

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO**

**ESCUELA DE POSGRADO**

**UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE  
CIENCIAS ECONÓMICAS**



**“POTENCIALIDAD DEL HELECHO *Azolla sp.* COMO  
BIOFERTILIZANTE NITROGENADO ALTERNATIVO EN EL  
CULTIVO DE CEBADA DE PEQUEÑOS PRODUCTORES –  
VALLE DEL MANTARO”**

**TESIS**

**PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE  
MAESTRO EN INVESTIGACIÓN Y DOCENCIA UNIVERSITARIA**

**JUAN MOISÉS MANDUJANO MIESES**

**Callao, 2019**

**PERÚ**



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS**  
**UNIDAD DE POSGRADO**

**MAESTRÍA EN INVESTIGACIÓN Y DOCENCIA UNIVERSITARIA**  
**RESOLUCIÓN N° 057-2019-CD-UPG-FCE-UNAC**

**JURADO EXAMINADOR:**

- Dr. COLONIBOL TORRES BARDALES : PRESIDENTE
- Dra. MARIA TERESA VALDERRAMA ROJAS : SECRETARIO
- PhD. ALMINTOR GIOVANNI TORRES QUIROZ : MIEMBRO
- Mg. VÍCTOR AURELIO HOCES VARILLAS : MIEMBRO

- ASESOR DE TESIS: Dr. ORLANDO MARQUEZ CARO

N° DE LIBRO DE ACTA DE SUSTENTACIÓN : 02

N° DE FOLIO: Pág. 19

N° DE ACTA DE SUSTENTACIÓN: 006-2019

FECHA DE APROBACIÓN DE TESIS: 07-08-2019

## **DEDICATORIA**

A los pequeños productores agrarios  
del Perú.

## **AGRADECIMIENTO**

Al Dr. Orlando Márquez Caro, asesor de la presente Tesis.

A los docentes de la Maestría en Investigación y Docencia Universitaria de la Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad Nacional del Callao por sus enseñanzas.

# INDICE

	Pág.
ÍNDICE .....	01
TABLAS DE CONTENIDO .....	03
RESUMEN .....	07
ABSTRACT.....	08
INTRODUCCIÓN .....	09
I. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN .....	10
1.1. Identificación del Problema.....	10
1.2. Formulación de Problemas.....	11
1.3. Objetivos de la investigación (General y específicos) .....	12
1.4. Justificación.....	12
II. MARCO TEÓRICO .....	14
2.1. Antecedentes del estudio .....	14
2.2. Leyes, Principios y teorías científicas.....	19
2.3. Definición de términos básicos .....	25
III.VARIABLES E HIPÓTESIS.....	27
3.1. Definición de las variables.....	27
3.2. Operacionalización de variables.....	27
3.3. Hipótesis general e hipótesis específicas .....	28
IV. METODOLOGÍA .....	29
4.1. Tipo de investigación.....	29

4.2. Diseño de la investigación.....	29
4.3. Población y muestra.....	32
4.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	35
4.5. Procedimientos de recolección de datos .....	36
4.6. Procesamiento estadístico y análisis de datos .....	39
V. RESULTADOS.....	41
5.1. Resultados del Análisis de contenido de nitrógeno orgánico de plantas de <i>Azolla sp.</i> .....	41
5.2. Resultados de los componentes de Rendimiento.....	41
5.3. Metodología para la obtención de biofertilizante a partir de plantas de <i>Azolla sp.</i> .....	48
VI.DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	56
6.1. Contrastación de hipótesis con los resultados.....	56
6.2. Contrastación de resultados con otros estudios similares .....	57
VII.CONCLUSIONES.....	60
VIII.RECOMENDACIONES.....	61
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	62
ANEXOS.....	66
Matriz de consistencia.....	66
Otros Anexos necesarios para respaldo de la investigación .....	69

## TABLAS DE CONTENIDO

Tabla 1. Operacionalización de la variable independiente ( <i>Azolla sp.</i> contenido de nitrógeno) y variable dependiente (rendimiento en grano de cebada).....	27
Tabla 2. Tratamientos en estudio correspondiente a <i>Azolla sp.</i> (Tratamientos, clave, dosis, % de nitrógeno) con su aplicación a suelo (lote 5 E.E.A. "El Mantaro – UNCP) con plantas de cebada (Línea de cebada UNC – 925 – SSL).....	30
Tabla 3. Tratamientos con distribución aleatoria (6 tratamientos, cada tratamiento con 5 repeticiones y 1 testigo, urea).....	31
Tabla 4. Análisis de suelo (Caracterización) proveniente de la Estación Experimental Agropecuaria "El Mantaro" en el laboratorio de Suelos, Plantas, Agua, Fertilizantes de la UNALM.....	37
Tabla 5. Análisis especial en foliar de plantas de <i>Azolla sp.</i> , provenientes del Distrito de Acolla, Provincia de Jauja, Departamento de Junín (Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas, Aguas y Fertilizantes, 10/07/14 UNALM).....	41
Tabla 6. Análisis de variancia del N° de granos/espiga.....	45
Tabla 7. Prueba de significación de Duncan para el N° de granos/espiga (componente de rendimiento).....	45
Tabla 8. Análisis de variancia del peso de granos/espiga.....	46
Tabla 9. Prueba de Significación de Duncan para peso de granos/ espiga (Componente de Rendimiento).....	46
Tabla 10. Análisis de variancia para el número de granos/espiga (componente de rendimiento).....	47

Tabla 11. Prueba de Significación de Duncan para el número de granos por espiga (Componente de Rendimiento).....	47
Tabla 12. Rendimiento en grano en Kilogramos por hectárea de la línea 925-SSL con el biofertilizante ( <i>Azolla sp.</i> ) en base a las tablas 22 y 23.....	48
Tabla 13. Comparación de las técnicas de secado solar tipo bastidor y tipo manta.....	53
Tabla 14. Diagrama de flujo para la obtención del biofertilizante a partir de plantas de <i>Azolla sp.</i> .....	54
Tabla 15. Programa de actividades realizadas para la ejecución del experimento.....	75
Tabla 16. Caracteres agronómicos de la línea de cebada 925-SSL en condiciones controladas de invernadero con el biofertilizante ( <i>Azolla sp.</i> ) Fecha de siembra: 02/01/2015.....	76
Tabla 17. Componentes de rendimiento de la línea 925-SSL en condiciones controladas con el biofertilizante ( <i>Azolla sp.</i> ).....	77
Tabla 18. Evaluación de caracteres agronómicos de la línea de cebada 925-SSL en condiciones controladas de invernadero con el biofertilizante ( <i>Azolla sp.</i> ) Fecha de siembra: 02/01/2015.....	78
Tabla 19. Componentes de rendimiento de la línea 925-SSL en condiciones controladas con el biofertilizante ( <i>Azolla sp.</i> ).....	80
Tabla 20. Rendimiento en grano (k/hectárea) de la línea 925-SSL con el biofertilizante ( <i>Azolla sp.</i> ).....	80
Tabla 21. Costo de producción de 37.20 kg de biofertilizante seco de <i>Azolla sp.</i> , a partir de 100 kg de plantas frescas obtenidas de fuentes naturales (Valle del Mantaro).....	82

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Unidad experimental: maceta conteniendo el suelo al que se le adicionaron los tratamientos del biofertilizante ( <i>Azolla sp.</i> ).....	33
Figura 2. En la figura se muestra el borde o espacio para el riego, en la parte inferior un aforo en la base de la maceta.....	34
Figura 3. Modelo de muestreo de suelo para su envío al laboratorio de suelo de la UNALM.....	36
Figura 4. Espigas de la línea 925 - SSL. Tratamiento 1 (200g del biofertilizante).....	42
Figura 5. Espigas de la línea 925 – SSL., Tratamiento T2 (150g del biofertilizante).....	42
Figura 6. Espigas de la Línea 925 – SSL., Tratamiento T3 (100 g de biofertilizante).....	43
Figura 7. Espigas de la línea de cebada 925 – SSL., Tratamiento 4 (50g del biofertilizante).....	43
Figura 8. Espigas de la línea 925 – SSL., Tratamiento 5 (25g del biofertilizante).....	44
Figura 9. Espigas de la línea de cebada 925 – SSL., Tratamiento 6 (urea, 10g).....	44
Figura 10. Secador tipo Bastidor de madera y malla metálica. Diseño y Dimensiones: Largo 3m, Ancho 1m.....	49
Figura 11. Bastidor de madera: longitud 3m., ancho 1m., M= malla metálica.....	49
Figura 12. Secador tipo bastidor con malla metálica e implementos.....	50

Figura 13. Muestra de <i>Azolla sp.</i> , plantas con frondas y raíces durante el secado sobre la malla metálica del bastidor.....	50
Figura 14. Secador tipo manta mostrando las muestras de <i>Azolla sp.</i> Dimensiones 2m x 2m.....	52
Figura 15. Plantas de <i>Azolla</i> mostrando la coloración rojiza durante día soleado la que varía a verde si el día es muy nublado.....	55
Figura 16. Constancia de muestra de <i>Azolla sp.</i> , en estudio clasificada como <i>Azolla filiculoides</i> Lam.....	69
Figura 17. Sección transversal de una fronda (hoja) de <i>Azolla</i> mostrando su organización.....	70
Figura 18. <i>Anabaena azollae</i> mostrando un Heterocisto y células vegetativas. (Laboratorio de Fitopatología de la Facultad de Agronomía – UNCP. 2016).....	71
Figura 19. Plano de ubicación del lote 5b. Fuente: E.E.A. "El Mantaro". UNCP.....	72
Figura 20. Informe de Análisis Especial en Foliar. Fuente: Laboratorio de Suelos. UNALM. 2013.....	73
Figura 21. Análisis de suelos: Caracterización. Fuente: Laboratorio de suelos. UNALM. 2014.....	74

## RESUMEN

Los pequeños productores del valle del Mantaro desconocen la utilidad de *Azolla sp.*, como biofertilizante nitrogenado alternativo para el cultivo de cebada. El experimento se realizó en la Estación Experimental Agropecuaria “El Mantaro” de Agosto 2015 a Marzo 2016. Se determinó el contenido de nitrógeno de las plantas de *Azolla sp.*, para ser empleado como biofertilizante nitrogenado alternativo en el cultivo de cebada de los pequeños productores del valle del Mantaro. Se determinó el incremento del rendimiento en grano de plantas de cebada *Hordeum vulgare* L., con la aplicación de *Azolla sp.*, como biofertilizante nitrogenado, en dosis. Se elaboró una tecnología apropiada para la producción de *Azolla sp.*, como biofertilizante nitrogenado alternativo en el cultivo de cebada de los pequeños productores del valle del Mantaro. Los resultados obtenidos muestran: 1. El análisis en foliar de *Azolla sp.*, muestra un contenido de nitrógeno de 3.72%, lo que indica 3.72g de nitrógeno en 100g de materia seca de la muestra analizada. 2. Las dosis del biofertilizante T3 (100g) y T6 (urea 10g) no muestran diferencia significativa para los componentes de rendimiento: número y peso de granos por espiga de cebada (línea UNC – 925). Las dosis del biofertilizante T1 (200g) y T2 (150g) superan a T6 (urea 10g) en los componentes de rendimiento: número y peso de granos por espiga de la planta de cebada. 3. En la tecnología apropiada para la obtención del biofertilizante el secador tipo bastidor tiene un tiempo de secado de 10 días y plantas de *Azolla* seca de mejor calidad supera al secador tipo manta con tiempo de 15 días y menor calidad del material secado. 4. La especie de *Azolla sp.*, es estudiada y clasificada como *Azolla filiculoides* Lam.

**Palabras clave:** *Azolla sp.*, biofertilizante, cebada, pequeños productores.

## ABSTRACT

Small producers in the Mantaro Valley are unaware of the usefulness of *Azolla sp.*, as an alternative nitrogen biofertilizer for barley cultivation. The experiment was carried out at the Agricultural Experiment Station "El Mantaro" from August 2015 to March 2016. The nitrogen content of the *Azolla sp.*, plants was determined, to be used as an alternative nitrogen biofertilizer in the barley crop of the small producers of the Mantaro Valley. The increase in grain yield of barley plants *Hordeum vulgare* L., with the application of *Azolla sp.*, was determined as nitrogenous biofertilizer, in doses. An appropriate technology was developed for the production of *Azolla sp.*, as an alternative nitrogenous biofertilizer in the barley crop of the small producers of the Mantaro valley. The results obtained show: 1. The foliar analysis of *Azolla sp.*, Shows a nitrogen content of 3.72%, which indicates 3.72g of nitrogen in 100g of dry matter of the sample analyzed. 2. The doses of the biofertilizer T3 (100g) and T6 (urea 10g) show no significant difference for the yield components: number and weight of grains per barley spike (line UNC - 925). The doses of biofertilizer T1 (200g) and T2 (150g) exceed T6 (urea 10g) in the yield components: number and weight of grains per spike of the barley plant. 3. In the appropriate technology for obtaining the biofertilizer, the dryer type frame has a drying time of 10 days and plants of dry *Azolla* of better quality exceeds the dryer type blanket with time of 15 days and lower quality of the dried material. 4. The species of *Azolla sp.*, is studied and classified as *Azolla filiculoides*. Lam.

