). Comparing conventional and organic agriculture in Karnataka, India: Where and when can organic farming be sustainable? *Land Use Policy*, DOI:10.1016/j.landusepol.2012.01.006.

Plante, A., Fernández, J., Haddix, M., Steinweg, J. y Conant, R. (2011). Biological, chemical and thermal indices of soil organic matter stability in four grassland soils. *Soil Biology & Biochemistry* 43 (2011). 1051-1058.

Pellicer, C., Pérez, A., Abadía, A., Rincón, L., Paredes, A., Carrillo, F. (2008). *Resultado del aporte de biofertilizantes a un cultivo de pimiento con fertilización ecológica*. Ponencia presentado VIII Congreso SEAE, IV Congreso Iberoamericano Agroecología. Bullas-Murcia.

Percy, R. y Wendel, J. (1990). Allozyme evidence for the origin and diversification of *Gossypium barbadense* L. *Theor. Appl. Genet.* 79. 529-542.

Piñero, C., Cuadra, P., Marín, M., Amor, F., (2011). *Inoculación con bacterias promotoras del crecimiento en la producción y calidad del pimiento*". Ponencia presentada a X Reunión de la Red Buena. Albacete.

Posso, J. (2010). *Evaluación de diferentes dosis de compost y lombricompost aplicado al suelo de vivero de palma aceitera (Elaeis guineensis)*. Tesis para optar el grado de Especialista en Cultivos Perennes Industriales. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Agronomía Escuela de Posgrado. Valledupar.

Prescott, Harley y Klein (2008). *Microbiología*. 7ma Edición. Ed Mc Graw Hill.

Quiroga, A. y Bono, A. (2008). *Manual de Fertilidad y Evaluación de Suelos*. EE INTA.

Red de Acción en Alternativas al uso de Agroquímicos (RAAA) (1999). *Manual ecológico de los suelos: Conceptos, experiencias y Técnicas*. Editores Luis Gomero y Héctor Velásquez. Lima.

Rincón, A. Pérez, A. Abadía, C. Pellicer, A y Valero, A. (2004). El uso de biofertilizantes en la fertilización nitrogenada de los cultivos hortícolas . *Agricultura*. 879:788-793

Ríos, M., Cossoli, M., Iglesias, M. (2009). *Biofertilización en algodón con Azospirillum y Bradyrhizobium, su relación con el uso de fungicidas en la semilla*. Ponencia presentado a XVIII Reunión de Comunicaciones Científicas y Tecnológicas. Corrientes. Argentina.

Rivera, M., Trujillo, A., y Pereyra, A. (2010). Los biofertilizantes integrados con bacterias fijadoras de N, solubilizadoras de P y sustratos orgánicos en el crecimiento de naranjo agrio *Citrus aurantium*. *Inverciencia vol. 35 N° 02*.

Rivera, D; Mauricio, C; Estrada, G; Obando, M; Bonilla, R. (2010). Efecto de diferentes plaguicidas sobre el crecimiento de *Azotobacter chroococcum*. *Revista Colombiana de Biotecnología, vol. XII, núm. 1, julio, 94-102*.

Rodríguez, E., Bolaños, M, Menjivar, J. (2010). Efecto de la fertilización en la nutrición y rendimiento de ají (*Capsicum sp.*) en el Valle del Cauca, Colombia Esp. *Cipag 10. Acta agronómica. 59 (1). 55-64*

Ros, G. (2011). Predicting soil Nitrogen supply. relevance of *extractable soil organic matter fractions*. Thesis for the degree of doctor at Wageningen University The Netherlands.

Rubio, E. (2011). *Caracterización molecular y funcional de bacterias del género Azotobacter aisladas de suelos de la República Argentina. El rol de las auxinas en la respuesta a la inoculación de trigo*. Tesis presentada para optar al título de Magister de la Universidad de Buenos Aires.

Ruíz,C., Russián, T y Tua, D. (2007). Efecto de la fertilización orgánica en el cultivo de la cebolla. *Agronomía Tropical* 57(1): 7-14.

Sevilla,R. y Holle, M. (2004). *Recursos Genéticos vegetales*. Luis León Asociados S.R.L. Editores. Lima, Perú.

Stanier, R.; Ingraham, J.; Wheelis, M.; Painter, P. (1996). "*Microbiología*" Segunda edición. Reverte S.A.

Sylvia, D.; Fuhrmann, J.; Hartel, P.; Zuberer, D. (2005). *“Principles and Applications of Soil Microbiology”*. Segunda Edición, Editorial Pearson Prentice Hall, USA.

Tamhane, R., Motiramani, D,y Bali, P. (1983). *Suelos: su química y Fertilidad en suelos tropicales*. México. 3ra edición.

Terry, E. Terán, Z., Martínez, R. y Pino, M. (2002). Biofertilizantes una alternativa promisoría para la producción hortícola en organopónicos. *Cultivos Tropicales 2002 Vol 23, N° 3*. 43-46.

Thevenot, M., S. Dousset, N. Hertkorn, P. Schmitt-Kopplin, F. Andreux. (2009). Interactions of diuron with dissolved organic matter from organic amendments. *Science of the Total Environment 407 (2009) 4297–4302*.

Toosi, E., Doane, T and Horwath, W. (2012). Abiotic solubilization of soil organic matter, a less-seen aspect of dissolved organic matter production. *Soil Biology & Biochemistry 50 (2012) 12-21*.

Vasquez, L. (2012). *Caracterización morfotaxonomica y fenología del algodón de color (Gossipium barbadense L.)*. Lambayeque, Perú. 46 p.

Villagarcía, S. (2009). *Algodón*. Universidad Agraria La Molina.

Vreeland, J. 1985. *“Recuperando el algodón nativo: Una tecnología nativa para la agricultura del desierto peruano. Perú: El problema agrario en debate”*. SEPIA I.

Weaver, R.; Angle, J.; Bottomley, P. (1994). “Methods of soil analysis. Part2. Microbiological and Biochemical Properties”. *Soil Science Society of America Book Series; no. 5*. USA. 179-185.

Wendel, J. , Brubaker, C., Alvarez, I.,Cronn, R. y Stewart, J. (2009). *Evolution and natural History of the cotton genus genetic and genomic of cotton sp*. Edit Andrew.H.Paterson Springer. USA.

Zavaleta, A. (1992). *Edafología. El suelo con relación con la producción*. CONCYTEC. Lima.Perú. Primera Edición.

Zuñiga, L. (2007). *Caracterización y distribución espacial de suelos hidromórficos con palma aceitera (Elaeis guineensis Jacq.) en Palma del Espino*. Tesis Escuela Posgrado. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima-Perú.

ANEXOS

Anexo1. Ubicación del Campo Experimental "Los Pichones UNJBG – TACNA"



Anexo 2. Datos meteorológicos SENAMHI Tacna- Moquegua Enero 2012 y Abril 2014.

**SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA
DIRECCION REGIONAL TACNA - MOQUEGUA**

ESTACION : MAP-JORGE BASADRE G. LAT.: 18° 01' 36" DPTO. : TACNA
PARAMETRO : TEMP. MAXIMA MEDIA (°C) LONG. : 70° 15' 24" PROV.: TACNA
CODIGO : 110901 DIST. : TACNA

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
2012	28.0	28.8	28.5	26.1	22.7	20.9	19.3	18.3	20.9	22.4	24.5	26.9
2013	27.6	28.9	27.2	24.3	21.9	19.7	18.9	19.2	21.6	22.9	24.9	26.9
2014	29.1	27.9	27.3	24.2								

PARAMETRO : TEMP. MINIMA MENSUAL (°C)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
2012	16.5	17.5	17.5	15.4	13.0	12.2	10.9	10.7	11.9	12.4	14.0	15.6
2013	16.4	17.5	16.1	12.8	12.7	10.8	10.0	10.3	11.5	12.3	13.4	15.4
2014	17.3	15.6	15.8	15.6								

PARAMETRO : HUMEDAD RELATIVA MENSUAL (%)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
2012	65	67	71	71	76	78	80	83	84	77	75	74
2013	74	67	74	73	78	80	82	82	80	78	72	70
2014	72	74	73	84								

PARAMETRO : PRECIPITACION TOTAL MENSUAL (mm.)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
2012	4.5	2.1	0.7	0.2	0.0	1.1	1.5	7.6	6.9	1.7	0.0	0.0
2013	0.0	0.4	1.2	0.0	0.2	0.4	0.9	1.9	0.9	0.2	0.2	0.0
2014	0.0	0.0	0.0	0.0								

PARAMETRO : HELIOFANIA MENSUAL (h/s.)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
2012	8.4	7.1	7.4	8.1	7.0	5.9	5.9	4.6	5.6	7.2	8.3	7.8
2013	7.3	8.6	8.3	8.8	5.7	5	5.6	6.2	6.8	7.6	9.1	8.8
2014	8.9	7.9	8.9	6.2								

Nota : Los datos del mes Abril son promediados a los 20 días del mes.

Información preparada para UNJGB - FCAG



Guadalupe Espinoza
Ing. GUADALUPE MIRANDA ESPINOZA
C.I.P. 37705
Directora Regional SENAMHI TACNA



Anexo 3. Análisis de suelo: 0 días, 200 días y 280 días
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO – PUNO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGRONOMICA
LABORATORIO DE AGUAS Y SUELOS



ANALISIS DE FERTILIDAD DE SUELOS

PROCEDENCIA : TACNA
 INTERESADO : Nelly Arévalo Solsol.
 FECHA RECEPCION : 21/11/2012
 LABORATORIO : Agua y Suelo FCA – UNA

# ORD	CLAVE DE CAMPO	ANALISIS MECANICO			CLASE TEXTURAL	CO ₂ %	M.O.%	N TOTAL %
		ARENA %	ARCILLA %	LIMO %				
01	M-01-SUELO	70.46	12.12	17.42	Franco Arenoso	0.00	0.90	0.06

# ORD	pH	C.E mS/cm	C.E(e) mS/cm	ELEMENTOS DISPONIBLES		CATIONES CAMBIABLES					CIC me/100g	S B %
				P ppm	K ppm	Ca ⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Al ⁺		
01	6.28	2.92	14.60	2.80	106	NC	NC	NC	NC	0.00	NC	NC

- | | |
|--|--|
| A/A = Arcillo Arenoso | FA = Franco arenoso |
| AF = Arena Franca | M.O = Materia orgánica |
| FA/A = Franco Arcillo Arenoso | P = Fósforo disponible |
| CIC = Capacidad de intercambio catiónico | K = Potasio disponible |
| N = Nitrógeno total | C.E = Conductividad eléctrica |
| K ⁺ = Potasio combinable | SB = Saturación de bases |
| A = Arena | Mg ²⁺ = Magnesio cambiante |
| Ca ²⁺ = Calcio combinable | mS/cm = milisiemens por centímetro |
| Na ⁺ = Sodio combinable | C.E (e) = Conductividad eléctrica del extracto |
| CO ₂ = Carbonatos | Al ⁺ = Aluminio cambiante |
| me = Miliéquivalente | |

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGRONOMICA
 LABORATORIO DE AGUAS Y SUELOS



2

ANALISIS DE FERTILIDAD DE SUELOS

PROCEDENCIA : TACNA "Los Pichones FCAG-UNJBG"
 INTERESADO : Nelly Arévalo Solsol.
 FECHA RECEPCION : 09/09/2013
 LABORATORIO : Agua y Suelo FCA – UNA

# ORD	CLAVE DE CAMPO	ANALISIS MECANICO			CLASE TEXTURAL	CO ₂ %	M.O.%	N TOTAL %
		ARENA %	ARCILLA %	LIMO %				
01	M-TO	64.42	4.78	30.80	Franco Arenoso	0.00	0.95	0.11

# ORD	pH	C.E mS/cm	C.E(a) mS/cm	ELEMENTOS DISPONIBLES		CATIONES CAMBIABLES					CIC me/100g	S B %
				P ppm	K ppm	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	AP ⁺		
01	6.35	0.42	2.10	3.50	56	NC	NC	NC	NC	0.00	NC	NC

ArA = Arcillo Arenoso
 AF = Arena Franca
 FArA = Franco Arcillo Arenoso
 CIC = Capacidad de intercambio catiónico
 N = Nitrogeno total
 K⁺ = Potasio combinable
 A = Arena
 Ca²⁺ = Calcio combinable
 Na⁺ = Sodio combinable
 CO₂ = Carbonatos
 me = Miliequivalente

FA = Franco arenoso
 M.O = Materia orgánica
 P = Fósforo disponible
 K = Potasio disponible
 C.E. = Conductividad eléctrica
 SB = Saturación de bases
 Mg²⁺ = Magnesio cambiante
 mS/cm = milisiemens por centímetro
 C.E (a) = Conductividad eléctrica del extracto
 AP⁺ = Aluminio cambiante



ANALISIS DE FERTILIDAD DE SUELOS

PROCEDENCIA : TACNA "Los Pichones FCAG-UNJBG"
 INTERESADO : Nelly Arévalo Solsol.
 FECHA RECEPCION : 09/09/2013
 LABORATORIO : Agua y Suelo FCA – UNA

# ORD	CLAVE DE CAMPO	ANALISIS MECANICO			CLASE TEXTURAL	CO ₂ %	M.O.%	N TOTAL %
		ARENA %	ARCILLA %	LIMO %				
01	M-T1	67.48	6.42	26.10	Franco Arenoso	0.00	2.90	019

