

CAPITULO I

1.1 INTRODUCCION

Durante la segunda mitad del siglo XX, la agricultura ha sido muy exitosa en la provisión de alimento a la creciente población humana. En los cultivos básicos como trigo y arroz se han incrementado significativamente los rendimientos, los precios se han reducido, la producción de alimentos generalmente ha excedido el crecimiento de la población. Este auge en la producción de alimento se debe principalmente, a los avances científicos, e innovaciones tecnológicas que incluyen el desarrollo de nuevas variedades de plantas, uso de fertilizantes, plaguicidas y el crecimiento de la infraestructura de riego. A pesar de su éxito, nuestros sistemas de producción de alimentos se encuentran en el proceso de erosionar las bases fundamentales que los sostienen.

Paradójicamente, las innovaciones tecnológicas, las prácticas, y las políticas que explican el incremento en la productividad, también están erosionando las bases de esa productividad. Por un lado han abusado y degradado los recursos naturales de los que depende la agricultura: suelo, agua, y diversidad génica. Por otro lado han creado una dependencia en el uso de recursos no renovables como el petróleo y también están fomentando un sistema que elimina la responsabilidad de los agricultores y trabajadores del campo del proceso de producir alimentos. En pocas palabras, la agricultura moderna es insostenible, a largo plazo no tiene el potencial para producir suficiente alimento como demanda la población debida, precisamente, a que está erosionando las condiciones que la hacen posible.(Gliessman 1998)

El enfoque convencional de la agricultura ha producido aumentos importantes en la productividad agropecuaria y ha logrado una cobertura significativa en la oferta de alimentos. Sin embargo, a pesar de estos logros, este modelo viene afectando el ambiente, especialmente los recursos naturales como el bosque, el suelo, el agua y la biodiversidad de plantas y animales. (J. Restrepo /D. Angel S. / M. Prager 2000)

En la mayoría de los círculos agrícolas científicos se ha llegado a la percepción general de que la agricultura enfrenta una crisis ambiental. La raíz de esta crisis radica en el uso de prácticas agrícolas intensivas basadas en el uso de altos insumos que conlleva a la degradación de los recursos naturales a través de procesos de erosión de suelos, salinización, contaminación con plaguicidas, desertificación, pérdida de la fitomasa y por ende reducciones progresivas de la productividad. (Altieri 1994)

La única opción que nos queda es la de preservar la productividad, a largo plazo, de la superficie agrícola del mundo junto con cambios necesarios en nuestros patrones de consumo y uso del suelo, buscando una mayor equidad que beneficie a todos, desde los agricultores hasta los consumidores.

Para preservar la productividad de la agricultura, se requieren sistemas sostenibles de producción de alimentos. La sostenibilidad se puede alcanzar mediante prácticas de cultivo basadas en el conocimiento adecuado y profundo de los procesos ecológicos que suceden tanto en las parcelas de producción como en el contexto de las cuales ellas son parte. Con estas bases podemos enfocarnos hacia los cambios sociales y económicos que promueven la sostenibilidad en todos los sectores del sistema alimentario. (Gliessman 1998)

Anualmente se produce una cantidad considerable de residuos agrícolas, pero solo una cierta parte de esta es aprovechada directamente para la alimentación, dejando una gran cantidad de desechos, los cuales se convierten en un potencial de contaminación ambiental. El aprovechamiento de estos residuos como medio eficiente de reciclaje racional de nutrientes, mediante su transformación en abonos orgánicos, ayuda al crecimiento de las plantas y contribuye a mejorar o mantener muchas propiedades del suelo. Los beneficios del uso de enmiendas orgánicas como el Bocashi, son ampliamente conocidos a nivel mundial, aunque la literatura científica es poco precisa sobre contenidos nutricionales y prácticamente no se hace referencia a la carga microbiana existente en estos materiales.