**Key words:** *Azolla sp.*, biofertilizer, barley, small producers.

## INTRODUCCIÓN

Los pequeños productores del valle del Mantaro, Departamento de Junín, desconocen alternativas al empleo de los fertilizantes nitrogenados químicos industriales como lo es la urea que contamina, compacta y deteriora los suelos. En el valle del Mantaro se encuentra presente el helecho *Azolla sp.*, en forma natural en cuerpos de agua sin tener uso alguno y que es utilizado en otros países como biofertilizante, como el caso del cultivo del arroz en varios países de Asia. China viene empleando *Azolla* en cultivos de arroz en pozas que consiste en construir pozas en las que se acumulan el agua y se trasplantan plántulas de arroz. *Azolla* se adiciona al agua y al crecer el helecho acuático cubre el agua de la poza, después de un agosto se incorpora al suelo el helecho. Esta modalidad se viene usando en Ecuador en arroz. *Azolla* podría ser una alternativa ya que *Azolla* en simbiosis con el alga *Anabaena azollae* fija nitrógeno atmosférico. **La visión científica** del presente trabajo es construir una teoría que permita al pequeño productor del valle del Mantaro desarrollar la economía de auto sostenimiento que le permita enfrentar a la economía de mercado del cual es dependiente. La economía de los pequeños productores del valle del Mantaro por efecto del creciente minifundio oscila entre la economía de auto sostenimiento y la economía de mercado. Según Fernández y Huaylinos 1986) la posesión de tierras de los pequeños productores varía de 0,01 has, a 2,99 has. **El sentir de los pequeños productores** es que el estado muy poco o nada los apoya en tecnología. El presente trabajo de investigación tiene la **intención** de emplear a *Azolla sp.*, como biofertilizante nitrogenado alternativo a la urea en el cultivo de cebada para pequeños productores en las condiciones agroecológicas del valle del Mantaro y dar **validez** a este helecho desde el punto de vista tecnológico para este sector productivo.

# I. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

## 1.1. Identificación del problema.

### Problema general.

Los pequeños productores del valle del Mantaro se enfrentan al problema de tener reducidos recursos económicos y los rendimientos del cultivo de cebada bajos por falta de tecnología alternativa al uso de fertilizantes químicos nitrogenados. Desconocen el potencial del helecho acuático *Azolla sp.*, como biofertilizante nitrogenado alternativo en el cultivo de cebada para pequeños productores del valle del Mantaro, para disminuir la dependencia de fertilizantes nitrogenados químicos industriales como la urea que contamina el agua compactan y deteriora los suelos.

### Problemas específicos:

#### Problema específico 1

. No se ha determinado el contenido de nitrógeno de plantas de *Azolla sp.*, para ser empleado como biofertilizante nitrogenado alternativo en el cultivo de cebada de pequeños productores del valle del Mantaro.

#### Problema específico 2

. No se ha determinado el rendimiento en grano de plantas de cebada con la aplicación de *Azolla sp.*, en dosis como biofertilizante nitrogenado alternativo a la urea.

#### Problema específico 3

. Los pequeños productores del valle del Mantaro no poseen una tecnología apropiada para la producción de *Azolla sp.*, como biofertilizante nitrogenado alternativo en el cultivo de cebada.

## **1.2. Formulación del problema.**

### **Problema general.**

¿Cuál es el potencial del helecho acuático *Azolla sp.*, como biofertilizante nitrogenado alternativo en el cultivo de cebada para pequeños productores del valle del Mantaro, para disminuir la dependencia de fertilizantes nitrogenados químicos industriales como la urea que contamina el agua y deteriora los suelos?

### **Problemas específicos**

#### **Problema específico 1**

¿Cuál es el contenido de nitrógeno de las plantas de *Azolla sp.*, para ser empleado como biofertilizante nitrogenado alternativo en el cultivo de cebada de los pequeños productores del valle del Mantaro?

#### **Problema específico 2**

¿Cuánto es el incremento del rendimiento en grano de plantas de cebada *Hordeum vulgare* L. con la aplicación de *Azolla sp.*, en dosis como biofertilizante nitrogenado?

#### **Problema específico 3**

¿Qué tecnología es apropiada para la producción de *Azolla sp.*, como biofertilizante nitrogenado alternativo en el cultivo de cebada para los pequeños productores del valle del Mantaro?

### **1.3. Objetivos de la investigación.**

#### **Objetivo general**

.Evaluar el potencial del helecho acuático *Azolla sp.*, como biofertilizante nitrogenado alternativo en el cultivo de cebada de pequeños productores del valle del Mantaro?

#### **Objetivo específico 1:**

.Determinar el contenido de nitrógeno de las plantas de *Azolla sp.*, para ser empleado como biofertilizante nitrogenado alternativo en el cultivo de cebada de los pequeños productores del valle del Mantaro.

#### **Objetivo específico 2:**

.Determinar el incremento del rendimiento en grano de plantas de cebada *Hordeum vulgare L.*, con la aplicación de *Azolla sp.*, como biofertilizante nitrogenado, en dosis.

#### **Objetivo específico 3:**

.Elaborar una tecnología apropiada para la producción de *Azolla sp.*, como biofertilizante nitrogenado alternativo en el cultivo de cebada de los pequeños productores del valle del Mantaro.

### **1.4. Justificación (tecnológica, económica, social, práctica).**

**Tecnológica:** el presente trabajo permite validar al helecho acuático *Azolla sp.*, como biofertilizante alternativo para el cultivo de cebada de los pequeños productores del valle del Mantaro.

**Económica y Social:** El empleo de *Azolla sp.*, como biofertilizante nitrogenado permitirá a los pequeños productores del valle del Mantaro reducir los costos de producción por el empleo de fertilizantes químicos industriales

como la urea, nitrato de amonio, fosfato diamónico, etc. El biofertilizante permitirá mejorar las relaciones de producción del sector pequeño productor.

### **1. Valoración del impacto económico de la investigación.**

**Sanchez Narvaez** (1996) En lo referente a tecnologías apropiadas, menciona que IMPACTO es el resultado del proyecto o modificaciones finales en las condiciones de vida de los usuarios del proyecto, ejemplo: incremento de los ingresos familiares, desarrollo educativo comunal, mejora de los índices de mortalidad infantil, etc.

Valorar el impacto económico de la investigación de *Azolla sp.*, como biofertilizante nitrogenado alternativo en el cultivo de cebada de pequeños productores del valle del Mantaro significa:

1. Validación del helecho acuático *Azolla sp.*, como tecnología apropiada para los pequeños productores del valle del Mantaro.

2. El biofertilizante de *Azolla sp.* (Seco y molido) en la cantidad de 100 g aplicado a un cultivo de cebada con suelo agrícola (bajo en nitrógeno) es equivalente a 10 g del fertilizante químico industrial denominado urea en el rendimiento en grano de cebada.

3. La productividad de un suelo agrícola a largo plazo en término económico aumenta porque los biofertilizantes mejoran la calidad del suelo y no ocasionan deterioro y contaminación del mismo y el producto cosechado es de mejor calidad (agricultura orgánica), mientras es todo lo contrario con la urea que compacta y contamina los suelos (agricultura convencional). El impacto tiene un efecto económico favorable gradual, bajo agricultura orgánica o ecológica, para los pequeños productores del valle del Mantaro.

**Práctica:** la metodología para obtener biofertilizante a partir del helecho acuático *Azolla sp.*, en el presente trabajo, podrá ser empleado por los pequeños productores del valle del Mantaro en el cultivo de cebada.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes del estudio.

#### 2.1.1. Antecedentes Nacionales

Son pocos los trabajos de investigación con el helecho acuático *Azolla sp.*, como biofertilizante nitrogenado alternativo en cultivo de cebada de los pequeños productores del valle del Mantaro.

**Maletta (2017)** Describe a la agricultura de Perú como heterogénea y de una estructura productiva diversificada. Además la heterogeneidad es ecológica, está dada por pisos altitudinales, las cuencas y microcuencas en el aspecto hidrográfico, variados micro climas con localización geográfica en donde se distribuyen las tierras con aptitud agropecuaria.

**OXFAM en Perú (2016)** En cuanto a la agricultura familiar casi la totalidad de agricultores en Perú se dedica a esta agricultura. El último censo nacional agropecuario muestra que más de tres millones de hombres y mujeres están empleados como mano de obra familiar para trabajos en el campo, sin recibir en la mayoría de casos asistencia técnica, ni apoyo tecnológico por parte del estado. En el Perú la agricultura familiar se concentra principalmente en la Sierra 64%, en la Selva 21% y en la Costa 15%.

**FAO (2014)** En base a la producción (agrícola), tanto nacional como en la región, se menciona que alrededor del 80% de las unidades productivas son desarrolladas por los pequeños productores, quienes proveen más del 60% de la alimentación básica del Perú según informa el representante de la FAO John Preissing.

**EL COMERCIO (2019)** Acerca del rol de la urea, menciona que en la agricultura local, solo se aplica fertilizantes al 43% de los cultivos, de este número cerca del 75% emplea la urea como componente base del producto, un químico que puede producir el óxido nitroso, un gas de efecto invernadero 300 veces más contaminante que el CO<sub>2</sub> afectando directamente el cumplimiento de los **objetivos de desarrollo sostenible de la ONU**.

**AGRICULTORERS. Red de especialistas en Agricultura. (2015)** Definen como tecnologías limpias aquellas que no contaminan los recursos naturales renovables y no renovables. Se han planteado dudas sobre la sustentabilidad de los procesos agrícolas tal como se han venido manejando hasta ahora. Por la alta dependencia de los fertilizantes químicos, pesticidas y herbicidas. Las tecnologías limpias consisten en la aplicación de estrategias que incluyen técnicas como reciclado, sustitución, recuperación y revalorización.

**Indacochea et al (2005)** en lo referente a pequeños productores o agricultura bajo el sistema de minifundio, según estos teóricos el más grave problema y la causa del bajo rendimiento del sector agrícola en el valle del Mantaro es la presencia del minifundio: el 73% de las unidades agrícolas son menores a 5 hectáreas, solo el 3% más de 50 hectáreas, y las unidades entre 5 y 49 hectáreas representan el 25%. Situación que evidencia la fragmentación en lo que podría denominarse unidades productivas antieconómicas.

**Devaux et al (2011)** Sobre las perspectivas en innovación, mientras que la investigación se enfoca en generar nuevos conocimientos y la tecnología ayuda a crear un nuevo suministro de la producción de nuevos métodos, la innovación está acompañado con el uso práctico de nuevos conocimientos. Involucra el uso de nuevas ideas, nuevas tecnologías o nuevas maneras de hacer las cosas en un lugar o por personas donde ellas no han sido usadas antes.

### **2.1.2. Antecedentes Internacionales**

**Martínez (2018)** Acerca de la acción de los fertilizantes químicos como la Urea, esta libera amoníaco (volátil) en su proceso de descomposición en el suelo. Parte del amoníaco formado en la descomposición pasa a la atmosfera

y llega a formar parte de la lluvia ácida y otra parte que termina contaminando el agua subterránea.

**Martínez Valle (2013)** Hace mención al concepto de agricultura familiar y este concepto tiene su fundamento en la noción de economía campesina. La agricultura familiar era vista como elemento de la economía campesina del Perú. La explotación familiar campesina conforma la unidad primaria y básica de la sociedad campesina y la economía.

**Mosquera y Calderón (2002)** Describen la interacción de tres calidades de luz: roja, blanca y azul, con dos niveles de nitrógeno en la simbiosis *Azolla filiculoides* – *Anabaena azollae*. Emplearon los medios de crecimiento IRRI + N, IRRI – N. Siendo los resultados: en cantidad de proteína, las plantas iluminadas con luz azul mostraron contenidos significativamente mayores que las crecidas bajo luz blanca y roja. Las plantas crecidas. En el medio sin nitrógeno presentaron una mayor tasa de crecimiento.

**Hoyos (1993)** Empleó *Azolla sp*, como fuente orgánica en los cultivos de tomate y lechuga en dos niveles. Se comparó la urea como testigo con dos niveles de *Azolla sp.*, humus de lombriz, compost. Los resultados mostraron que *Azolla sp.* Nivel 1 y *Azolla sp.* Nivel 2 superan a humus de lombriz y compost, pero no a la urea.

**Caritas Huancayo (2007)** Acerca de composición química de la urea en forma granulada de color blanco contiene 46% de nitrógeno, puede ser aplicado al suelo de acuerdo a su nivel de fertilidad. A. Suelos Pobres: Aquellos suelos con baja fertilidad natural, por lo general son suelos de colores claros. B. Suelos con mediana fertilidad: aquellos que presentan una moderada fertilidad natural. C. Suelos de Alta Fertilidad. Suelos que presentan buena fertilidad natural, son suelos de colores oscuros.

**León & Young. (1995)** Describen a las plantas acuáticas del Perú, en una tabla elaborada por los autores citan la presencia de cuatro especies de *Azolla* Lam., en las tres regiones del Perú según los autores: Costa, Sierra y selva y

son las siguientes: *Azolla caroliniana* Svens., *Azolla filiculoides* Lam, *Azolla mexicana* C. Presl y *Azolla microphylla* Kraulf.

**Pineda (2016)** Mencionan que la importancia del uso del humus y de la materia orgánica que en general no ha disminuido y por el contrario su presencia es cada vez más valorado y reconocido como fundamental en la dinámica del sistema Suelo – Agua - Planta. Cuando el poder tampón (amortiguador) en los suelos de textura gruesa y pobres en materia orgánica, la urea contribuye a la acidificación del suelo.

**Rodríguez (1992)** En lo relacionado a la eficacia biofertilizadora de la asociación *Azolla filiculoides* Lam., con *Anabaena azollae* en el cultivo de tomate, ha observado que al aplicar *Azolla* en forma seca incrementa los rendimientos en tomate con la aplicación en dosis creciente. Encontró una relación entre peso, número de frutos y el nivel de fertilización con *Azolla* seca aplicada dos meses con anticipación antes de la siembra.

### **2.1.2. Antecedentes Internacionales.**

**Martínez Valle (2013)** En lo concerniente al concepto de agricultura familiar Este tiene su fundamento en la noción de lo que se entiende como la economía campesina. La agricultura familiar ha sido vista siempre como un elemento de importancia de la economía campesina. La explotación por parte de la familia campesina conforma la unidad primaria y básica de la sociedad campesina y de la economía.

**Fontanetto (2001)** Estudió el comportamiento de dosis del fertilizante nitrogenado urea sobre el rendimiento y la calidad del grano de cebada. Los tratamientos fueron tres dosis de nitrógeno. 40, 60, 80, se compararon con un tratamiento testigo N = 0. Se empleó el diseño experimental Blocks Completamente Randomizados con 4 repeticiones, variedad san jerónimo N. La respuesta de la cebada al agregado de nitrógeno fue altamente significativa, los diferentes tratamientos afectaron al número de granos por metro cuadrado. La mejor dosis de nitrógeno fue N = 80 kg/ha.