# ORD	pH	C.E mS/cm	C.E(e) mS/cm	ELEMENTOS DISPONIBLES		CATIONES CAMBIABLES					CIC me/100g	S B %
				P ppm	K ppm	Ca ⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Al ³⁺		
01	6.42	2.52	12.60	8.98	110	NC	NC	NC	NC	0.00	NC	NC

ArA = Arillo Arenoso
 AF = Arena Franca
 FA/A = Franco Arillo Arenoso
 CIC = Capacidad de intercambio catiónico
 N = Nitrógeno total
 K⁺ = Potasio combinable
 A = Arena
 Ca²⁺ = Calcio combinable
 Na⁺ = Sodio combinable
 CO₂ = Carbonatos
 me = Miliequivalente

FA = Franco arenoso
 M.O = Materia orgánica
 P = Fósforo disponible
 K = Potasio disponible
 C.E. = Conductividad eléctrica
 SB = Saturación de bases
 Mg²⁺ = Magnesio cambiabile
 mS/cm = milisiemens por centímetro
 C.E (e) = Conductividad eléctrica del extracto
 Al³⁺ = Aluminio cambiabile

The image shows an official circular stamp of the "LABORATORIO DE AGUAS Y SUELOS" at the "UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO". Overlaid on the stamp is a handwritten signature in black ink.



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO – PUNO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGRONOMICA
LABORATORIO DE AGUAS Y SUELOS



ANALISIS DE FERTILIDAD DE SUELOS

PROCEDENCIA : TACNA "Los Pichones FCAG-UNJBG"
 INTERESADO : Nelly Arévalo Solsol.
 FECHA RECEPCION : 09/09/2013
 LABORATORIO : Agua y Suelo FCA – UNA

# ORD	CLAVE DE CAMPO	ANALISIS MECANICO			CLASE TEXTURAL	CO ₂ %	M.O.%	N TOTAL %
		ARENA %	ARCILLA %	LIMO %				
01	M-T2	64.87	5.89	29.24	Franco Arenoso	0.00	3.60	0.28

# ORD	pH	C.E mS/cm	C:E(e) mS/cm	ELEMENTOS DISPONIBLES		CATIONES CAMBIABLES					CIC me/100g	S B %
				P ppm	K ppm	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Al ³⁺		
01	6.65	1.28	6.40	10.38	85	NC	NC	NC	NC	0.00	NC	NC

- | | |
|--|--|
| ArA = Arillo Arenoso | FA = Franco arenoso |
| AF = Arena Franca | M.O = Materia orgánica |
| FArA = Franco Arillo Arenoso | P = Fósforo disponible |
| CIC = Capacidad de intercambio catiónico | K = Potasio disponible |
| N = Nitrógeno total | C.E = Conductividad eléctrica |
| K ⁺ = Potasio combinable | SB = Saturación de bases |
| A = Arena | Mg ²⁺ = Magnesio cambiabile |
| Ca ²⁺ = Calcio combinable | mS/cm = milisiemens por centímetro |
| Na ⁺ = Sodio combinable | C.E (e) = Conductividad eléctrica del extracto |
| CO ₂ = Carbonatos | Al ³⁺ = Aluminio cambiabile |
| me = Miliequivalente | |





ANALISIS DE FERTILIDAD DE SUELOS

PROCEDENCIA : TACNA "Los Pichones FCAG-UNJBG"
 INTERESADO : Nelly Arévalo Solsol.
 FECHA RECEPCION : 09/09/2013
 LABORATORIO : Agua y Suelo FCA – UNA

# ORD	CLAVE DE CAMPO	ANALISIS MECANICO			CLASE TEXTURAL	CO ₂ %	M.O.%	N TOTAL %
		ARENA %	ARCILLA %	LIMO %				
01	M-T3	63.70	6.10	30.20	Franco Arenoso	0.00	2.80	0.20

# ORD	pH	C.E mS/cm	C.E(e) mS/cm	ELEMENTOS DISPONIBLES		CATIONES CAMBIABLES					CIC me/100g	SB %
				P ppm	K ppm	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Al ³⁺		
01	6.38	0.80	4.20	9.22	112	NC	NC	NC	NC	0.00	NC	NC

ArA = Arillo Arenoso
 AF = Arena Franca
 FAra = Franco Arillo Arenoso
 CIC = Capacidad de intercambio catiónico
 N = Nitrógeno total
 K⁺ = Potasio combinable
 A = Arena
 Ca²⁺ = Calcio combinable
 Na⁺ = Sodio combinable
 CO₂ = Carbonatos
 me = Miliequivalente

FA = Franco arenoso
 M.O = Materia orgánica
 P = Fósforo disponible
 K = Potasio disponible
 C.E. = Conductividad eléctrica
 SB = Saturación de bases
 Mg²⁺ = Magnesio combinable
 mS/cm = milisiemens por centímetro
 C.E (e) = Conductividad eléctrica del extracto
 Al³⁺ = Aluminio combinable



ANALISIS DE FERTILIDAD DE SUELOS

PROCEDENCIA : TACNA "Los Pichones FCAG-UNJBG"
 INTERESADO : Nelly Arévalo Solsol.
 FECHA RECEPCION : 09/09/2013
 LABORATORIO : Agua y Suelo FCA – UNA

# ORD	CLAVE DE CAMPO	ANALISIS MECANICO			CLASE TEXTURAL	CO ₂ %	M.O.%	N TOTAL %
		ARENA %	ARCILLA %	LIMO %				
01	M-T4	62.54	6.65	30.81	Franco Arenoso	0.00	2.50	0.17

# ORD	pH	C.E mS/cm	C.E(e) mS/cm	ELEMENTOS DISPONIBLES		CATIONES CAMBIABLES					CIC me/100g	S B %
				P ppm	K ppm	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Al ³⁺		
01	6.35	0.83	4.15	7.35	170	NC	NC	NC	NC	0.00	NC	NC

ArA = Arcillo Arenoso
 AF = Arena Franca
 FA = Franco Arcillo Arenoso
 CIC = Capacidad de intercambio catiónico
 N = Nitrógeno total
 K⁺ = Potasio combinable
 A = Arena
 Ca²⁺ = Calcio combinable
 Na⁺ = Sodio combinable
 CO₂ = Carbonatos
 me = Milioequivalente

FA = Franco arenoso
 M.O = Materia orgánica
 P = Fósforo disponible
 K = Potasio disponible
 C.E. = Conductividad eléctrica
 SB = Saturación de bases
 Mg²⁺ = Magnesio cambiabile
 mS/cm = miliosiemens por centímetro
 C.E (e) = Conductividad eléctrica del extracto
 Al³⁺ = Aluminio cambiabile



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO – PUNO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGRONOMICA
LABORATORIO DE AGUAS Y SUELOS