La Azolla es un organismo de fácil propagación y tratamiento, esta especie se adapta bien a diferentes climas y pisos altitudinales por lo que la factibilidad de realización de

esta investigación es alta, ya que no requiere de tecnologías complicadas y está al alcance de los productores agrícolas. Entre las opciones agroecológicas se destaca la *Azolla-Anabaena* que es una asociación simbiótica entre el helecho de agua azolla (*Azolla filiculoides* Lam.) y la cianobacteria anabaena (*Anabaena azollae* Strass), esta cianobacteria tiene la capacidad de fijar nitrógeno atmosférico, alcanzando los 1200 Kg de nitrógeno fijado por hectárea y por año bajo condiciones óptimas de temperatura, suelo y composición química de suelo y agua (Montaño 2005)

1.2 JUSTIFICACION.-

Muchos sistemas de producción convencionales han ido destruyendo la capacidad productiva del suelo, y así mismo el deterioro de los recursos naturales en las actividades agrícolas, ha motivado la búsqueda de nuevas alternativas que permitan enriquecer el suelo con macro y micro nutrientes de manera sostenible, para beneficio de las futuras generaciones.

En los últimos años la agricultura orgánica está siendo más valorada por la población siendo los mismos que exigen productos saludables, ya que infinidad de investigaciones han dado a conocer que el uso de la agricultura convencional atenta contra la salud de los seres humanos.

El uso de la azolla como un biofertilizante rico en nitrógeno es factible, ya que se ha podido demostrar en distintas investigaciones que la planta se beneficia del aporte de este material, mejorando las prácticas agrícolas sostenibles.

Es por eso que se decidió realizar la utilización de dos tipos de “bocashi” ya que los fertilizantes orgánicos evitan la degradación de los suelos agrícolas, a la contaminación de las aguas de ríos o quebradas y así mismo a una alimentación saludable para la sociedad.

1.3 OBJETIVO GENERAL.-

Evaluación de dos tipos de bocashis, en la producción de la papa en la comunidad de Puesto Tunal

1.4 OBJETIVOS ESPEFIFICOS.-

- Componer la preparación de los dos tipos de bocashi, bocashi común y bocashi de azolla
- Calcular la efectividad de los bocashi en base al rendimiento del cultivo de la papa (*Solanum tuberosum L.*)
- Estimar económicamente los tratamientos planteados.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1 AGRICULTURA ORGÁNICA

La agricultura orgánica es un sistema productivo muy antiguo practicado por muchos agricultores desde los tiempos del Imperio Romano y por las culturas aborígenes que habitaban en el nuevo mundo, a la llegada de los españoles y portugueses. La agricultura orgánica se basa en evitar e incluso excluir totalmente los fertilizantes y pesticidas sintéticos de la producción agrícola. En lo posible, reemplaza las fuentes externas tales como sustancias químicas y combustibles adquiridos comercialmente por recursos que se obtienen dentro del mismo predio o en sus alrededores. Dichos recursos internos incluyen la energía solar y eólica, el control biológico de las plagas, el nitrógeno fijado biológicamente y otros nutrientes que se liberan a partir de la materia orgánica o de las reservas del suelo. Las opciones específicas que fundamentan la agricultura orgánica son la máxima utilización de la rotación de cultivos, los rastrojos vegetales, el abono animal, las leguminosas, los abonos verdes, los desechos orgánicos externos al predio, el cultivo mecanizado, las rocas fosfóricas y los aspectos del control biológico de plagas con miras al mantenimiento de la fertilidad del suelo y su estructura, el suministro de nutrientes vegetales y el control de los insectos, malezas y otras plagas. (J. Restrepo /D. Angel S. / M. Prager 2000)

2.2 OBJETIVO DE LA AGRICULTURA ORGÁNICA

- Mejorar y mantener el paisaje natural y los agroecosistemas
- Evitar la sobre explotación y la contaminación de los recursos naturales