**Montaño (2005)** En el litoral Ecuatoriano estudió la productividad del cultivo de arroz con la aplicación de *Azolla-Anabaena*. Empleó los siguientes tratamientos: a. testigo, b. 40 g urea, *Azolla* fresca 16 kg + 20 g N-urea, d. *Azolla* fresca 8 kg + 20 g N-urea, e. *Azolla* fresca 8 kg, f. *Azolla* fresca 16kg. Se aplicaron a dos variedades de arroz, INIAP 12, INIAP 14. El cultivo de arroz de la variedad INIAP 12 utilizando *Azolla* como fertilizante produjo 7,42 t/ha en el experimento del invierno 2003.

**Méndez – Martínez et al. (2018)** Según estos autores el contenido de los ingredientes minerales en *Azolla*, es el siguiente: nitrógeno peso fresco (4.0 – 5.0 %), nitrógeno peso seco (0.2 – 0.3 %), P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (0.4 – 0.5 %), Ca (0.4 – 0.5 %) K<sub>2</sub>O (2.0 – 4.5%), Mg (0.5 – 0.65%) y Fe (0.06 – 0.22%)

**Cirujano (2009)** Al describir el hábitat y la biología de *Azolla sp.*, menciona que este helecho se asocia con el alga *Anabaena azollae* que se aloja en cavidades del envés del lóbulo superior de la hoja, capaz de fijar nitrógeno atmosférico. Por cada kg de materia seca de *Azolla* se pueden fijar 0.3 gr de N<sub>2</sub>/hora. Algunos países asiáticos han empleado *Azolla* en el cultivo de arroz como fuente natural de fertilización

**Castro et al (2006)** En el cultivo de la lechuga estudiaron el efecto de seis dosis de *Azolla* durante seis siembras consecutivas, comparándolo con un testigo; la utilización de *Azolla* incrementa los rendimientos y sus componentes, obteniéndose el mayor contenido en materia fresca y seca con aplicaciones mayores a 1.5kg/m<sup>2</sup>, cuando el sustrato tiene alto contenido de materia orgánica y con aplicaciones superiores a 2kg/m<sup>2</sup> de *Azolla*, cuando el sustrato está en condición degradado.

**Fundación Celestina Pérez De Almada (2005)** Describe Un Método tradicional de secado al aire libre. En Paraguay por tradición se secan algunos alimentos, tales como: carne vacuna, granos de maíz, maní y poroto, almidón de mandioca, plantas medicinales, etc., sin equipo especial. Se colocan sobre una manta, lona o tablas de madera o se cuelgan por un hilo al aire libre, en el sol o en la sombra – según el producto- aprovechando el calor ambiental.

Inconvenientes: Muchas veces los alimentos se secan mal, sobre todo los que contienen un alto contenido de agua, se pudren o se enmohecen.

## **2.2. Leyes, principios y teorías científicas.**

### **2.2.1. Método Kjeldahl.** Determinación de nitrógeno total (Proteína total).

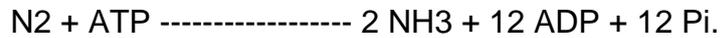
**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA (2014)** Describe al método kjeldahl como la digestión de proteínas y otros componentes orgánicos en una mezcla con ácido sulfúrico en presencia de catalizadores. El nitrógeno orgánico total se transforma mediante digestión en sulfato de amonio. La mezcla digerida se neutraliza con una base y se destila. El destilado se recoge en una solución de ácido bórico. Los aniones del borato así formado se titulan con HCl (o H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) estandarizado para determinar el nitrógeno contenido en la muestra. El resultado del análisis es una buena aproximación del contenido de proteína cruda ya que el nitrógeno también proviene de componentes no proteicos.

**Tovar (1996)** Describe los procedimientos para determinar a partir del nitrógeno total la proteína total en muestra de líquenes y ficobiontes, mediante el método químico Kjeldahl y menciona que con el producto obtenido se obtiene la proteína total multiplicando por el factor 6,25 y da la cantidad de proteína que hay en 1 gramo de muestra.

### **2.2.2. Fijación Simbiótica de Nitrógeno por *Azolla sp.***

**Carranco et al (2002)** Obtuvieron concentrados de proteína foliar y cuantificaron los aminoácidos de estos concentrados en siete plantas acuáticas entre ellas conocidas *Azolla mexicana*. Se realizó el análisis químico aproximado, factores antifisiológicos, fracciones de fibra, minerales y contenido de aminoácidos. Los resultados se informan en base a materia seca. *Hydrocotyle ranunculoides* y *Azolla mexicana* tuvieron el mayor contenido de proteína cruda, 37,1 y 31.26 % respectivamente.

**Braun – Howland (2005).** La simbiosis *Azolla –Anabaena*, emplea energía de la fotosíntesis para fijar el nitrógeno atmosférico mediante el enzima nitrogenasa del alga simbiote *Anabaena azollae*. Esta fijación se puede representar en forma de reacción química.



#### Nitrogenasa

Se requiere de 12 ATP (Adenosin Tri Fosfato) para proveer suficiente energía para romper el triple enlace que hay entre dos átomos de nitrógeno gaseoso, el amoniaco pasa a ser empleado por la planta en forma de ion amonio.

**Watanabe (2000)** Describe a *Azolla sp.*, como un Pteridofito acuático que en su interior contiene una comunidad endosimbiotica viviendo en la cavidad del lóbulo dorsal de las hojas del helecho. La presencia en esta cavidad de una cyanobacteria filamentosa fijadora de nitrógeno atmosférico –*Anabaena azollae* – mediante el enzima nitrogenasa.

**Sevillano et al (1984)** Diagramaron el corte de la sección transversal de una fronda u hoja de *Azolla* y representa la cavidad foliar donde se aloja la Cyanobacteria *Anabaena azollae* Strasb. Mediante el enzima nitrogenasa que permite a la Cyanobacteria fijar el nitrógeno atmosférico que será transferido a *Azolla*, la nitrogenasa se produce en los heterocistos que se encuentran intercalados en el filamento celular de *Anabaena azollae* Strasb. (Ver Anexo)

### **2.2.3. Taxonomía de *Azolla sp.*, y *Anabaena azollae*.**

#### **Taxonomía de *Azolla filiculoides* Lam.**

**SMITH et al (2006)** establece la clasificación de *Azolla* Lam., de la siguiente forma:

Reino: Plantae.

División: Pteridofita.

Clase: Filicopsida.

Orden: Salviniales.

Familia: Salviniaceae.

Género: Azolla Lam.

Especies:

. *Azolla caroliniana* Willd.

. *Azolla filiculoides* Lam.

. *Azolla japonica* french & Sav.

. *Azolla mexicana* Presl.

. *Azolla microphylla* Kaulf.

. *Azolla nilotica* Decne Ex. Mett.

Especie: ***Azolla filiculoides*** Lam., se caracteriza por ser un helecho acuático flotante puede medir de 2 – 6 cm de longitud, frondas (hojas) de color rojo, bajo condiciones de horas sol y verde en condiciones nubladas. Raíces adventicias de color negro. Posee dos esporocarpos tipo piriformes de color amarillo verdoso. En sus cavidades foliares se aloja la cyanophita *Anabaena azollae*.

#### **Taxonomía de *Anabaena azollae*.**

**Montaño (2010)** Clasifica en forma sistemática a la cyanophita en el siguiente orden:

Reino: bacteria

Sub Reino: Negibacteria

División: Cianobacteria

Clase: Cyanophyceae

Orden: Nostocales

Familia. Nostocaceae

Género: *Anabaena*

Especie: *Anabaena azollae*.

***Anabaena azollae***, está formado por cadenas de células vegetativas entre las que se forman los heterocistos estructuras globulares que fijan el nitrógeno atmosférico mediante el enzima nitrogenasa. Además posee acinetos o células de resistencia a factores de medio ambiente y de actividad reproductiva. Son Gram negativas (G -) las cadenas de células pueden medir de 2 a 10 micrómetros.

**Curtis (2009)** Menciona que la función de la enzima nitrogenasa es realizar la reducción de N<sub>2</sub> a amoníaco y está constituida por dos metaloproteínas, ferroproteína o nitrogenasa reductasa y la ferromolibdo proteína o nitrogenasa. La primera es homodimero y la segunda tetrámero que contiene dos grupos P y el otro homocitrato que constituye el factor FeMoco (cofactor hierro molibdeno) a nivel del cual ocurre la reducción del nitrógeno molecular N<sub>2</sub>. Esta reducción es siempre concomitante con la producción de amonio NH<sub>4</sub><sup>+</sup>. El oxígeno inactiva a la nitrogenasa.

#### **2.2.4. Biofertilizante Nitrogenado.**

**Ngo - Cgiar (1998)** Los biofertilizantes o fertilizantes biológicos son aquellos obtenidos a partir de los organismos capaces de fijar nitrógeno en simbiosis o capaces de producir metabolitos a ser usados en la agricultura, tal es el caso del helecho acuático *Azolla sp.*, que es empleado en países asiáticos como alternativa frente al uso de fertilizantes minerales nitrogenados.

#### **2.2.5. El Cultivo de Cebada.**

**Caritas Huancayo (2007)** Los suelos que favorecen el buen desarrollo y el buen rendimiento de la cebada deben reunir las siguientes características: Ser suelos ligeramente arcillosos, moderado contenido de materia orgánica, que resista la degradación por efecto de las lluvias o por el riego, suelos que no se

encharquen, preparación de suelo, época de Siembra. La fecha está en función a los siguientes factores: Inicio de las lluvias. La cantidad de Semilla. Varía de acuerdo a la variedad, la densidad de siembra desde 120 – 160 kg/ha.

#### **2.2.6. Línea de cebada empleada en el Experimento**

**Calderón Castillo, J (2014) (Comunicación personal) (Programa de Cereales – E.E.A. El Mantaro)** Menciona que las características de la línea de cebada UNC-925/SS.L son: UNC: Universidad nacional del Centro del Perú.925: Número de la línea procedente del CIMMYT – México.SSL: código de nombre para diferenciarlo de otras líneas. Línea avanzada de cebada de dos hileras Procedente del CIMMYT (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y trigo) – México.

GENEALOGIA: GOB/ALEU//CANELA/3/MSELCBSS 99 YODO 425-4Y-IM-IY-OM.

ADAPTACION Y RENDIMIENTO: Adaptación para el valle del Mantaro y zonas Alto Andinas presenta buena capacidad de rendimiento.

Características agronómicas de la línea:

.Días al 100% de floración: 68.Periodo vegetativo: 125 días. Altura de planta: 110 cm. Macollaje (tallos por planta): 5 – 7.

Características de la espiga:

.Número de hileras: 2.Tipo de espiga: aristada. Número de granos por espiga: 22 – 25.

Características del grano:

.Tipo de grano: cubierto. Color: Blanco crema.

.Rendimiento TM. : 5.0 – 5.5

.Peso hectolítrico (kg/hl):57.0

.Peso de mil granos: 53.5

### **2.2.7. Rendimiento de Cebada en granos.**

**Castro et al. (2002)** determinaron los beneficios de la asociación arroz – *Azolla* en el cultivo de arroz en Cuba periodo marzo y julio en la Estación Experimental de arroz “El Palacio”. Se evaluó la influencia de *Azolla* en el cultivo de arroz. Los resultados mostraron que la asociación con el cultivo de arroz permitió incrementar el número de granos por panícula, panículas por m<sup>2</sup> y por lo tanto un aumento significativo en los rendimientos.

**Pulido (2015)** Menciona a Liebig, quien reconoció que un cierto número de elementos eran necesarios para asegurar el crecimiento de las plantas. Lo importante es que estos no podían reemplazarse los unos a los otros. De tal modo que en un medio que contenía a todos estos elementos en abundancia, menos uno en cantidad no permitía el crecimiento de la planta más que hasta el agotamiento de este último. Por lo tanto el crecimiento estaba limitado por la ausencia del único elemento que se encontraba en cantidad inferior a la cantidad mínima necesaria que es la Ley del Mínimo de Liebig.

### **2.2.8. Pequeños Productores del valle del Mantaro.**

**Fernández y Huaylinos (1986)**. Según estos teóricos los pequeños productores campesinos de la zona baja e intermedia del valle del Mantaro son los que poseen de 0.01 a 2.99 hectáreas de tierras de riego y seco. Sin embargo la mayoría cuenta con menos de una hectárea de cultivo. Practican el sistema de aparcería en las zonas bajas e intermedias del valle del Mantaro. Los campesinos o migran a las ciudades o trabajan como peones para otros agricultores. La producción se dedica al autoconsumo.

### **2.2.9. El Suelo.**

**Garay y Ochoa (2010)** describen características de los suelos del valle del Mantaro entre ellos los suelos del Distrito de El Mantaro de la Provincia de Jauja, como la textura de suelo, materia orgánica y el pH. La textura varía en: arcilloso, franco arcilloso, franco arcillo arenoso (predominante) y franco

arenoso. El contenido de materia orgánica varía desde 0.5 % a 5.0 %.El pH del suelo varía de menos de 4.5 a 8.5, predominan el ácido y el poco alcalino.

### **2.2.10. El Diseño Experimental.**

#### **El Diseño Completamente Aleatorizado.**

**Steel y Torrie (1985)** Este diseño es útil cuando las unidades experimentales son esencialmente homogéneas, cuando la variación entre ellas es pequeña y agruparlas en bloques sería poco más que un proceso aleatorio. Este es el caso en muchos tipos de experimentos de laboratorio, en los que una cantidad de material está completamente mezclado y luego se divide en porciones pequeñas para formar las unidades experimentales a las cuales se asignan los tratamientos en forma aleatoria, o en experimentos con animales y plantas con condiciones ambientales muy parecidas. La aleatorización, el proceso que hace aplicables las leyes del azar, se logra asignando tratamientos a las unidades experimentales de manera completamente aleatoria.