ANALISIS DE FERTILIDAD DE SUELOS

PROCEDENCIA : Los Pichones FCAG
 INTERESADO : Nelly Arévalo Solsol
 FECHA RECEPCION : Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann.
 FECHA DE ANALISIS : 26/11/2013
 LABORATORIO : Agua y Suelo FCA – UNA

# ORD	CLAVE DE CAMPO	ANALISIS MECANICO			CLASE TEXTURAL	CO ₂ %	M.O.%	N TOTAL %
		ARENA %	ARCILLA %	LIMO %				
01	T0	68.76	4.04	27.20	Fraco Arenoso	0.00	1.45	0.06

# ORD	pH	C.E mS/cm	C.E(e) mS/cm	ELEMENTOS DISPONIBLES		CATIONES CAMBIABLES					CIC me/100g	S B %
				P ppm	K ppm	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	AP ⁺		
01	5.90	1.98	9.90	6.87	244	NC	NC	NC	NC	0.00	NC	NC

ArA = Arillo Arenoso
 AF = Arena Franca
 FA/A = Fraco Arillo Arenoso
 CIC = Capacidad de intercambio catiónico
 N = Nitrógeno total
 K⁺ = Potasio combinable
 A = Arena
 Ca²⁺ = Calcio combinable
 Na⁺ = Sodio combinable
 CO₂ = Carbonatos
 me = Miliequivalente

FA = Fraco arenoso
 M.O = Materia orgánica
 P = Fósforo disponible
 K = Potasio disponible
 C.E. = Conductividad eléctrica
 SB = Saturación de bases
 Mg²⁺ = Magnesio cambiable
 mS/cm = milisiemens por centímetro
 C.E (e) = Conductividad eléctrica del extracto
 AP⁺ = Aluminio cambiable


 Ing. Nelly Arévalo Solsol
 LABORATORIO DE AGUAS Y SUELOS



ANALISIS DE FERTILIDAD DE SUELOS

PROCEDENCIA : Los Pichones FCAG
 INTERESADO : Nelly Arevalo Solsol
 FECHA RECEPCION : Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann.
 FECHA DE ANALISIS : 26/11/2013
 LABORATORIO : Agua y Suelo FCA – UNA

# ORD	CLAVE DE CAMPO	ANALISIS MECANICO			CLASE TEXTURAL	CO ₂ %	M.O.%	N TOTAL %
		ARENA %	ARCILLA %	LIMO %				
01	T1	70.60	4.18	25.22	Franco Arenoso	0.00	3.24	0.25

# ORD	pH	C.E mS/cm	C.E(e) mS/cm	ELEMENTOS DISPONIBLES		CATIONES CAMBIABLES					CIC me/100g	S B %
				P ppm	K ppm	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Al ³⁺		
01	6.30	0.90	4.50	11.80	240	NC	NC	NC	NC	0.00	NC	NC

ArA = Arillo Arenoso
 AF = Arena Franca
 FAuA = Franco Arillo Arenoso
 CIC = Capacidad de intercambio catiónico
 N = Nitrógeno total
 K⁺ = Potasio combinable
 A = Arena
 Ca²⁺ = Calcio combinable
 Na⁺ = Sodio combinable
 CO₂ = Carbonatos
 me = Miliequivalente

FA = Franco arenoso
 M.O = Materia orgánica
 P = Fósforo disponible
 K = Potasio disponible
 C.E = Conductividad eléctrica
 SB = Saturación de bases
 Mg²⁺ = Magnesio cambiante
 mS/cm = milisiemens por centímetro
 C.E (e) = Conductividad eléctrica del extracto
 Al³⁺ = Aluminio cambiante

Ing. Nelly Arevalo Solsol
 LABORATORIO DE AGUAS Y SUELOS
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGRONOMICA
 FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
 UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO – PUNO



ANALISIS DE FERTILIDAD DE SUELOS

PROCEDENCIA : Los Pichones FCAG
 INTERESADO : Nelly Arévalo Solsol
 FECHA RECEPCION : Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann.
 FECHA DE ANALISIS : 26/11/2013
 LABORATORIO : Agua y Suelo FCA – UNA

# ORD	CLAVE DE CAMPO	ANALISIS MECANICO			CLASE TEXTURAL	CO ₂ %	M.O.%	N TOTAL %
		ARENA %	ARCILLA %	LIMO %				
01	T2	68.52	4.52	26.96	Franco Arenoso	0.00	4.60	0.28

# ORD	pH	C.E mS/cm	C.E(e) mS/cm	ELEMENTOS DISPONIBLES		CATIONES CAMBIABLES					CIC me/100g	S B %
				P ppm	K ppm	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Al ³⁺		
01	6.2	4.56	22.80	12.45	292	NC	NC	NC	NC	0.00	NC	NC

AeA = Arrollo Arenoso
 AF = Arena Franca
 FAra = Franca Arrollo Arenoso
 CIC = Capacidad de intercambio catiónico
 N = Nitrógeno total
 K⁺ = Potasio combinable
 A = Arena
 Ca²⁺ = Calcio combinable
 Na⁺ = Sodio combinable
 CO₂ = Carbonatos
 me = Miliequivalente

FA = Franca arenoso
 M.O = Materia orgánica
 P = Fósforo disponible
 K = Potasio disponible
 C.E. = Conductividad eléctrica
 SB = Saturación de bases
 Mg²⁺ = Magnesio cambiabile
 mS/cm = milisiemens por centímetro
 C.E (e) = Conductividad eléctrica del extracto
 Al³⁺ = Aluminio cambiabile



 Ing. Cesar Vladimir Collapuma
 ANEXO 1 PLAN DESEÑO DE CURSOS DE AGUAS, SUELOS
 SUMINISTRADO DE ALIMENTOS Y FERTILIZANTES



ANALISIS DE FERTILIDAD DE SUELOS

PROCEDENCIA : Los Pichones FCAG
 INTERESADO : Nelly Arévalo Solsol
 FECHA RECEPCION : Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann.
 FECHA DE ANALISIS : 26/11/2013
 LABORATORIO : Agua y Suelo FCA – UNA

# ORD	CLAVE DE CAMPO	ANALISIS MECANICO			CLASE TEXTURAL	CO ₂ %	M.O.%	N TOTAL %
		ARENA %	ARCILLA %	LIMO %				
01	T3	72.28	4.92	22.80	Franco Arenoso	0.00	4.00	0.27

# ORD	pH	C.E mS/cm	C.E(e) mS/cm	ELEMENTOS DISPONIBLES		CACIONES CAMBIABLES					CIC me/100g	S B %
				P ppm	K ppm	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Al ³⁺		
01	6.40	0.90	4.50	11.16	244	NC	NC	NC	NC	0.00	NC	NC

AaA = Arcillo Arenoso
 Af = Arena Franca
 FAaA = Franco Arcillo Arenoso
 CIC = Capacidad de intercambio catiónico
 N = Nitrógeno total
 K⁺ = Potasio combinable
 A = Arena
 Ca²⁺ = Calcio combinable
 Na⁺ = Sodio combinable
 CO₂ = Carbonatos
 me = Miliéquivalentes