- Minimizar el consumo de energía y de los recursos naturales no renovables
- Producción de suficiente cantidad de alimentos sanos, nutritivos y de alta calidad
- Proveer retornos adecuados en un ambiente de trabajo seguro y saludable
- Reconocer el conocimiento indígena y los sistemas agrícolas tradicionales
- Mantener y aumentar la fertilidad de los suelos a largo plazo
- Mejorar los ciclos biológicos dentro de la finca, especialmente los ciclos de los nutrientes
- Proveer una oferta de nitrógeno a través del uso intensivo de las plantas fijadoras de nitrógeno
- Protección biológica de las plantas basada en la prevención en lugar de la curación
- Diversidad de variedades de cultivos y de especies animales apropiada para las condiciones del lugar
- Crianza de animales apropiada para las necesidades de los animales
- Prohibición de fertilizantes químicos sintéticos, pesticidas, hormonas y otros reguladores del crecimiento
- Prohibición de la ingeniería genética y sus productos
- Prohibición de los métodos, aditivos e ingredientes sintéticos y dañinos en el procesamiento de alimentos (ANON 2000)

2.3 BENEFICIOS DE LA AGRICULTURA ORGÁNICA

Las ventajas de la agricultura orgánica comparada con la agricultura convencional pueden ser resumidas como sigue:

- Conservación de suelos y el mantenimiento de la fertilidad del suelo.
- Menos contaminación del agua (el agua subterránea, los ríos, los lagos)
- Protección de fauna silvestre (las aves, las ranas, los insectos etc.)
- Biodiversidad más alta, paisaje más diverso.
- Mejor tratamiento de los animales.
- Menos utilización de insumos externos no renovables y de energía.
- Menos residuos de pesticida en la comida.
- Cero hormonas y antibióticos en los productos animales.
- Mejor calidad de los productos (el sabor, las propiedades para almacenamiento)

2.4 LA FORMACIÓN DE LA MATERIA ORGÁNICA EN EL SUELO

Las plantas están compuestas de agua, aire y nutrientes. Cuando el material de la planta se descompone con la ayuda de animales, organismos y microbios del suelo, los componentes son liberados en forma de nutrientes o gases, y están disponibles de nuevo para el crecimiento de la planta. En el curso de la descomposición, una parte del material se descompone hasta cierto grado, estos componentes medio descompuestos

se asocian para formar una materia de color café oscuro o negro que es la materia orgánica del suelo; una parte de esta materia orgánica contiene todavía estructuras visibles como hojas, fibras, madera etc. la mayor parte de ésta carece de estructuras y está íntimamente mezclada con el suelo.

- Mientras más nutritivo sea el material, más rápido y más completamente, éste será comido por los organismos y microbios del suelo. Tales materiales son por ejemplo hojas jóvenes frescas, estiércol y plantas que fijan nitrógeno.
- Mientras más duro es el material y menos nutrientes contiene, más tiempo tomara para descomponerse. Las plantas viejas y los materiales vegetales ricos en fibra o leñoso necesitan más tiempo para descomponerse.
- La velocidad de descomposición también dependerá de la humedad del suelo y de la temperatura. La vida del suelo es más activa en condiciones calientes y húmedas, conducentes a la descomposición rápida del material orgánico. (ANON 2000)

2.4.1 Cómo Aumentar la Cantidad de Materia Orgánica en el Suelo

Las actividades que aumentan el nivel de materia orgánica del suelo:

- Dejando residuos del cultivo en el campo, en lugar de quemarlos o desaprovechándolos, ya que son la fuente principal de biomasa.
- Aplicando compost, esto es muy efectivo, ya que parte de la materia orgánica en el compost ya está estabilizada y se quedará en el suelo por un tiempo más largo que material fresco de la planta.