### **2.3. Definición de Términos Básicos.**

**Seijas (2009)** Describe las siguientes definiciones:

.Metodología. La metodología es una teoría de la investigación científica que tiene tres aspectos articulados: La teoría de las reglas del método científico, la teoría de las decisiones metodológicas, la evaluación de las decisiones metodológicas.

.Hipótesis: Propositiones lógicas fundamentadas que son respuestas tentativas a un problema y que es necesario contrastarla en la realidad para comprobar su veracidad.

.Variable: Es el rasgo o atributo de un objeto, que puede variar y ser medido.

.Observación experimental: Percepción sensorial de las características de un objeto en situación artificial y controlada.

.Muestra: Sub conjunto de los elementos de la población seleccionado mediante algún criterio particular. Porción de elementos de una población elegidos para su examen o medición directa.

. Muestreo aleatorio: conformación de la muestra usando métodos al azar.

.Escala: Agrupación progresiva de valores, cada uno de los cuales constituye un valor estándar, utilizado para medir diversos tipos de datos.

### III. VARIABLES E HIPÓTESIS

#### 3.1. Definición de las variables:

**Variable independiente:** Contenido de nitrógeno fijado en el biofertilizante nitrogenado de *Azolla sp.*

**Variable dependiente:** Incremento del rendimiento en grano de cebada.

#### 3.2. Operacionalización de variables:

**Tabla1.** Operacionalización de la variable independiente (*Azolla sp.*, biofertilizante nitrogenado) y variable dependiente (cultivo de cebada).

Variables	Dimensiones	Indicadores	Índice
<b>Independiente</b>			
Contenido de nitrógeno fijado en el biofertilizante de <i>Azolla sp.</i>	Dosis biofertilizante nitrogenado.	% nitrógeno del biofertilizante (%materia seca)	%N2/% Materia Seca.
	T1(200g)	T1 (7.44)	
	T2(150g)	T2 (5.58)	
	T3(100g)	T3 (3.73)	
	T4 (50g)	T4 (1.86)	
	T5 (25g)	T5 (0.93)	
	T6 (10g Urea)	T6 (4.6) Urea.	
<b>Dependiente</b>			
Incremento del rendimiento en grano de cebada	Componentes rendimiento cebada	de N° de granos por espiga. de Peso de granos por espiga.	N° gr / e  Peso g/e

Juan Mandujano Mieses. 2018.

### **3.3 Hipótesis general e hipótesis específicas.**

#### **Hipótesis general:**

. La potencialidad del helecho acuático *Azolla sp.*, como biofertilizante nitrogenado alternativo en el cultivo de cebada para pequeños productores del valle del Mantaro, para disminuir la dependencia de fertilizantes nitrogenados químicos industriales como la urea, es alta.

**Hipótesis específica.** El contenido de nitrógeno de plantas de *Azolla sp.*, para ser empleado como biofertilizante nitrogenado alternativo en el cultivo de cebada de pequeños productores del valle del Mantaro es superior a 3.5%

#### **Hipótesis específica 2:**

. El rendimiento en grano de plantas de cebada *Hordeum vulgare L.*, se incrementa con la aplicación de *Azolla sp.*, en dosis como biofertilizante nitrogenado alternativo a la urea.

#### **Hipótesis específica 3:**

.Para los pequeños productores del valle del Mantaro es factible una tecnología apropiada para la producción de *Azolla sp.*, como biofertilizante nitrogenado alternativo, mediante el secador tipo bastidor.

## IV. METODOLOGÍA

### 4.1 Tipo de investigación.

Tipo de Investigación: aplicada.

Nivel: Causal explicativo.

### 4.2. Diseño de la Investigación.

#### **Diseño experimental:**

Se empleó el Diseño Completamente Aleatorio (DCA).

Modelo Matemático (DCA):  $Y_{ij} = U + T_i + E_{ij}$ .

$Y_{ij}$  = Observación cualesquiera dentro del experimento.

$U$  = media poblacional.

$T_i$  = efecto aleatorio del  $i$  – ésimo tratamiento.

$E_{ij}$  = error experimental.

**Diseño experimental:** DCA (Diseño completamente Aleatorio).

#### **Características del Experimento:**

Número de Tratamientos: 6

Número de repeticiones: 5

Unidad experimental: maceta conteniendo biofertilizante y suelo.

Distancia entre unidades experimentales: 20cm

Área experimental: 2m<sup>2</sup> x 3m: 6m<sup>2</sup>.

**Tabla 2.** Tratamientos en estudio correspondiente a *Azolla sp.*, (Tratamientos: Clave, Dosis, % de nitrógeno) con su aplicación a suelo (lote 5 EEAM-UNCP) con planta de cebada (Línea UNC-925- SSL)

**Tratamientos:**

<b>Clave</b>	<b>Dosis</b> (Biofertilizante)	<b><i>Azolla sp</i></b> % N	<b>Suelo</b> kg	<b>Cebada</b> Línea
T1.	200g	7.44	1	UNC - 925
T2.	150g	5.58	1	UNC - 925
T3.	100g	3.72	1	UNC - 925
T4.	50g	1.86	1	UNC - 925
T5.	25g	0.93	1	UNC - 925
T6.	10g Urea (T)	4.60	1	UNC - 925

T = tratamiento testigo.

Suelo = Suelo agrícola, bajo en contenido de nitrógeno.

%N = Gramos de nitrógeno en 100g de materia seca de la planta de *Azolla sp.*, determinado por el método químico kjeldahl.

Fuente: Laboratorio de análisis de suelo. UNALM. 2014.

**Tabla 3.** Tratamientos con distribución aleatoria (6 tratamientos, cada tratamiento con 5 repeticiones y 1 testigo (urea). Unidades Experimentales: A, B, C, D, E, F. Cada unidad experimental consta de una maceta que contiene: suelo. Biofertilizante. Juan Mandujano Mieses. 2016.

Tratamientos Biofertilizante	Repeticiones				
	R1	R2	R3	R4	R5
A. T1 (200g)	C	B	D	E	F
B. T2 (150g)	B	D	F	C	A
C. T3 (100g)	F	A	C	D	D
D. T4 (50g)	E	C	A	B	D
E. T5 (25g)	D	F	B	A	E
F. T6 (10g) Urea (T)	A	D	F	B	C

Croquis Experimental con los tratamientos con aleatorización en condiciones de Invernadero de la E.E.A “El Mantaro”. UNCP. Juan Mandujano Mieses. 2016.

#### **Condiciones del Invernadero:**

El experimento se instaló en condiciones del invernadero N° 4 para evitar el efecto de la lluvia y otros factores:

Temperatura máxima: 22°C

Temperatura mínima: 10°C

Temperatura media: 16°C

**Lugar de obtención del helecho *Azolla sp.*:** Distrito de Acolla. Provincia de Jauja. Departamento de Junín.

**4.3. Población y muestra** (características, delimitación y ubicación espacio temporal de la población; y tamaño de la muestra).

**4.3.1. Población:**

**Lugar de la Investigación:**

Estación Experimental Agropecuaria “El Mantaro” de la Universidad Nacional del Centro del Perú. Lote 5b.

Ubicación política: Distrito: El Mantaro. Provincia: Jauja. Región: Junín.

Ubicación Geográfica:

Altitud: 3316 msnm.

Latitud: 12°03'19" Sur del ecuador.

Longitud: 75°16'33" Oeste de Greenwich.

**Población experimental: 30 plantas**

Número de tratamientos: 6.

Número de repeticiones: 5

**4.3.2. Muestra.**

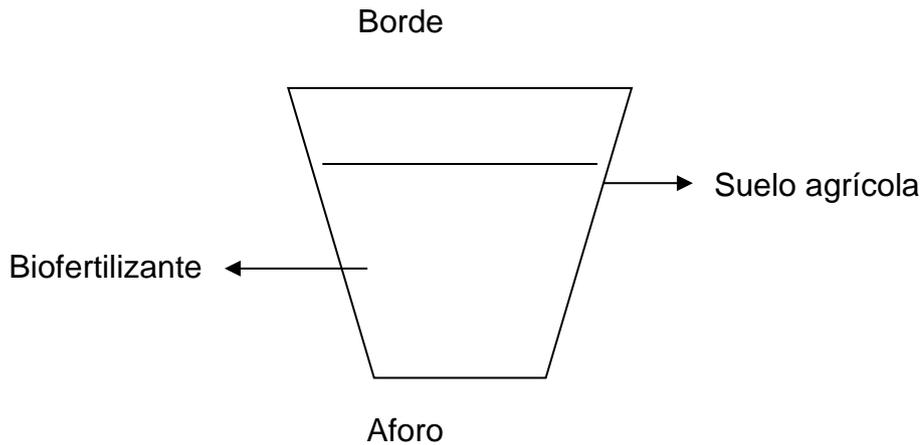
**Tamaño de la muestra: 5 plantas.**

De acuerdo a **Steel y Torrie (1985)** una muestra es una parte de una población. (En algunos casos **una muestra puede incluir la población entera**). En el presente trabajo de investigación se evaluaron todos los tratamientos con todas sus repeticiones es decir toda la población es el tamaño de la muestra

**Unidad experimental:** Una maceta que contiene la planta de cebada con un tipo de suelo agrícola proveniente del Lote 5b (E.E.A “El Mantaro”) al que se le trató con una dosis del biofertilizante nitrogenado.



**Figura 1.** Unidad experimental: maceta conteniendo el suelo agrícola al que se le adicionaron los tratamientos del biofertilizante (*Azolla sp*) y la semilla de cebada. T1 corresponde a la dosis de 200g del biofertilizante. Juan Mandujano Mieses. 2015.



**Figura 2.** En la figura se muestra el borde o espacio para el riego, en la parte inferior un aforo en la base de la maceta. Dimensiones de la maceta: Diámetro superior 20cm. Diámetro inferior 17cm. Altura 18cm. Juan Mandujano Mieses. 2015.

### **Metodología para la instalación de la unidad experimental.**

**Método:** se empleó el método edafológico (simulación de suelo agrícola)

**Técnica:** se empleó la técnica del contenedor con sustratos (suelo + biofertilizante + planta).

**Procedimiento:**

- En una maceta de material sintético (tipo balde blanco) se adiciona 1k de suelo agrícola tamizado del lote %% 5B de la E.E.A. "El Mantaro".
- Se adiciona el biofertilizante (Tratamiento de acuerdo a dosis) y se mezcla con el suelo.
- En la mezcla, con un lápiz se hace tres agujeros de 5cm de profundidad en forma de triángulo y al centro.
- Se siembra una semilla se cebada en cada agujero y se tapa.
- Se coloca una varilla de madera a la que le amarra una etiqueta de cartulina blanca donde se anota el número de tratamiento y la fecha de siembra.

- Con un vaso de vidrio graduado se adiciona lentamente el agua potable del invernadero, hasta observar que por el aforo de la maceta caen unas gotas de agua y se anota la cantidad de agua que se va adicionar como riego (250ml) cada tres días.
- Una vez emergidas las plántulas, se anota los días a la emergencia.
- Se deja crecer la planta y antes de los 15 días se eliminan las dos restantes.

#### **4.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.**

##### **4.4.1. Contenido de nitrógeno orgánico del helecho *Azolla sp.***

.Determinado por el laboratorio de suelos de la UNA-La Molina.

.Se empleó el método químico Kjeldahl para el contenido de nitrógeno de Tejido vegetal del helecho.

##### **4.4.2. Rendimiento en grano de plantas de cebada con la aplicación Del biofertilizante nitrogenado.**

- Se empleó el método agronómico, los datos colectados de las plantas de cebada son:
- Días a la emergencia de las plántulas, días al inicio de espigado, días a la madurez, altura de planta (cm).
- Número de espigas por planta, número de granos por espiga, peso de granos por espiga.

#### 4.5. Procedimientos de recolección de datos.

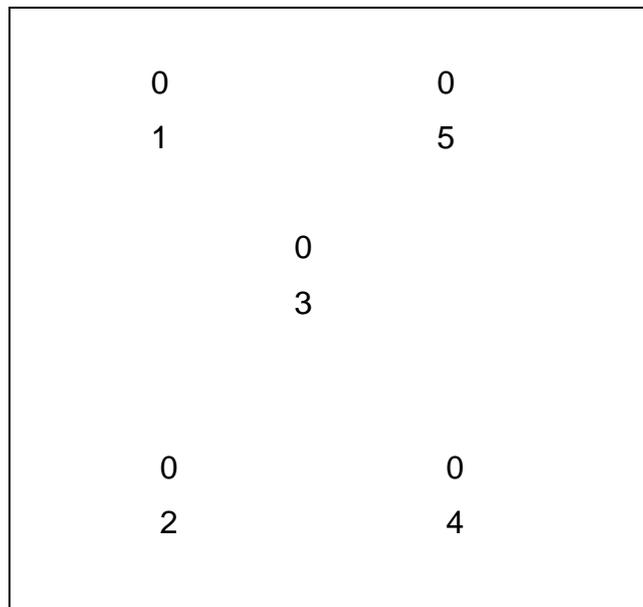
##### 4.5.1. Muestreo de suelo para obtener la muestra que será analizada.

La muestra de suelo para el experimento fue obtenido del Lote 5B de la Estación experimental agropecuaria “El Mantaro” de la UNCP. Distrito de El Mantaro. Provincia de Jauja. Departamento de Junín.

Procedimiento:

a. Muestreo en campo. Área: el Lote 5B de la E.E.A.”El Mantaro”

Tipo de muestreo: en forma de W (5 puntos).



**Figura 3.** Modelo de muestreo de suelo para su análisis en laboratorio de suelos UNALM. Área de terreno: 1ha. Número puntos de muestreo = 5, peso de muestra para su análisis.= 1k. Juan Mandujano Mieses. 2018.