FA = Franco arenoso
 M.O = Materia orgánica
 P = Fósforo disponible
 K = Potasio disponible
 C.E = Conductividad eléctrica
 SB = Saturación de bases
 Mg²⁺ = Magnesio cambiante
 mS/cm = milisiemens por centímetro
 C.E (e) = Conductividad eléctrica del extracto
 Al³⁺ = Aluminio cambiante


 Lic. Nelly Arévalo Solsol
 ANEXO Nº 01 AL REPORTE DE RESULTADOS DE ANALISIS DE SUELOS
 ADMINISTRACION DE AGUAS Y SUELOS



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO – PUNO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGRONOMICA
LABORATORIO DE AGUAS Y SUELOS



ANALISIS DE FERTILIDAD DE SUELOS

PROCEDENCIA : Los Pichones FCAG
 INTERESADO : Nelly Arévalo Solsol
 FECHA RECEPCION : Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann.
 FECHA DE ANALISIS : 26/11/2013
 LABORATORIO : Agua y Suelo FCA – UNA

# ORD	CLAVE DE CAMPO	ANALISIS MECANICO			CLASE TEXTURAL	CO ₂ %	M.O.%	N TOTAL %
		ARENA %	ARCILLA %	LIMO %				
01	T4	72.90	5.02	22.08	Fraco Arenoso	0.00	4.77	0.20

# ORD	pH	C.E mS/cm	C.E(e) mS/cm	ELEMENTOS DISPONIBLES		CATIONES CAMBIABLES					CIC me/100g	S B %
				P ppm	K ppm	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Al ³⁺		
01	6.10	3.66	18.40	8.06	388	NC	NC	NC	NC	0.00	NC	NC

- | | | | |
|------------------|--------------------------------------|------------------|--|
| ArA | = Arcillo Arenoso | FA | = Fraco arenoso |
| AF | = Arena Franca | M.O | = Materia orgánica |
| FuA | = Fraco Arcillo Arenoso | P | = Fósforo disponible |
| CIC | = Capacidad de intercambio catiónico | K | = Potasio disponible |
| N | = Nitrógeno total | C.E | = Conductividad eléctrica |
| K ⁺ | = Potasio combinable | SB | = Saturación de bases |
| A | = Arena | Mg ²⁺ | = Magnesio cambiante |
| Ca ²⁺ | = Calcio combinable | mS/cm | = milisiemens por centímetro |
| Na ⁺ | = Sodio combinable | C.E (e) | = Conductividad eléctrica del extracto |
| CO ₂ | = Carbonatos | Al ³⁺ | = Aluminio cambiante |
| me | = Miliequivaleente | | |

Ing. **Guillermo Fernández Collapata**
 Director del Centro de Estudios de Aguas y Suelos
 Laboratorio de Aguas y Suelos



Anexo 4. Análisis de Compost

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO – PUNO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGRONOMICA
LABORATORIO DE AGUAS Y SUELOS



ANALISIS DE FERTILIDAD DE SUELOS

PROCEDENCIA : TACNA
 INTERESADO : Nelly Arévalo Solsol.
 FECHA RECEPCION : 21/11/2012
 LABORATORIO : Agua y Suelo FCA – UNA

# ORD	CLAVE DE CAMPO	ANALISIS MECANICO			CLASE TEXTURAL	CO ₂ %	M.O.%	N TOTAL %
		ARENA %	ARCILLA %	LIMO %				
01	M-03-COMPOST	NC	NC	NC	NC	0.00	17.00	1.74

# ORD	pH	C.E mS/cm	C.E(e) mS/cm	ELEMENTOS DISPONIBLES		CATIONES CAMBIABLES					CIC me/100g	S B %
				P %	K %	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Al ³⁺		
01	8.70	6.55	NC	0.37	0.45	NC	NC	NC	0.31	0.00	NC	NC

ArA = Arcillo Arenoso
 AF = Arena Franca
 FAra = Franco Arcillo Arenoso
 CIC = Capacidad de intercambio catiónico
 N = Nitrógeno total
 K⁺ = Potasio combinable
 A = Arena
 Ca²⁺ = Calcio combinable
 Na⁺ = Sodio combinable
 CO₂ = Carbonatos
 me = Miliequivalente

FA = Franco arenoso
 M.O = Materia orgánica
 P = Fósforo disponible
 K = Potasio disponible
 C.E. = Conductividad eléctrica
 SB = Saturación de bases
 Mg²⁺ = Magnesio cambiante
 mS/cm = milisiemens por centímetro
 C.E (e) = Conductividad eléctrica del extracto
 Al³⁺ = Aluminio cambiante

Anexo 5 Procedimiento para la preparación de sustrato



Anexo 6. Trasplante a campo definitivo: Estado de Plántulas



Anexo 7. Conducción del experimento :planta juvenil



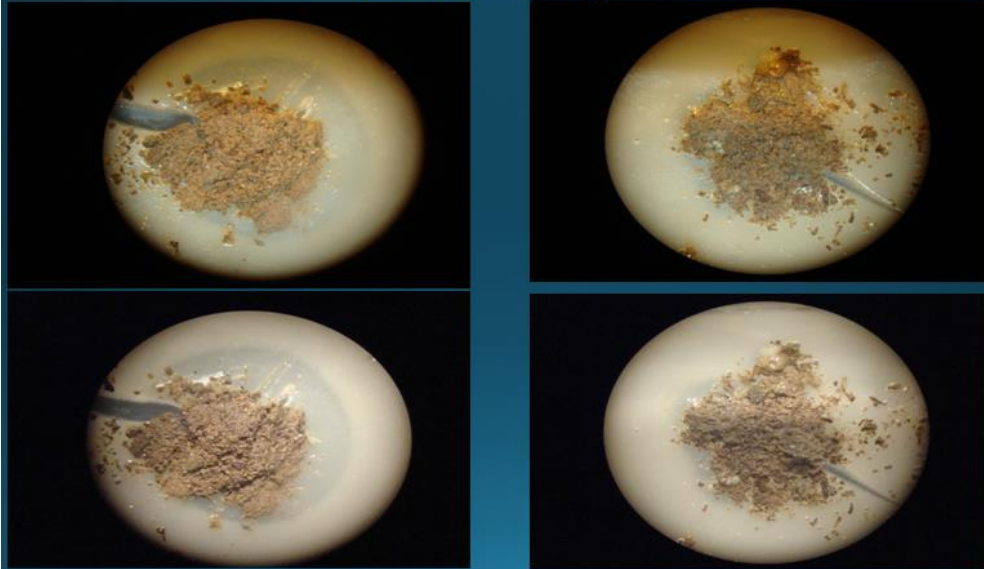
Anexo 8. Aplicación de tratamientos: Planta Juvenil