- Aplicando estiércoles orgánicos, como contienen material orgánico, ayudan a aumentar el contenido de materia orgánica; al mismo tiempo, pueden apresurar la descomposición ya que son ricos en nitrógeno y así pueden estimular los organismos del suelo.
- Mulching con materiales de plantas o residuos agrícolas, especialmente aplicando material duro (rico en fibras o leñoso) se aumentará el contenido de materia orgánica, quedando en el suelo por mucho tiempo; además ayuda a reducir erosión.
- Utilizando abonos verdes o cultivos de cobertura, los abonos verdes cultivados en el mismo campo contribuirán con biomasa de las hojas y las raíces; el material cultivado en otro sitio contribuye sólo con las hojas. Mientras más joven sea la planta el material se descompone más rápido, liberando los nutrientes más rápido pero añadiendo menos a la cantidad de materia orgánica del terreno.
- Rotación de cultivos adecuada, incluyendo cultivos en la rotación que contribuyan con materia orgánica al terreno (por ejemplo los pastos); especialmente las plantas perennes y los cultivos con un sistema radicular denso (por ejemplo los pastos) son muy beneficiosos.
- Evitando la erosión del suelo, todos los métodos mencionados antes serán en vano a menos que la erosión del suelo se prevenga, ya que éste se lleva aquellas partículas que contienen humus y que además son las más fértiles. (ANON 2000)

2.4.2 La Importancia de la Materia Orgánica del Suelo

Buena aireación e infiltración del agua de lluvia y de irrigación las partes no visibles de la materia orgánica actúan como adhesivo, adhiriendo las partículas del suelo entre

si la materia orgánica provee un medio adecuado para los organismos del suelo muchos organismos del suelo benéficos se alimentan de material orgánico las partes visibles de la materia orgánica actúan como pequeñas esponjas un suelo suelto y una estructura del suelo suave y con muchas cavidades. (ANON 2000)

- La materia orgánica en el suelo ayuda a construir una estructura suelta y suave del suelo con un montón de porosidades. Esto conduce a una mejor aeración, mejor infiltración de agua pluvial o regador y una penetración más fácil de las raíces.

- Las partes visibles de la materia orgánica actúan como esponjas diminutas que pueden absorber agua hasta cinco veces de su propio peso, por consiguiente en los períodos secos más agua está disponible para las plantas, por un tiempo más largo. Esto es especialmente importante en suelos arenosos.

- Las partes invisibles de la materia orgánica actúan como una goma, pegando las partículas del suelo, unas a otras formando así agregados estables. Tales agregados mejoran la estructura del suelo, especialmente en suelos arcillosos y arenosos.

- Los microorganismos beneficiosos y otros organismos del suelo como las lombrices también se alimentan de material orgánico descomponiéndolo. Como estos organismos requieren suficiente humedad y aeración, la materia orgánica del suelo provee un ambiente adecuado para ellos.

- La materia orgánica tiene una gran capacidad para retener nutrientes y liberarlos continuamente, por consiguiente se incrementa la capacidad del suelo de suplir a las plantas de nutrientes y reduce pérdidas de nutrientes por lixiviación. Esto es especialmente importante en terrenos arenosos que naturalmente retienen muy pocos nutrientes.

- La materia orgánica también impide a los suelos ponerse demasiado ácidos. (ANON 2000)

2.5 ABONOS ORGÁNICOS

2.5.1 El Valor de los Abonos Orgánicos.

Los abonos orgánicos incluyen todas las fuentes nutrientes derivadas de origen vegetal o animal, desdichadamente estos son a menudo una fuente subestimada de nutrientes.

Los abonos orgánicos son muy diferentes de los fertilizantes químicos o minerales, la diferencia básica es que contienen materia orgánica. Debido a su contenido de materia orgánica son una fuente lenta de nutrientes y proveen varios nutrientes simultáneamente; sin embargo, mejoran principalmente la calidad del suelo.