Profundidad de muestreo: 30cm

Procedimiento: en cada punto de muestreo con una picota se cava un hoyo de 30 cm de profundidad, con una pala se extrae el suelo luego se tamiza, se pesa 1k y se llena en una bolsa de polietileno. La misma operación se ejecuta en los

otros puntos de muestreo se anota en una etiqueta de cartulina el lugar de colección (Lote 5B), el colector, la fecha de colección. Las cinco muestras (5k) se mezclan y se llena en una bolsa 1k de muestra de suelo para ser enviada al laboratorio de suelos de la UNALM.

#### 4.5.2. Análisis químico de la muestra de suelo en el Laboratorio de Suelos, Plantas, Agua, Fertilizantes de la UNA “La Molina”. Nitrógeno contenido en la materia orgánica.

**Tabla 4.** Análisis de suelo (Caracterización) proveniente de la Estación Experimental Agropecuaria “El Mantaro” en el laboratorio de Suelos, Plantas, Agua, Fertilizantes. UNALM.

Clave	pH (1:1)	C.E (1.1)ds/m	CaO3 %	M.O %	P Ppm	K Ppm
<u>SL5BAM</u>	6.66	0.84	0.00	2.33	3.9	139

Fuente Informe de Análisis Laboratorio. (Ver Anexo).

**4.5.3. Muestreo de la CIANOFITA:** *Anabaena azollae* Strasburguer. (Ficobionte) de plantas de *Azolla sp.*, en laboratorio (ver Anexo)

#### 4.5.4. Datos agronómicos.

##### Días a la emergencia:

Se determinó a partir de la fecha de siembra de la semilla en las unidades experimentales. Se sembraron 3 semillas por maceta por tratamiento. Después de la emergencia de las plántulas se dejó una sola.

**Días al inicio de espigado:**

Se determinó a partir de la fecha de siembra a la aparición del embuche que se forma en la vaina de la hoja superior u hoja bandera y con la emergencia de las aristas.

**Días a la maduración:**

Para determinar el momento de maduración se observó que la caña o eje que sostiene a la espiga esté de color amarillo claro sin presencia de clorofila (verde), también se prueba la madurez de cosecha colocando un grano entre los incisivos y si el grano se parte sin hundimiento de los incisivos en el grano éste está maduro.

**Altura de planta:**

Se determina midiendo con una cinta métrica desde la base de la planta hasta la base de la espiga en cm.

**Número de granos por espiga:**

La planta de la línea UNC - 925 – SSL. Posee espigas de dos hileras adheridos al raquis y se contó el número de los granos o semillas, previamente se desgranaron las espigas frotando con las manos, se eliminan las glumas y las aristas.

**Peso de granos por espiga:**

Se empleó una balanza Analítica del Laboratorio de Suelos de la facultad de Agronomía de la UNCP. Se desgranaron las espigas eliminando el raquis de cada espiga lo mismo que las aristas. Se procedió a calibrar la balanza y se hicieron las pesadas de acuerdo a los tratamientos con sus respectivas repeticiones. Se anotaron los datos en el registro de laboratorio

**Resultados de datos Agronómicos** (ver Anexo).

#### **4.6. Procesamiento estadístico y análisis de datos.**

##### **4.6.1. Análisis de variancia.**

ANALISIS DE VARIANZA (ANVA)

F de V	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft
Tratamientos	t-1				
Error	t(r-1)				
Total	rt-1				

X = Promedio muestral.

$$S = \sqrt{C.M.Error}. C.V = S/X .100.$$

S= Desviación estándar.

CV = Coeficiente de variabilidad.

F de V= Fuentes de variabilidad.

GL = Grados de libertad.

SC = Suma de Cuadrados

CM = Cuadrado Medio.

Fc = F calculado.

Ft = F tabulado.

Se comparan las medias de los tratamientos con la prueba de Duncan.

Para el análisis estadístico se empleó el programa:

SAS (Statistic Analysis.Sistem) (Sistema de Análisis Estadístico).

#### 4.6.2. Escala para calificar el coeficiente de variabilidad.

**Calzada (1970)** Describe una escala para calificar la **precisión** de los experimentos de campo determinada por el coeficiente de variabilidad (C.V.) cuando los datos analizados corresponden a rendimiento.

<b>Coeficiente de variabilidad</b>	<b>Precisión del experimento</b>
Entre 05 y 10	Excelente
Entre 11 y 15	Muy buena.
Entre 16 y 20	Buena.
Entre 21 y 25	Regular.
Entre 26 y 32	Mala.
Más de 31	Muy mala.

## V. RESULTADOS

### 5.1. Resultados del análisis del contenido de nitrógeno de plantas de *Azolla sp*

**Tabla 5.** Análisis especial en foliar de plantas de *Azolla sp.*, provenientes Del Distrito de Acolla, Provincia de Jauja, Departamento de Junín (Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas, Aguas y Fertilizantes, 10/07/14 – UNALM).

Clave	Nitrógeno %	Materia seca %	Ceniza %
<i>Azolla</i> JCM	3.72	6.02	14.72

Fuente: Laboratorio de análisis de suelo. UNALM.

**Material colectado:** Procede del Distrito de Acolla situado al Norte de la Provincia de Jauja.

**Cantidad:** el material fresco de *Azolla* se lavó y se pesó 2 k, y se envió en un envase limpio para su análisis en el Laboratorio en la UNALM.

### 5.2. Resultados de los componentes de rendimiento.

#### 5.2.1. Número de granos por espiga.

Componente para determinar el rendimiento en grano de cebada, al incrementar el número de granos por espiga mayor es el rendimiento en grano.



**Figura 4.** Espigas de la línea 925 – SSL., Tratamiento 1 (200g del biofertilizante).  
Número de granos/espiga = 22. Juan Mandujano Mieses. 2017.



**Figura 5.** Espigas de la línea 925 – SSL., Tratamiento T2 (150g del biofertilizante).  
Número de granos/espiga = 22. Juan Mandujano Mieses. 2017



**Figura 6.** Espigas de la Línea 925 – SSL., Tratamiento T3 (100 g de biofertilizante).  
Número de granos por espiga = 22. Juan Mandujano Mieses. 2017.



**Figura 7.** Espigas de la línea de cebada 925 – SSL., Tratamiento 4 (50g del biofertilizante) Número de granos/espiga = 20. Juan Mandujano Mieses. 2017.



**Figura 8.** Espigas de la línea 925 – SSL., Tratamiento 5 (25g del biofertilizante).  
Número de granos /espiga = 14. Juan Mandujano Mieses.2017.



**Figura 9.** Espigas de la línea de cebada 925 – SSL. Tratamiento 6 (urea, 10g).  
Número de granos/espiga = 14. Juan Mandujano Mieses. 2017.

**Tabla 6.** Análisis de variancia del número de granos/espiga.

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft	Sig.
Tratamientos	5	256.6667	51.3333	4.3316	<0.0001	*
Error	24	0.0000	0.0000	4.3316	<0.0001	
Total	29	256.6667				

DLS (0.01)

X = 20.23

C.V.= 1.69

S = 3.44

De acuerdo a Calzada (1970) la precisión del experimento por el CV = 1.69 es excelente.

**Tabla 7.** Prueba de Significación de Duncan para el número de granos por espiga (Componente de Rendimiento).

Orden de Mérito	Tratamiento	X	Significación
1	T1	22.00	a
2	T2	22.00	a
3	T3	22.00	a
4	T6	22.00	a
5	T4	20.00	b
6	T5	14.00	c

DLS (0.01)

De acuerdo a la prueba, entre los cuatro primeros tratamientos no hay diferencia significativa para el número de granos por espiga.

### 5.2.2. Peso de granos por espiga.

A mayor peso de granos por espiga mayor es el rendimiento en grano.

**Tabla 8.** Análisis de Variancia para el peso de granos/espiga.

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft	Sig.
Tratamientos	5	1.115000	0.223000	743.33	<0.0001	**
Error	24	0.007200	0.000300	743.33	<0.0001	
Total	29	1.122200				

DLS (0.01)

X = 0.99

C.V. = 1.74

S = 0.0173

De acuerdo a Calzada (1970) la precisión del experimento por el CV = 1.74 es excelente.

**Tabla.9.** Prueba de Significación de Duncan para el peso de granos por espiga (Componente de Rendimiento).

Orden de Mérito	Tratamiento	X	Significación
1	T1	1.26	a
2	T2	1.10	b
3	T3	1.04	c
4	T6	1.02	c
5	T4	0.88	d
6	T5	0.64	e

DLS (0.01)

De acuerdo a la prueba, entre los tratamientos tres y cuatro no hay diferencia significativa, si lo hay entre los demás para el número de granos por espiga (efecto de las dosis del biofertilizante en la cebada).

**Tabla 10.** Análisis de variancia del número de espigas/planta.

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft	Sig.
Tratamientos	5	17.5000	3.5000	10.50	<0.0001	*
Error	24	8.0000	0.3333	10.50	<0.0001	
Total	29	25.5000				

DLS (0.01)

X = 4.5

C.V. = 12.83

S = 0.57

De acuerdo a Calzada (1970) la precisión del experimento por el CV = 12.83 es muy buena.

**Tabla 11.** Prueba de Significación de Duncan para el número de espigas/planta (Componente de Rendimiento).

Orden de Mérito	Tratamiento	X	Significación
1	T1	5.00	a
2	T2	5.00	a
3	T3	5.00	a
4	T6	5.00	a
5	T4	4.00	b
6	T5	3.00	b

DLS (0.01)

De acuerdo a la prueba, entre los cuatro primeros tratamientos no hay diferencia significativa para el número de espigas por planta (efecto similar de las dosis del biofertilizante sobre las plantas de cebada).

**Tabla. 12.** Rendimiento en grano en Kilogramos por hectárea de la línea 925-SSL con el biofertilizante (*Azolla sp.*) En base a las tablas 22 y 23.

Tratamientos	Dosis del biofertilizante	%nitrógeno biofertilizante en % de materia seca.	Rendimiento en grano de cebada (k/ha) estimado
T1	200g	7.44	4,026
T2	150g	5.58	3,520
T3	100g	3.72	3,259
T4	50g	1.86	2,552
T5	25g	0.93	1,298
T6	10g (urea)	4.60 (urea)	3,259

### 5.3. Metodología para la obtención de biofertilizante a partir de plantas de *Azolla sp.*

#### Metodología:

#### Método.

Se empleó el método Físico de secado al aire libre.

#### Técnicas.

Se emplearon dos (2) técnicas:

A. Secador tipo bastidor.

B. Secador tipo manta.

Cada una de las técnicas se describe a continuación.

A.SECADOR TIPO BASTIDOR.

M m	M m	M m
M m	M m	M m

M = Marco de madera.

m = malla metálica.

**Figura 10.** Secador tipo Bastidor de madera y malla metálica. Diseño y Dimensiones: Largo 3m, Ancho 1m. Juan Mandujano Mieses.



**Figura11.** Bastidor de madera: Longitud 3m., Ancho: 1m., M = Malla metálica. Diámetro de malla = 1cm. Se observa un listón de madera central como soporte. Juan Mandujano Mieses. E.E.A."El Mantaro". 2015.



**Figura12.** Secador tipo bastidor, con malla metálica e implementos. Juan Mandujano Mieses. E.E.A."El Mantaro". 2015.



**Figura 13.**Muestra de *Azolla sp.*, plantas con frondas (hojas) y raíces sobre la malla metálica del bastidor. Diámetro de malla = 0.5cm. Juan Mandujano Mieses. E.E.A."El Mantaro". 2015.

## FUNCIONAMIENTO:

El bastidor de madera de Eucalipto (*Eucalyptus globulus*) en cuyo marco se clava una malla metálica, se coloca sobre 6 ladrillos, cuatro en los ángulos del bastidor y dos centrales para que circule el aire por debajo del bastidor.

Las plantas de *Azolla sp.*, colectadas y después de lavadas se distribuyen uniformemente sobre la malla metálica del bastidor. Las plantas deben ser secadas tanto la parte vegetativa como las raíces.

El secado recibe el tratamiento de la energía solar sobre la muestra y del aire circulante por debajo del bastidor para facilitar el secado de las plantas de *Azolla sp.*, luego del secado de las plantas, se procede a la molienda.

El material seco se determina por el color pajizo de la muestra y al frotar con los dedos se desmenuza fácilmente.

## INCONVENIENTES.

.Esta técnica no es aplicable en las estaciones lluviosas del valle del Mantaro.

.Requiere adicionar a la estructura un protector transparente para proteger el material a secar (plástico o calamina sintética transparente)

.Es necesario adicionar soportes de madera verticales en los ángulos del bastidor para mejorar la circulación del aire seco.

## B.SECADOR TIPO MANTA.

.Diseño.

Dimensiones de la manta de polietileno color negro.



**Figura 14.** Secador tipo manta mostrando las muestras de *Azolla sp.* Dimensiones 2m x 2m. Juan Mandujano Mieses. E.E.A “El Mantaro”. 2015.

#### FUNCIONAMIENTO.

El secador tipo manta de plástico color negro es empleado por los pequeños productores para la producción de papa seca, debido a que el color negro retiene los fotones incrementando el calor.

Se extiende sobre el piso la manta en los extremos se fija con ladrillos o listones de madera.

En el caso de *Azolla sp.* las plantas se extienden sobre el manta previo desmenuzando para el secado. Las plantas de *Azolla sp.*, deben cambiarse de posición para el secado, de no hacerse, la parte de la planta con la manta se mantiene húmeda.

#### INCONVENIENTES.

.Requiere de mayor tiempo de secado que el secador tipo bastidor.

.No es adecuado para estaciones lluviosas.

.Se debe adicionar una manta de plástico transparente y de mayor tamaño que la manta para protegerla de la lluvia

.Está expuesto al polvo

.Sensible a vientos fuertes.