Anexo 9. Procedimiento para la elaboración del Biol

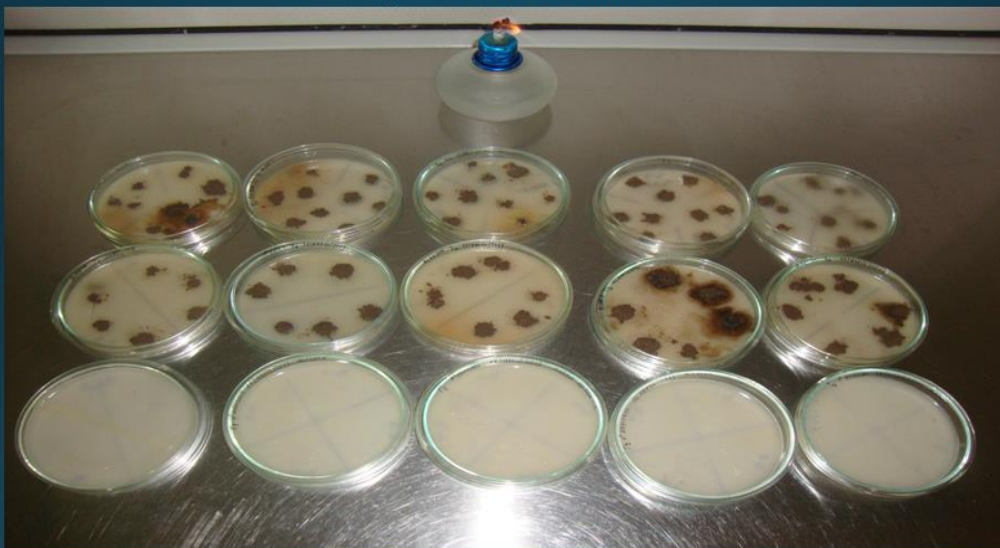


Anexo 10. Aislamiento primario y comprobación del *Azotobacter sp.* con el medio Ashby



Presencia de *Azotobacter sp.* : Grumosidad y cambio de color

Anexo 10. Confirmación del *Azotobacter sp.* mediante características de grumosidad y coloración de la bacteria



Anexo 11. Riego por goteo y demarcación del campo experimental



Anexo 12. Malezas observadas en el experimento



Portulaca oleracea "verdolaga"



Coronopus didymus "mostacilla"



Conyza bonariensis "foquitos"



Malva palviflora "malva silvestre"



Orocarpidium sp "malva"



Nicotiana glauca "tabaquillo"

IDENTIFICACIÓN: Zegarra, 2013



Chenopodium ambrosioides "paico"



Heliotropium curassavicum "heliotropo"



Sonchus asper "janacho"



Nicotiana paniculata "tabaquillo"



Bromus uniloides "cebadilla"



Eragrostis sp "pajilla"

IDENTIFICACIÓN: Zegarra, 2013

ESTADO DE PLANTULAS



Anexo 13. Planta adulta: Floración y Llenado de bellotas



Anexo 14. Evaluación floración y fructificación



Anexo 15. Cosecha (PRIMERA PAÑA)



Anexo 16. Toma de datos



Anexo 17. Ley N° 29224

El Peruano
Lima, martes 8 de mayo de 2006

NORMAS LEGALES

371809

LEY N° 29224

EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA

POR CUANTO:

El Congreso de la República
ha dado la Ley siguiente:

EL CONGRESO DE LA REPÚBLICA;
Ha dado la Ley siguiente:

LEY QUE DECLARA PATRIMONIO GENÉTICO ÉTNICO-CULTURAL DE LA NACIÓN AL ALGODONERO NATIVO PERUANO

Artículo 1°.- Objeto de la Ley

Declárase Patrimonio Genético Étnico-Cultural de la Nación al Algodonero Nativo Peruano denominado "Pais", disponiéndose en consecuencia su rescate, recuperación, conservación y promoción en el ámbito nacional.

Artículo 2°.- Incorporación del Algodón Nativo Peruano al Anexo de la Ley N° 28477, Ley que declara a los cultivos, crianzas nativas y especies silvestres usufructuadas Patrimonio Natural de la Nación

Incorpórase el numeral 46) al inciso a) Cultivos Nativos, del Anexo de la Ley N° 28477, Ley que declara a los cultivos, crianzas nativas y especies silvestres usufructuadas Patrimonio Natural de la Nación, con el siguiente texto:

"46. Algodón Nativo Peruano, Algodón Pais o Algodón de Colores; *Gossypium barbadense* L. *Sap peruvianum*."

DISPOSICIÓN DEROGATORIA

ÚNICA.- Déjase sin efecto el artículo 7° del Anexo aprobado por Resolución Ministerial N° 0251-94-AG y deróganse las demás normas o disposiciones que se oponen a la presente Ley.

DISPOSICIÓN FINAL

ÚNICA.- La presente Ley entra en vigencia al día siguiente de su publicación.

Comuníquese al señor Presidente de la República para su promulgación.

En Lima, a los veintidos días del mes de abril de dos mil ocho.

LUIS GONZALES POSADA EYZAGUIRRE
Presidente del Congreso de la República

MARTHA MOYANO DELGADO
Segunda Vicepresidenta del Congreso
de la República

AL SEÑOR PRESIDENTE CONSTITUCIONAL DE
LA REPÚBLICA

POR TANTO:

Mando se publique y cumpla.

Dado en la Casa de Gobierno, en Lima, a los cinco días del mes de mayo del año dos mil ocho.

ALAN GARCÍA PÉREZ
Presidente Constitucional de la República

JORGE DEL CASTILLO GÁLVEZ
Presidente del Consejo de Ministros

196542-1

PODER EJECUTIVO

DECRETOS LEGISLATIVOS

DECRETO LEGISLATIVO N° 1008

EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA

POR CUANTO:

El Congreso de la República mediante Ley N° 29157, ha delegado en el Poder Ejecutivo la facultad de legislar sobre diversas materias relacionadas con la implementación del Acuerdo de Promoción Comercial Perú - Estados Unidos, y con el apoyo a la competitividad económica para su aprovechamiento, por un plazo de ciento ochenta (180) días calendario; y, en el marco de dicha delegación legislativa el Poder Ejecutivo está facultado para establecer una estrategia integral dirigida a dar impulso a la mejora de la calidad y el desarrollo de las capacidades, así como al fortalecimiento del marco institucional y regulatorio;

De conformidad con lo establecido por el artículo 104° de la Constitución Política del Perú;

Con el voto aprobatorio del Consejo de Ministros; y,
Con cargo a dar cuenta al Congreso de la República;
Ha dado el Decreto Legislativo siguiente:

DECRETO LEGISLATIVO QUE MODIFICA LA LEY DEL SISTEMA PRIVADO DE ADMINISTRACIÓN DE FONDOS DE PENSIONES, CUYO TEXTO ÚNICO ORDENADO FUE APROBADO MEDIANTE DECRETO SUPREMO N° 054-97-EF

Artículo Único.- Modificación de los artículos 23° y 25°-D del Texto Único Ordenado de la Ley del Sistema Privado de Administración de Fondos de Pensiones, aprobado mediante el D.S. N° 054-97-EF

Modifíquense los artículos 23° y 25°-D del Texto Único Ordenado de la Ley del Sistema Privado de Administración de Fondos de Pensiones, aprobado mediante el Decreto Supremo N° 054-97-EF, los que quedan redactados de la siguiente manera:

"Rentabilidad Mínima y otras Garantías

Artículo 23°.- Las inversiones a que se refiere el artículo 22° de la presente Ley deben generar una rentabilidad cuyo resultado neto será materia de una adecuada difusión hacia los afiliados y público en general. Dicha rentabilidad será ordenada de mayor a menor en función de los niveles obtenidos por cada AFP, de acuerdo con las normas y en la periodicidad que sobre el particular apruebe la Superintendencia.

Mediante Decreto Supremo refrendado por el Ministro de Economía y Finanzas, con la opinión técnica de la Superintendencia, se determinarán los criterios aplicables a la rentabilidad mínima, la misma que está garantizada por el Encaje Legal que se constituye con recursos propios de las AFP y, con otras garantías que otorgue la AFP.

El Encaje Legal y las otras garantías servirán para cubrir los potenciales perjuicios que la AFP genere a los Fondos de Pensiones, por el incumplimiento de las obligaciones de la presente Ley y su Reglamento, por dolo o negligencia."

"Límites de inversión generales

Artículo 25°-D.- Sin perjuicio de lo señalado en el artículo anterior, la política de diversificación de inversiones de los fondos deberá cumplir con los siguientes límites generales:

a) La suma de las inversiones en instrumentos emitidos o garantizados por el Estado Peruano como máximo treinta por ciento (30%) del valor del Fondo.

b) La suma de las inversiones en instrumentos emitidos o garantizados por el Banco Central de Reserva del Perú como máximo treinta por ciento (30%) del valor del Fondo.

c) La suma de las inversiones a que se refieren los incisos a) y b) precedentes no podrán superar de manera conjunta el cuarenta por ciento (40%) del valor del Fondo.

Anexo 18. Convenio de Cooperación entre SENASA-COEG S.C.R.L.

CONVENIO DE COOPERACION ENTRE EL SERVICIO NACIONAL DE SANIDAD AGRARIA - SENASA COEG S.C.R.L. PARA LA INSTALACION Y FUNCIONAMIENTO DE LABORATORIOS DE PRODUCCION DE INSECTOS BENEFICOS Y MICROORGANISMOS BENEFICOS.

Conste por el presente Convenio de Cooperación Técnica, que suscriben de una parte el Servicio Nacional de Sanidad Agraria - SENASA, con RUC No 20131373075, representado por su Director del SENASA Tacna el Ing^o MARIO JESUS BOLAÑOS CALLE, identificado con DNI N° 29553514, con domicilio en la Av. Municipal s/n del Distrito Gregorio Albarracín de la ciudad de Tacna, a quien en adelante se denominará SENASA y de otra parte el COEG S.C.R.L. con RUC No 20535108413, representado por el Sr. JORGE LEOPOLDO QUENTA CHERE, identificado con DNI N° 00414395, con domicilio legal en Villa Los Próceres Mz. 65 Lte. 17 Distrito Gregorio Albarracín Lauchipa - Provincia de Tacna, a quien adelante se le denominará COEG S.C.R.L.; en los términos y condiciones siguientes

CLÁUSULA PRIMERA: ANTECEDENTES

El SENASA es un Organismo Público Adscrito al Ministerio de Agricultura, creado por el artículo 17º, Título V del Decreto Ley 25902, cuya finalidad es mejorar la condición sanitaria de la actividad agraria, para lo cual promueve la participación de la iniciativa pública y privada en la ejecución de planes y programas de prevención, control y erradicación de plagas y enfermedades, contribuyendo al desarrollo sostenido del agro nacional y por ende al bienestar de la población, dentro de lo establecido en su Reglamento de Organización y Funciones, aprobado mediante Decreto Supremo N° 008-2005-AG, el Decreto Legislativo N° 1059, que aprueba la Ley General de Sanidad Agraria y su reglamento aprobado con Decreto Supremo N° 018-2008-AG.

Uno de los objetivos específicos del SENASA es promover el uso del control biológico de plagas agrícolas y reducir la aplicación de agroquímicos. Para este fin la Subdirección de Control Biológico promueve la suscripción de Convenios con Instituciones y Empresas para el manejo de Laboratorios de Insectos Benéficos o Microorganismos Benéficos.

COEG S.C.R.L. es una Empresa Privada, fundada el 01 de octubre del 2000, e inscrita en registros públicos N° 3812 número libro - folio - y asiento. Tiene como objetivo dedicarse a la crianza, producción masiva, industrialización, comercialización. Exportaciones e importaciones de especímenes benéficos para la agricultura, así mismo la comercialización de biocontroladores de plagas. Dedicarse también a la prestación de servicios de control de plagas y/o enfermedades, capacitación a agricultores y otras actividades afines. También podrá importar activos, materia prima e insumos que requiera la empresa para elevar sus niveles de producción y productividad.

CLÁUSULA SEGUNDA: BASE LEGAL.

- Título V del Decreto Ley N° 25902, Ley Orgánica del Ministerio de Agricultura, que crea el Servicio Nacional de Sanidad Agraria - SENASA
- Ley de Sanidad Agraria, aprobada mediante Decreto Legislativo N° 1059
- Reglamento de la Ley General de Sanidad Agraria, aprobada mediante Decreto Supremo N° 18-2008
- Reglamento de Organización y Funciones del SENASA, aprobado mediante Decreto Supremo N° 008-2005-AG.
- Resolución Directoral N° 005-2008-SENASA-DSV-SCB, que aprueba el Manual de Procedimientos para verificación de calidad de agentes biológicos para el control de plagas agrícolas, producidos por Laboratorios en Convenio con el SENASA
- Directiva General N° 003-2006-SENASA-DSV-SCB, que aprueba el Manual de Procedimientos para la Promoción del Control Biológico



CLÁUSULA TERCERA: OBJETIVOS

Ejecutar acciones conjuntas orientadas al funcionamiento de los Laboratorios del COEG S.C.R.L.; en producción de Insectos Benéficos y Microorganismos Benéficos, situado en la ciudad de Tacna, para atender de preferencia la demanda en su ámbito geográfico o de terceros.