**Tabla 13.** Comparación de las técnicas de secador solar tipo bastidor y tipo manta.

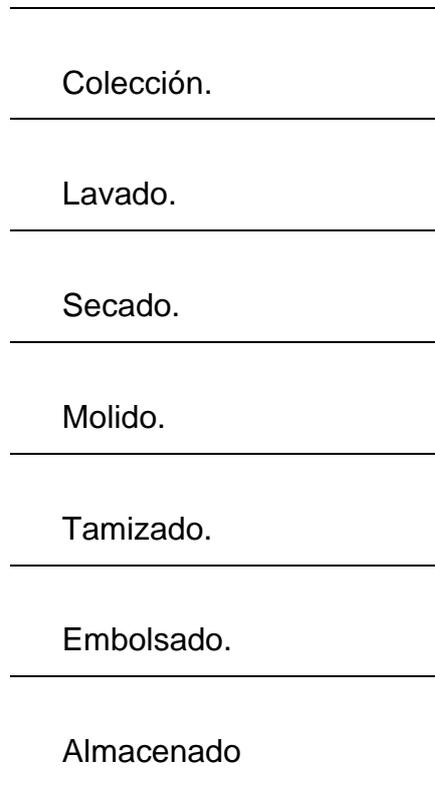
Secador (Tipo)	Área del secador. m2	Cantidad de material fresco. Kg.	Tiempo de secado. Días	Calidad del material secado
Tipo bastidor	3	20	10	Buena, pajizo.
Tipo manta	3	10	15	Regular, de pajizo a marrón.

Juan Mandujano Mieses.2018.

#### OBTENCIÓN DEL BIOFERTILIZANTE.

Diagrama de Flujo o Flujograma, se emplea para explicar todas las etapas para la obtención de un producto en los cuales la materia prima atraviesa por transformaciones, lo especial del caso es que el producto en término económico llega a tener un Valor Agregado.

**Tabla 14.** Diagrama de flujo para la obtención del biofertilizante a partir de plantas de *Azolla sp.*



Juan Mandujano Mieses. 2016.

**COLECCIÓN:** Se realizó en un cuerpo de agua del Distrito de Acolla, Provincia de Jauja. Mediante arrastre de las plantas de *Azolla sp.*, empleando un rastrillo de mango largo para colocar las plantas en baldes, previa eliminación del agua.



**Figura 15.** Plantas de *Azolla sp.*, mostrando la coloración rojiza durante día soleado la que varía a verde si el día es muy nublado. Juan Mandujano Mieses. 2015.

**LAVADO:** Se efectuó empleando baldes con agua para eliminar material terroso arrastrado por el viento.

**SECADO:** Se empleó bastidores de malla para facilitar un secado uniforme durante 10 días.

**MOLIDO:** Se empleó una maquina manual para efectuar la molienda de las plantas del helecho secadas.

**PULVERIZADO:** Se efectuó empleando un molino para granos hasta obtener el biofertilizante en polvo.

**TAMIZADO:** una vez obtenido el material molido se tamiza, el material grueso restante debe ser otra vez molido y tamizado.

**EMBOLSADO:** El biofertilizante obtenido se coloca en bolsas de papel, para evitar que el material se humedezca y pueda ser conservado.

**ALMACENADO:** El almacén debe ser ventilado, sin humedad.

## VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### 6.1 Contrastación de hipótesis con los resultados.

#### Hipótesis específica 1:

. Al determinar el porcentaje de nitrógeno de plantas de *Azolla sp.*, en peso seco de materia orgánica, este es superior a 3,5%.

El la Tabla 5. El Análisis especial en foliar de plantas de *Azolla sp.*, proveniente del Distrito de Acolla, Provincia de Jauja, Departamento de Junín efectuado por el Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas, Aguas Fertilizantes, 10/07/14 – UNALM muestra el siguiente contenido de nitrógeno de 3.72 % y confirma lo planteado por la hipótesis que planteaba que sea superior a 3.5%.

#### Hipótesis específica 2:

.La dosis de 100g de *Azolla sp.*, como biofertilizante nitrogenado es similar a la urea en rendimiento en grano de cebada.

#### Rendimiento en granos.

El Cuadro 2 de los componentes de rendimiento de la línea 925-SSL. En cuanto al peso de granos por espiga los tratamientos con el biofertilizante T1 (200g) y T2 (150g) superaron al Tratamiento T6 (Testigo urea), mientras que el tratamiento T3 (100g) es similar en rendimiento al testigo, esto debido a que los dos primeros tratamiento poseen mayor cantidad de nitrógeno y al carácter genético de la línea 925 – SSL de cebada de dos hileras o carreras en la espiga.

#### Hipótesis específica 3:

. En tecnología para la obtención del biofertilizante, el secador tipo bastidor supera al secador tipo manta en calidad de materia seca de plantas de *Azolla sp.*

La Tabla 13. Muestra la comparación de dos tecnologías para el secado de plantas de *Azolla sp.*, El secador tipo bastidor en cuanto al tiempo de secado es más eficiente que el secador tipo manta debido al efecto de la energía solar y el aire seco por sobre y debajo del material en secado, por lo que el secado es más rápido que el secador tipo manta. Se obtiene un secado uniforme color pajizo.

## 6.2 Contrastación de resultados con otros estudios similares.

### Primera Contrastación.

#### Contenido De Nitrógeno.

Análisis especial en foliar de plantas de *Azolla sp.*, proveniente del Distrito de Acolla, Provincia de Jauja, Departamento de Junín (Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas, Aguas y Fertilizantes, 10/07/14 – UNALM).

Clave	Nitrógeno %	Materia seca %	Ceniza %
<b>Azolla JCM</b>	3.72	6.02	14.72

Fuente Laboratorio de análisis de suelo. 2014

**Méndez – Martínez et al. (2018)** Según estos autores el contenido de los ingredientes minerales en *Azolla*, es el siguiente: nitrógeno peso fresco (4.0 – 5.0 %), nitrógeno peso seco (0.2 – 0.3 %), P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (0.4 – 0.5 %), Ca (0.4 – 0.5 %) K<sub>2</sub>O (2.0 – 4.5%), Mg (0.5 – 0.65%) y Fe (0.06 – 0.22%).

El contenido de nitrógeno de la muestra de *Azolla sp.*, del Distrito de Acolla, Provincia de Jauja, Departamento de Junín, es mayor en peso seco (3.72 %) que lo obtenido por **Méndez –Martínez et al (2018)** con un intervalo de 4 – 5 % en nitrógeno peso fresco y en peso seco es menor que la muestra de Acolla.

### Segunda Contrastación.

En la Tabla 9. Prueba de Significación de Duncan para el peso de granos por espiga (Componente de Rendimiento).

Orden de Mérito	Tratamiento	X	Significación
1	T1	1.26	a
2	T2	1.10	b
3	T3	1.04	c
4	T6	1.02	c
5	T4	0.88	d
6	T5	0.64	e

**Castro et al (2002)** obtienen incremento en rendimiento de granos por panícula en plantas de arroz fertilizadas con *Azolla* como biofertilizante. En el presente trabajo de *Azolla sp.*, como biofertilizante hay incremento en el rendimiento de granos por espiga de la línea de cebada 925-SSL (Línea avanzada del Programa de Cereales. Sub Programa de cereales de Grano Pequeño de la UNCP).

### Tercera Contrastación.

**Fundación Celestina Pérez De Almada (2005)** Describe Un Método tradicional de secado al aire libre. En Paraguay por tradición se secan algunos alimentos, tales como: carne vacuna, granos de maíz, maní y poroto, almidón de mandioca, plantas medicinales, etc., sin equipo especial. Se colocan sobre una manta, lona o tablas de madera o se cuelgan por un hilo al aire libre, en el sol o en la sombra – según el producto- aprovechando el calor ambiental. Inconvenientes: Muchas veces los alimentos se secan mal, sobre todo los que contienen un alto contenido de agua, se pudren o se enmohecen.

### **Contrastación:**

En el presente trabajo de tesis el Secador tipo bastidor por su diseño y funcionamiento es más eficiente que el Tipo manta según la **Fundación Celestina Pérez de Almada (2005)**, porque además del secado por el sol, el aire circula por la parte superior e inferior del bastidor removiendo la humedad de la muestra. Posee menos inconvenientes que los secadores tipo manta.

## VII. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos:

1. El análisis en foliar de *Azolla* sp. Muestra un contenido de nitrógeno de 3.72%, lo que indica 3.72g de nitrógeno en 100g de materia seca de la muestra analizada.
2. Las dosis del biofertilizante T3 (100g) y T6 (urea 10g) no muestran diferencia significativa para los componentes de rendimiento, número y de granos por espiga de cebada (línea UNC – 925). Las dosis del biofertilizante T1 (200g) y T2 (150g) superan a T6 (urea10g) en los componentes de rendimiento en número y peso de grano por espiga de la planta de cebada.
3. la tecnología apropiada para la obtención del biofertilizante el secador Tipo bastidor tiene un tiempo de secado de 10 días y plantas de *Azolla* seca de mejor calidad supera al secador tipo manta con tiempo de 15 días y menor calidad del material secado.
4. La especie de *Azolla* sp., es estudiada y clasificada como *Azolla filiculoides* Lam., según constancia N° 355-USM-2018.

## VIII. RECOMENDACIONES

1. Determinar el contenido de nitrógeno de *Azolla sp.*, en otras localidades del valle del Mantaro.
2. Probar el biofertilizante obtenido a partir de plantas de *Azolla sp.*, en otros cultivos.
3. Mejorar el secador tipo bastidor para adecuarlo a meses lluviosos (Enero, febrero, marzo).
4. Se recomienda el biofertilizante a partir de *Azolla sp.*, cuyo costo de producción de 1kg en seco es de S/. 2.19, siendo el costo de producción de 1kg de Urea de S/. 2.00, el biofertilizante es en termino económico beneficioso a largo plazo, la urea contamina el suelo. Ver Anexo Tabla 21.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Braun – Howland, E.B. (2005) *Azolla – Anabaena symbiosis: biochemistry, physiology, ultra structure, and molecular biology*. In Handbook of Symbiotic Cyanobacteria. Amar N. Rai (Ed.). CRC. Press, Boca Ratón, Florida: 65 – 117.
- Calzada Benza, J. (1970) *Métodos Estadísticos Para La Investigación*. Editorial jurídica S.A. Tercera Edición. Págs. 164 – 165.
- Carranco, M.E., R.M. castillo, A. escamilla, M. Martínez, F. Pérez – Gil y E. Stephan. (2002) *Composición química, extracción de proteína foliar y perfil de aminoácidos de siete plantas acuáticas*. Revista Cubana de Ciencia Agrícola, Tomo36, No.3.
- Castro R., R. Novo y R.I. Castro. (2002) *Uso del Género Azolla como biofertilizante en el cultivo de arroz (Oriza sativa L)*. Cultivos tropicales. Vol. 33, No. 4, p. 5 – 10. Cuba.
- Castro R., Maribel Rodríguez., Gloria. E. Álvarez., M. Gil., R. Novo., Castro R. J. y Sandra H. Díaz. *Efecto del uso de Azolla en los rendimientos de cultivos en condiciones de organopónicos*. Cultivos tropicales, 2006, Vol.27, N° 1, p. 5 – 9. La Habana. Cuba.
- Cirujano S. (2009) *Un helecho acuático pone en peligro el ecosistema de las marismas de Doñana*. *El diario del Jardín Botánico*. Periódico semestral N°3 Primavera/ verano 2009.
- CurtisH. (2009)*Biology*. Worth Publishers, Inc. 444 Park Avenue South. New York. Fourth Edition. 1159p.
- Devaux, A., M. Ordinola, D. Horton (2011) *Innovation for development: The Papa Andina Experience*. International Potatoe Center (CIP) Lima, Perú, pp.431.
- Fernandez, M, E. y A.A. Huaylinos Sousa. (1986) *Sistemas de producción agropecuarios y zonas Agroecológicas del valle del Mantaro*. Pág. 11-22. Ediciones Betaprint. S.R.L. Lima – Perú.71 p.

- Fontanetto. H. (2011) Formas de aplicación, dosis, y fuentes nitrogenadas en cebada. INTA. EEA. Rafaela. Información Técnica de trigo y otros cultivos de invierno, Publicación miscelánea n° 119.
- Fundación Celestina Pérez de Almada (2005) guía de uso de secadores solares para frutas, legumbres, hortalizas, plantas medicinales y carnes. Asunción, Paraguay. 40 p.
- Garay y Ochoa (2010 )Primera aproximación para la identificación de los diferentes tipos de suelo agrícola en el valle del Mantaro. Instituto Geofísico del Perú. Lima-Perú 33 p.
- Gngo - Cgiar. (2000)Agro biodiversidad en la región andina y amazónica. Comité de ONGs del Grupo Consultivo Internacional de Investigación en Agricultura (NGO/CGIAR). Pag.125 – 157.Lima – Perú. 416p. .
- Indacochea, A., O. Ascencio, F. CarranzaLl. De los Rios, J. Wendorf. (2005). Junín competitivo: valle del Mantaro. Agenda para el desarrollo competitivo del Perú. DOE RUN Perú. Centro de Negocios. Pontificia Universidad católica del Perú. Cámara de Comercio de Huancayo. Págs. 209 – 225.
- León B& K. R.Young. (1995) Aquatic Plants of Peru: Diversity, Distribution and Conservation. Biodiversity and Conservation 5, 1169 – 1996.
- Maletta, H. (2017) La pequeña agricultura familiar en el Perú. Una tipología microrregionalizada. En IV Censo agropecuario 2012: Investigación para la toma de decisiones en política pública *Libro V. FAO*.
- Martínez, Raúl. Los peligros de los fertilizantes químicos. Bioeco actual. España. Febrero 2018.
- Martínez Valle, L. La agricultura familiar en el Ecuador. FIDA – RIMISP. Quito, Ecuador. Junio de 2013.
- Méndez – Martínez. Y, Y. Pérez Tamames, J.J. Reyes Pérez, V. D. Puente Jiménez. (2018) *Azolla sp.*, un alimento de alto valor nutricional para la acuicultura. Biotecnia. Revista de Ciencias biológicas y de la Salud. Volumen xx, número 1. 32 -40. Facultad de Ciencias Pecuarias. Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Quevedo. Los Ríos, Ecuador.

- Montaño, M. (2005) Estudio de la aplicación de *Azolla-Anabaena* como bioabono en el cultivo de arroz en el litoral ecuatoriano. Revista Tecnológica ESPOL., 18.N.1, 147-151, (octubre, 2005). ISSN: 0257 – 1749. Ecuador.
- NierzwickI-Bauer, S.A. (1999) *Azolla Anabaena* symbiosis: use in Agriculture. In Handbook of Symbiotic Cyanobacteria. Amar Rai (Ed.) CRC Press. Boca Ratón, Florida: 119-136.
- Pulido Capurro, V. (2015) *Ecología*. Universidad Inca Garcilaso de la Vega Nuevos Tempos Nuevas Ideas, Fondo Editorial. Pág. 35.
- Rodríguez, E.F. (1992) Eficacia biofertilizadora de la asociación *Azolla filiculoides* Lam., con *Anabaena azollae* en rendimiento de tomate. Tesis biólogo. Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo – Perú.
- Sánchez Narváez, J. (1996) Manual de referencia sobre tecnologías apropiadas. Instituto de transferencia de tecnologías apropiadas para sectores marginales. ITACAB. Convenio Andrés Bello. Lima – Perú. 164 p.
- Steel R.G.D. y J.H. Torrie. (1985) Bioestadística: principios y procedimientos. Segunda Edición (primera en Español) Editorial McGraw – Hill. Latinoamericana, S.A. Apartado 81078. Bogotá – Colombia. Págs.132 – 134.
- SeijaRíos, I. (2009) metodología de la investigación. Cuadernos /Educación. Fondo editorial de la Universidad Inca Garcilaso de la Vega. Lima. Perú. Págs.: 40, 89, 123,147, 169.
- Tovar Torres D. (1996) Líquenes fijadores de nitrógeno atmosférico y sus ficobiontes en cultivo. CONCYTEC – Perú. Serie Ciencias. Págs. 12 – 14.
- Universidad Nacional Del Santa. (2014) Determinación de proteínas mediante el método Kjeldahl. Curso: Nutrición y planificación. Facultad de Ingeniería. Escuela Académica Profesional de Ingeniería Agroindustrial. Nuevo Chimbote. Perú. Pág. 2.
- Van Hove, C. (1989) *Azolla* and its multiple uses with emphasis on Africa. FAO, Louvain-La NeuveBelgium, 53p.
- Watanabe,I. & C.C. Liu. (2000) Improving nitrogen–fixing systems and integrating them into sustainable rice farming. Plant and Soil. 141: 57 – 62. 20.

Yanni, Y. G.(1994). Potential role of *Azolla* as green manure for rice in Nile Delta.N.A.  
Hegasi. M. Fayez and M, Monib. (Eds.) The American University in Cairo

Páginas Web:

<https://peru.oxfam.org/policy-paper-inversión-en-pequeños-agricultores>

<https://andina.pe/.../noticia-fao-pequeños-agricultores- proveen-60-de-alimentación-ba...>

[Elcomercio.pe/economía/día – 1/fertilizantes – urea – químico – contaminante – co2 – noticia – 602852.](http://Elcomercio.pe/economía/día-1/fertilizantes-urea-químico-contaminante-co2-noticia-602852)

[Agricultorers.com/tecnologías – limpias – en – agricultura/](http://Agricultorers.com/tecnologías-limpias-en-agricultura/)

## ANEXOS

### Matriz de Consistencia.

<p><b>Objetivos</b></p>	<p><b>Objetivo general</b></p> <p>.Evaluar el potencial del helecho acuático <i>Azolla sp.</i>, como biofertilizante nitrogenado alternativo en el cultivo de cebada de pequeños productores del valle del Mantaro?</p> <p><b>Objetivo específico 1:</b></p> <p>.Determinar el contenido de nitrógeno de las plantas de <i>Azolla sp.</i>, para ser empleado como biofertilizante nitrogenado alternativo en el cultivo de cebada de los pequeños productores del valle del Mantaro.</p> <p><b>Objetivo específico 2:</b></p> <p>.Determinar el incremento del rendimiento en grano de plantas de cebada <i>Hordeum vulgare L.</i>, con la aplicación de <i>Azolla sp.</i>, como biofertilizante nitrogenado, en dosis.</p> <p><b>Objetivo específico 3:</b></p> <p>.Elaborar una tecnología apropiada para la producción de <i>Azolla sp.</i>, como biofertilizante nitrogenado alternativo en el cultivo de cebada de los pequeños productores del valle del Mantaro.</p>
<p><b>Planteamiento de la investigación</b></p>	<p><b>Identificación del problema.</b></p> <p><b>Problema general.</b></p> <p>Los pequeños productores del valle del Mantaro desconocen el valor como biofertilizante del helecho acuático <i>Azollasp.</i>, que puede ser cultivado y empleado como biofertilizante ya que el estado poco aporta a este sector productivo con tecnologías apropiadas para disminuir el</p>

	<p>empleo de fertilizantes químicos nitrogenados como la urea.</p> <p><b>Problemas específicos:</b></p> <p><b>Problema específico 1</b></p> <p>. No se ha determinado el contenido de nitrógeno de plantas de <i>Azolla sp.</i>, para ser empleado como biofertilizante nitrogenado en el cultivo de cebada de pequeños productores del valle del Mantaro.</p> <p><b>Problema específico 2</b></p> <p>. No se ha determinado el rendimiento en grano de plantas de cebada <i>Hordeum vulgare</i> L., con la aplicación de <i>Azolla sp.</i>, en dosis como biofertilizante nitrogenado alternativo a la urea.</p> <p><b>Problema específico 3</b></p> <p>. Los pequeños productores del valle del Mantaro no poseen una tecnología apropiada para la producción de <i>Azolla sp.</i>, como biofertilizante nitrogenado alternativo en el cultivo de cebada.</p>
<p><b>Hipótesis</b></p>	<p><b>Hipótesis general e Hipótesis específicas:</b></p> <p><b>Hipótesis general:</b></p> <p>. La potencialidad del helecho acuático <i>Azolla sp.</i>, como biofertilizante nitrogenado alternativo se evalúa con el rendimiento en grano del cultivo de cebada de pequeños productores del valle del Mantaro.</p> <p><b>Hipótesis específica 1:</b></p> <p>. El contenido de nitrógeno de las plantas de <i>Azolla sp.</i>, para ser empleado como biofertilizante nitrogenado alternativo en el cultivo de cebada de los pequeños productores del valle del Mantaro, es superior a 3,5%.</p>

	<p><b>Hipótesis específica 2:</b>          .Con la aplicación de <i>Azolla sp.</i>, como biofertilizante nitrogenado, en dosis, se incrementa el rendimiento en grano de plantas de cebada <i>Hordeum vulgare</i> L.</p> <p><b>Hipótesis específica 3:</b>          La tecnología apropiada para la producción de <i>Azolla sp.</i>, como biofertilizante nitrogenado está basada en el secado por radiación solar y con el secador tipo bastidor.</p>
<b>Metodología</b>	<p>Se emplea el método químico Kjeldahl para determinar el contenido de nitrógeno orgánico de <i>Azolla sp.</i>, y el diseño experimental DCA (Diseño Completamente Aleatorio) para determinar el rendimiento en grano de cebada al aplicar en dosis el biofertilizante.</p>

**Otros Anexos necesarios para respaldo de la investigación.**



VICERRECTORADO DE  
INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS  
Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA  
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO  
MUSEO DE HISTORIA NATURAL



"Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional"

## CONSTANCIA Nº 355-USM-2018

EL JEFE DEL HERBARIO SAN MARCOS (USM) DEL MUSEO DE HISTORIA NATURAL, DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS, DEJA CONSTANCIA QUE:

La muestra vegetal (plantas completas, vegetativas) recibida de **Juan Moisés Mandujano Mises**; sido estudiada y clasificada como: ***Azolla filiculoides* Lam.**; y tiene la siguiente posición taxonómica, según el Sistema de Smith, A.R. et al. (2006):

**DIVISION: PTERIDOPHYTA**

**CLASE: FILICOPSIDA**

**ORDEN: SALVINIALES**

**FAMILIA: SALVINIACEAE**

**GENERO: *Azolla***

**ESPECIE: *Azolla filiculoides* Lam.**

Nombre vulgar: "helecho mosquito"  
Determinado por Dra. Blanca León

Se extiende la presente constancia a solicitud de la parte interesada, para los fines que estime conveniente.

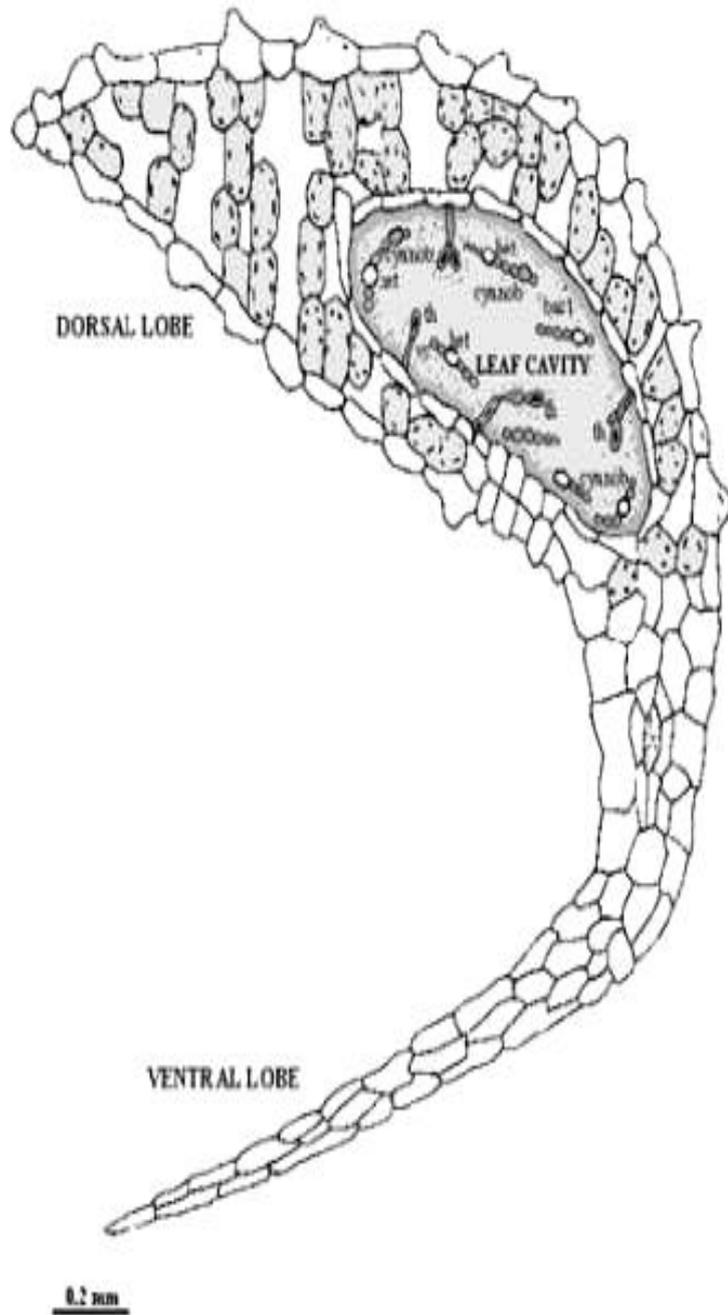
Lima, 28 de setiembre de 2018



Mag. ASUNCIÓN A. CANO ECHEVARRÍA  
JEFE DEL HERBARIO SAN MARCOS (USM)

ACE/ddb

**Figura 16.** Constancia de muestra de *Azolla* sp., en estudio es clasificada como *Azolla filiculoides* Lam.

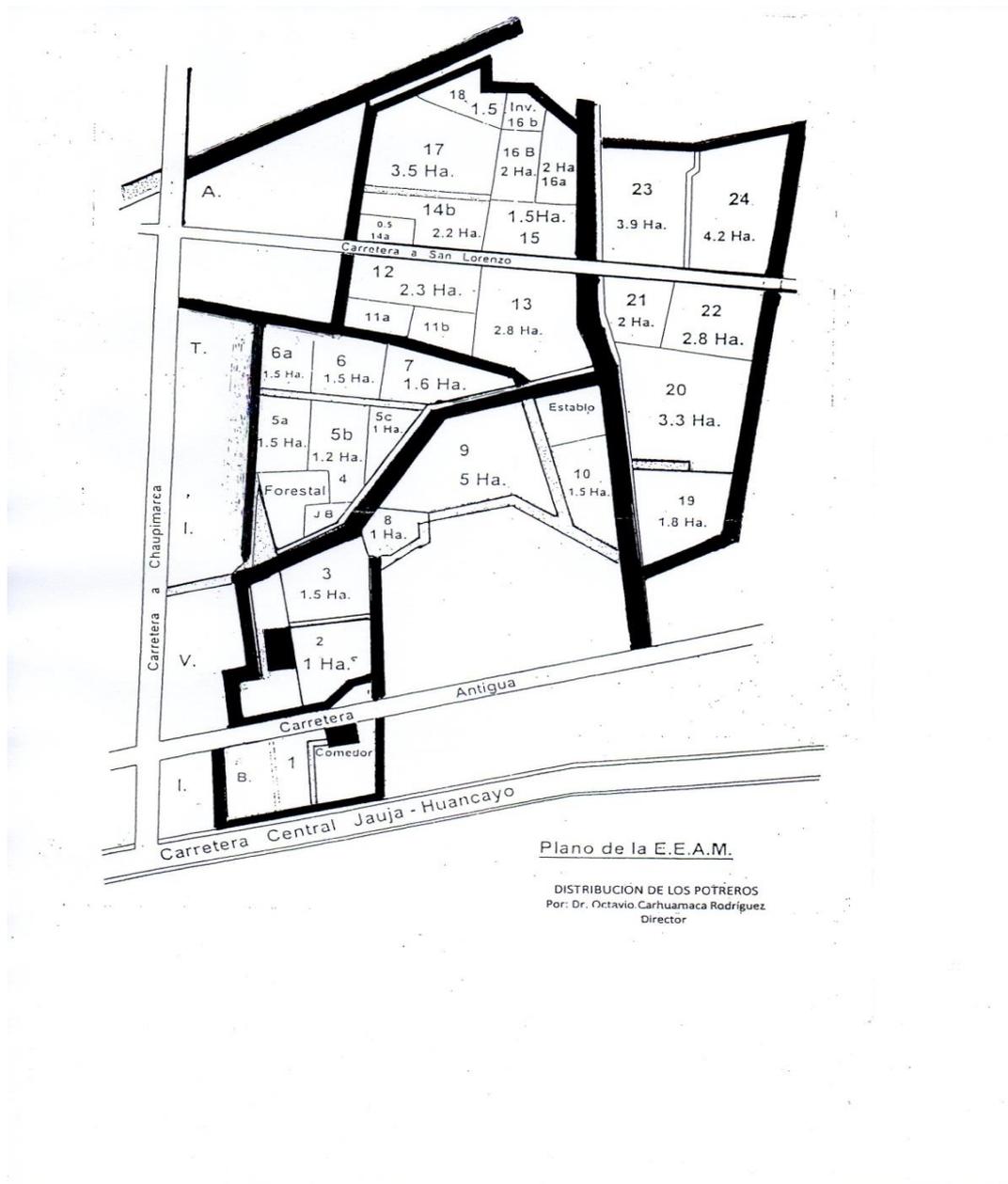


**Figura 17.** Sección transversal de una fronda (hoja) de *Azolla* mostrando su organización. (Fuente: Sevillano et al. 1984).