CLÁUSULA CUARTA: DERECHOS DE LAS PARTES

4.1 Derechos del SENASA:



- a. Exigir garantía por el equipo entregado a COEG S.C.R.L.; Así como su buen uso y mantenimiento.
- b. Efectuar el control de calidad a los productos del laboratorio del COEG S.C.R.L.; en Convenio, cuando el SENASA lo estime necesario, y exigir el cumplimiento de los requisitos de calidad, de acuerdo a las condiciones establecidas en el Manual de Procedimientos para verificación de calidad de agentes biológicos para el control de plagas agrícolas correspondiente.
- c. Hacer el inventario anual del equipo de Laboratorio otorgado por el presente convenio.
- d. Recoger el equipo, materia del presente Convenio, al finalizar el mismo.



4.2 Derechos del COEG S.C.R.L.:

- a. Recibir entrenamiento del SENASA en la producción de Insectos y Microorganismos Benéficos, para el personal directamente vinculado al Laboratorio;
- b. Recibir asistencia técnica para mantener, mejorar la calidad y/o ampliar su línea de productos.



CLÁUSULA QUINTA: OBLIGACIONES DE LAS PARTES

5.1. Obligaciones del SENASA:

- a. Dejar bajo la conducción de COEG S.C.R.L.; el equipo detallado en el anexo I, durante el periodo de vigencia que dure el presente convenio.
- b. Capacitar a los técnicos y profesionales que trabajan directamente en el laboratorio. La capacitación se hará en el Centro de Control Biológico en Ate - Vitarte, Lima.
- c. Supervisar, evaluar y asesorar técnicamente el funcionamiento del Laboratorio.
- d. Efectuar trimestralmente el control de calidad a la producción del laboratorio, asumiendo el COEG S.C.R.L. el costo de (2) dos de los (4) controles de calidad, por cada año.

5.2. Obligaciones de COEG S.C.R.L.:

- a. Tener en funcionamiento permanente el Laboratorio, con producción para venta, promoción y reciclaje, para cubrir la demanda de su ámbito geográfico y sufragar los gastos de operatividad del Laboratorio.
- b. Aceptar una LETRA DE CAMBIO girada a nombre del SENASA por el valor del equipo; para cubrir los daños, robo o desperfecto que se ocasione al equipo otorgado por el SENASA señalado en el anexo I del presente convenio.
- c. Contar con personal calificado y capacitado para la conducción del laboratorio.
- d. Mantener la calidad de producción de Insectos y Microorganismos Benéficos, de acuerdo a las condiciones establecidas en el Manual de Procedimientos para verificación de calidad de agentes biológicos para el control de plagas agrícolas correspondiente; efectuando el control de calidad interno y asumiendo el costo de (2) dos de los (4) cuatro controles de calidad oficiales que efectuará el SENASA durante el año, cuya vigencia será de un trimestre.
- e. Proporcionar un local idóneo para el funcionamiento del Laboratorio y mantenerlo en buen estado de conservación.
- f. Presentar a la Dirección Ejecutiva del SENASA - Tacna, informes mensuales sobre la producción, venta, áreas atendidas, beneficiarios diferenciados por sexo y promoción de Insectos y Microorganismos Benéficos.
- g. Realizar por lo menos una vez por trimestre labores de promoción y difusión del Control Biológico, mediante uno de los siguientes medios: Asesoría Técnica a los agricultores a través de extensionistas, charlas de capacitación, material escrito o audiovisual
- h. Para la capacitación del personal del Laboratorio del COEG S.C.R.L., en el Centro de Control Biológico de Ate - Vitarte del SENASA, los pasajes, alimentación y hospedaje, serán asumidos por el COEG S.C.R.L.

CLÁUSULA SEXTA: DEL PERIODO DE VIGENCIA

El plazo del Convenio es por un periodo de dos (02) años calendario, contado a partir de la suscripción del Convenio, pudiendo ser prorrogado de acuerdo al cumplimiento de los compromisos establecidos.

CLÁUSULA SÉPTIMA: OPERATIVIDAD

El SENASA proporcionará el equipo (Anexo 01); y el COEG S.C.R.L. proporcionará los recursos necesarios, para el funcionamiento de los Laboratorios de producción de Insectos y Microorganismos Benéficos

CLÁUSULA OCTAVA: PROHIBICIONES Y PENALIDADES

- a. COEG S.C.R.L., no puede usar el equipo otorgado por el SENASA para fines distintos a lo establecidos en el presente convenio.
- b. En caso de daño, desperfecto o robo del equipo otorgado en el presente convenio COEG S.C.R.L., deberá dar solución al problema según sea el caso, de lo contrario el SENASA podrá ejecutar la garantía a las acciones que le faculte la ley.
- c. La supervisión del presente Convenio será realizada por personal del SENASA, sin que esto signifique retraso o impedimento en la ejecución del programa establecido para COEG S.C.R.L.
- d. COEG S.C.R.L., asume ante el SENASA la responsabilidad penal por la no devolución oportuna del equipo entregado en virtud del presente convenio.

CLÁUSULA NOVENA: SUSPENSIÓN DEL CONVENIO

Se suspenderá el presente convenio cuando por causas fortuitas o de fuerza mayor se imposibilite a cualquiera de las partes continuar con las obligaciones convenidas, en tanto duren las razones determinantes. Así también, se suspenderá el Convenio por otras causas que contemplen normas expresas.

CLÁUSULA DÉCIMA: CAUSALES DE RESOLUCION

Son causales de resolución del presente convenio, las siguientes:

- El incumplimiento injustificado de cualquiera de las condiciones estipuladas en el presente Convenio.
- La desaprobación del control de calidad oficial de una misma especie por tres veces continuas.
- El acuerdo de las partes.
- Por razones debidamente fundamentadas u otras establecidas en norma expresa.

La resolución del presente Convenio se hará de conocimiento a la contraparte, mediante comunicación escrita.

CLÁUSULA DÉCIMO PRIMERA: JURISDICCIÓN Y COMPETENCIA

El incumplimiento del presente convenio ocasionará responsabilidad legal frente a las cuales las partes se someterán al fuero jurisdiccional de Tacna, renunciando al fuero de sus domicilios legales a que hubiere lugar, renunciando al fuero de sus domicilios



CLÁUSULA DÉCIMO SEGUNDA: DISPOSICIONES GENERALES

Las partes, por mediar el interés común y el servicio público, convienen en prestarse apoyo y colaboración recíproca, para el logro de los objetivos del presente Convenio, en cuanto a las obligaciones que a cada uno compete.



Encontrándose conforme a todas y cada una de las disposiciones precedentes, las partes suscriben el presente Convenio en señal de conformidad, en tres (03) ejemplares, en la Ciudad de Tacna a los 22 días del mes de Julio del año dos mil trece.



POR EL SENASA


.....
Ing^o MARIO J. BOLAÑOS CALLE
DIRECTOR


CORG S.C.R.L.
.....
SR. JORGE QUENTA CHERRE
GERENTE