Dorsal lobe = lóbulo dorsal, Ventral lobe = lóbulo ventral; Leaf cavity = cavidad foliar (filamentos de *Anabaena azollae* mostrando en círculos claros el heterocisto)



**Figura18.** *Anabaena azollae* mostrando Heterocistos y células vegetativas. Tamaño de imagen al microscopio compuesto: 100 X. Los filamentos *Anabaena azollae* varían de 2 – 10 micrómetros a 20 micrómetros. Juan Mandujano Miseses (Laboratorio de Fitopatología de la Facultad de Agronomía – UNCP. 2016).



Escala: 1cm/100m. |-----|

**Figura 19.** Plano de ubicación del lote 5b. (Muestreo de suelo agrícola). **Altitud:** 3320 msnm. **Coordenadas. Latitud:** 12°03'19" Sur del ecuador. **Longitud:** 75°16'33". Distrito: El Mantaro. Provincia: Jauja. Región: Junín. Fuente E.E.A "El Mantaro". UNCP. 2016.



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA  
FACULTAD DE AGRONOMIA  
LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



## INFORME DE ANALISIS ESPECIAL EN FOLIAR

SOLICITANTE : JUAN MOISES MANDUJANO MIESES  
PROCEDENCIA : JUNIN/ JAUJA/ ACOLLA  
MUESTRA : HELECHO ACUATICO: AZOLLA SP  
REFERENCIA : H.R. 45701  
BOLETA : 11143  
FECHA : 10/07/14

Nº LAB	CLAVES	N %	M.S. %	Ceniza %
3024		3.72	6.05	14.72



Dr. Sady García Bendure  
Jefe de Laboratorio

Av. La Molina s/n Campus UNALM  
Telf.: 614-7800 Anexo 222 Telefax: 349-5622  
e-mail: labsuelo@lamolina.edu.pe

**Figura 20.** Informe Análisis Especial en Foliar. Fuente: Universidad Nacional Agraria La Molina. 2014



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
 FACULTAD DE AGRONOMIA - DEPARTAMENTO DE SUELOS  
 LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



### ANALISIS DE SUELOS : CARACTERIZACION

Solicitante : JUAN MOISES MANDUJANO MIESES

Departamento : JUNIN

Districto : MANTARO

Referencia : H.R. 42972-110C-13

Provincia : JAUJA

Predio : E.E.A. EL MANTARO - UNCP

Fecha : 02/12/13

Bolt.: 10551

Lab	Número de Muestra Claves	pH (1:1)	C.E. (1:1) dS/m	CaCO <sub>3</sub> %	M.O. %	P ppm	K ppm	Análisis Mecánico		Clase Textural	CIC	Cationes Cambiables meq/100g			Suma de Cationes Bases	Suma de Sat. De Bases %				
								Arena %	Limo %			Arcilla %	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>			K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>3+</sup> + H <sup>+</sup>	
19868		6.66	0.84	0.00	2.33	3.9	139	39	38	23	Fr.	14.08	11.23	2.35	0.38	0.11	0.00	14.08	14.08	100

A = Arena ; A.Fr. = Arena Franca ; Fr.A. = Franco Arenoso ; Fr. = Franco ; Fr.L. = Franco Limoso ; L = Limoso ; Fr.Ar.A. = Franco Arcillo Arenoso ; Fr.Ar. = Franco Arcilloso ; Fr.Ar.L. = Franco Arcillo Limoso ; Ar.A. = Arcillo Arenoso ; Ar.L. = Arcillo Limoso ; Ar. = Arcilloso

  
*Dr. Sady García Bendezú*  
 Jefe del Laboratorio

**Figura 21.** Análisis de Suelos: Caracterización. Fuente: UNALM. 2013.

**Tabla 15.** Programa de actividades realizadas para la ejecución del experimento.

<b>Fecha</b>	<b>Actividad</b>
Año 2015	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Preparación del biofertilizante a partir de plantas de <i>Azolla sp.</i></li><li>2. Acondicionamiento de invernadero de la E.E.A. "El Mantaro".</li><li>3. Colección de muestra de suelo del lote N°5 de la E.E.A. "El Mantaro", preparación de las unidades experimentales</li><li>4. Aplicación del biofertilizante al suelo contenido en las macetas según las dosis y el testigo (urea).</li></ol>
Año 2016	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Instalación del experimento en el invernadero empleando el Diseño Completamente Aleatorio.</li><li>2. Conducción del experimento y evaluaciones.</li><li>3. Cosecha y Trabajos de laboratorio.</li><li>4. Procesamiento de la información.</li></ol>

Fuente: Juan Mandujano Mieses. 2015.

**Tabla 16.** Caracteres agronómicos de la línea de cebada 925-SSL en condiciones controladas de invernadero con el biofertilizante (*Azolla sp.*) Fecha de siembra: 02/01/2015.

Tratamientos Biofertilizante	Días a la emergencia						Días al macolla – miento						Días al inicio de espigado					
		R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5		
T1 200g	6	6	6	6	6	6	16	16	16	16	16	65	65	65	65	65		
T2 150g	6	6	6	6	6	6	16	16	16	16	16	65	65	65	65	65		
T3 100g	6	6	6	6	6	6	16	16	16	16	16	66	66	66	66	66		
T4 50g	7	7	7	7	7	7	17	17	17	17	17	67	67	67	67	67		
T5 25g	7	7	7	7	7	7	18	18	18	18	18	63	63	63	63	63		
T6 10(T)	7	7	7	7	7	7	16	16	16	16	16	66	66	66	66	66		

Fuente: Juan Mandujano Mieses. 2016.

Tratamientos Biofertilizante						Días al 50% de floración						Días al 50% de maduración					
		R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5						
T1 200g		84	84	84	84	84	130	130	130	130	130						
T2 150g		84	84	84	84	84	130	130	130	130	130						
T3 100g		86	86	86	86	86	125	125	125	125	125						
T4 50g		88	88	88	88	88	123	123	123	123	123						
T5 25g		83	83	83	83	83	120	120	120	120	120						
T6 10g (T)		86	86	86	86	86	130	130	130	130	130						

Juan Mandujano Mieses. 2016.

Tratamientos Biofertilizante	Longitud de espigas (cm)					Altura de plantas (m)				
	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5
T1 200g	6.5	6.4	6.3	6.5	6.5	1.02	1.02	1.02	1.03	1.01
T2 150g	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	1.01	1.02	1.02	1.02	1.03
T3 100g	5.8	5.8	5.7	5.8	5.9	1.00	1.00	0.98	1.00	1.02
T4 50g	5.3	5.3	5.4	5.2	5.3	0.85	0.84	0.85	0.85	0.86
T5 25g	4.5	4.6	4.7	4.6	4.5	0.78	0.79	0.77	0.78	0.78
T6 10(T)	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	1.00	1.00	0.99	1.00	1.01

Juan Mandujano Mieses.2016.

**Tabla 17.** Componentes de rendimiento de la línea 925-SSL en condiciones controladas con el biofertilizante (*Azolla sp.*)

Tratamientos Biofertilizante	Número de espigas/ planta					Número de granos/Espiga				
	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5
T1 200g	5	5	5	6	4	22	22	22	22	22
T2 150g	5	4	5	5	6	22	22	22	22	22
T3 100g	4	5	5	6	5	22	22	22	22	22
T4 50g	4	5	4	3	4	20	20	20	20	20
T5 25g	3	3	3	3	3	14	14	14	14	14
T6 10(T)	5	5	5	5	5	22	22	22	22	22

Tratamientos Biofertilizante	Peso de granos/espiga (g)				
	R1	R2	R3	R4	R5
T1 200g	1.26	1.24	1.28	1.26	1.26
T2 150g	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10
T3 100g	1.04	1.02	1.02	1.00	1.02
T4 50g	0.88	0.88	0.90	0.88	0.86
T5 25g	0.62	0.64	0.66	0.64	0.64
T6 10g (urea)	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02

Juan Mandujano Mieses. 2016.

**Tabla 18.** Evaluación de caracteres agronómicos de la línea de cebada 925-SSL en condiciones controladas de invernadero con el biofertilizante (*Azolla sp.*) Fecha de siembra: 02/01/2015.

Tratamientos Biofertilizante	Días a la emergencia	Días al macollamiento	Días al inicio de espigado
T1 200g	6	16	65
T2 150g	6	16	65
T3 100g	6	16	66
T4 50g	7	17	67
T5 25g	7	18	63
T6 10g	7	16	66

Fuente: Juan Mandujano Mieses.2016.

Tratamientos Biofertilizante	Días al 50% de floración	Días al 50% de maduración
T1 200g	84	130
T2 150g	84	130
T3 100g	86	125
T4 50g	88	123
T5 25g	83	120
T6 10g (T)	86	130

Juan Mandujano Mieses. 2016.

Tratamientos Biofertilizante	Longitud de espigas (cm)	Altura de plantas (m)
T1 200g	6.5	1.02
T2 150g	6.2	1.02
T3 100g	5.8	1.00
T4 50g	5.3	0.85
T5 25g	4.5	0.78
T6 10g (T)	6.0	1.00

Juan Mandujano Mieses. 2016

**Tabla 19.** Componentes de rendimiento de la línea 925-SSL en condiciones controladas con el biofertilizante (*Azolla sp.*)

Tratamientos Biofertilizante	Contenido N (g)	N° de espigas/pl	N° de granos/ espiga	Peso de Granos/Espiga (g)
T1 200g	7.44	5	22	1.26
T2 150g	5.58	5	22	1.10
T3 100g	3.72	5	22	1.02
T4 50g	1.86	4	20	0.88
T5 25g	0.93	3	14	0.64
T6 10(T)	4.6	5	22	1.02

Fuente: Juan Mandujano Mieses. 2016.

**Tabla 20.** Rendimiento en grano (K/hectárea) de la línea 925-SSL con el biofertilizante (*Azolla sp.*)

Tratamientos Biofertilizante	Contenido de N (g)	N° Espigas /m2	N° Granos /Espiga	N° de Granos /m2	Peso de Granos /Espiga
T1 200g	7.44	320	22	7,040	1.26
T2 150g	5.58	320	22	7, 040	1.10
T3 100g	3.72	320	22	7,040	1.02
T4 50g	1.86	290	20	5,800	0.88
T5 25g	0.93	203	14	2,842	0.64
T6 10(T)	4.6	320	22	7,040	1.02

Juan Mandujano Mieses. 2016.

Tratamientos Biofertilizante	Peso de u n Grano. (g)	Peso de Granos/m2 (g)	Peso de Granos/m2 (Kg)	Rendimiento de Granos g Kg/Ha
T1 200g	0.0572	402.68	0.4026	4,026
T2 150g	0.0500	352.00	0.3520	3,520
T3 100g	0.0463	325.95	0.3259	3,259
T4 50g	0.0440	255.20	0.2552	2,552
T5 25g	0.0457	129.87	0.1298	1,298
T6 10(T)	0.0463	325.95	0.3259	3,259

Juan Mandujano Mieses. 2016.

**Tabla 21.** Costo de producción de 37.20 kg de biofertilizante seco de *Azolla sp.*, a partir de 100 kg de plantas frescas obtenidas de fuentes naturales (Valle del Mantaro). Juan Mandujano Mises 2019.

<b>Actividad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Horas</b>	<b>Costo de jornal</b>	<b>Alquiler equipo/ implemento</b>	<b>Sub total</b>
Colección (manual)	100 kg.	2	S/. 07.50	S/. 00.00	S/. 15.00
Lavado (manual)	100 kg.	1	S/. 07.50	S/. 00.00	S/. 07.50
Secado (secador)	100 kg.	1	S/. 07.50	S/. 05.00	S/. 12.50
Molido (máquina de moler)	35 kg.	2	S/. 07.50	S/. 07.00	S/. 29.50
Tamizado (con tamiz)	35kg.	1	S/. 07.50	S/. 02.00	S/. 09.50
Embolsado (manual)	35 kg	0.50	S/.03.75	S/. 00.00	S/. 03.75
Almacenado (manual)	35 kg	0.50	S/. 03.75	S/. 00.00	S/. 03.75
<b>TOTAL</b>					S/. 81.50

COSTO DIARIO DE JORNAL (8horas) = S/. 60.00

COSTO DE PRODUCCIÓN DE 37.20 kg DE BIOFERTILIZANTE SECO DE *Azolla sp.* = S/. 81.50

**COSTO DE PRODUCCIÓN DE 1 kg DE BIOFERTILIZANTE SECO DE *Azolla sp.* = S/. 2.19**