- Ofrecen todos los nutrientes que necesitan las plantas
- Incrementan el contenido de materia orgánica en el suelo
- Alimentan los organismos del suelo
- Pocos riesgos de lixiviación de nutrientes
- Son baratos o sin costo
- Son en muchos casos desperdicios
- Liberan nutrientes lentamente a lo largo de mucho tiempo (ANON 2000)

2.5.2 Abono Orgánico Fermentado

La elaboración de los abonos orgánicos fermentados se puede entender como un proceso de semi-descomposición aeróbica (con presencia de oxígeno) de residuos orgánicos por medio de poblaciones de microorganismos, quimioorganotróficos³, que existen en los propios residuos, con condiciones controladas, y que producen un material parcialmente estable de lenta descomposición en condiciones favorables y que son capaces de fertilizar a las plantas y al mismo tiempo nutrir la tierra. (P.E.S.A, 2011)

2.5.3 Las Ventajas del Abono Orgánico Fermentado

- a) No se forman gases tóxicos ni surgen malos olores debido a los controles que se realizan en cada etapa del proceso de la fermentación, evitándose cualquier inicio de putrefacción.
- b) Se facilita el manejo del volumen de abono, su almacenamiento, su transporte y la disposición de los materiales para elaborarlo (se puede elaborar en pequeños o grandes volúmenes, de acuerdo con las condiciones económicas y con las necesidades de cada productor).
- c) Se pueden elaborar en la mayoría de los ambientes y climas donde se realicen actividades agropecuarias.
- d) Se autorregulan “agentes patogénicos” en la tierra, por medio de la inoculación biológica natural, principalmente de bacterias, actinomicetos, hongos y levaduras, entre otros.

e) Se da la posibilidad de utilizar el producto final en los cultivos, en un período relativamente corto y a costos muy bajos.

f) Por medio de la inoculación y reproducción de microorganismos nativos presentes en los suelos locales y levaduras, los materiales se transforman gradualmente en nutrientes de excelente calidad disponibles para la tierra, las plantas y la propia retroalimentación de la actividad biológica.

g) El crecimiento de las plantas es estimulado por una serie de fito hormonas y fito reguladores naturales que se activan a través de los abonos fermentados. (P.E.S.A, 2011)

2.6 FIJADORES DE NITROGENO EN EL SUELO

2.6.1 Rhizobium

- Una bacteria
- Vive en el suelo alrededor y dentro de las raíces de las plantas leguminosas
- Crea una simbiosis con las plantas leguminosas
- Fija nitrógeno atmosférico

2.6.2 Azotobacter

- Una bacteria
- Vive libre en el suelo

- Puede fijar nitrógeno

2.6.3 Azospirillum

- Una bacteria
- Vive en el suelo
- Capaz de vivir por si misma en el suelo, o en asociación cercana con las raíces de las plantas
- A brasilense es capaz de fijar nitrógeno

2.6.4 Pseudomonas

- Grupo de bacterias diversas
- Puede utilizar una amplia gama de productos que las plantas liberan cuando sus raíces filtran o mueren.
- Funciones varias: solubilizar el fósforo haciéndolo disponible

2.6.5 Mycorrhiza

- Una simbiosis de hongo con raíz
- Vive con las raíces de casi todas las plantas
- Vive en las raíces y se extiende por si misma al suelo

- Ayuda a las plantas recogiendo agua y nutrientes
- Mejora la estructura del suelo. (ANON 2000)

2.7 ABONO BOCASHI

Es un bio fertilizante de origen japonés, del que deriva su nombre "bo-ca-shi", que significa fermentación. En la antigüedad los japoneses utilizaban sus propios excrementos para elaborarlo y abonar sus arrozales. Se trata de un abono orgánico fermentado parcialmente, estable, económico y de fácil preparación. Este abono es producto de un proceso de degradación anaeróbica o aeróbica de materiales de origen animal y vegetal, el cual es más acelerado que el compostaje, permitiendo obtener el producto final de forma más rápida. (Arias, 2001).

Es un abono orgánico, rico en nutrientes necesario para el desarrollo de los cultivos; que se obtiene a partir de la fermentación de materiales secos convenientemente mezclados. Los nutrientes que se obtienen de la fermentación de los materiales contienen elementos mayores y menores, los cuales forman un abono completo superior a las fórmulas de fertilizantes químicos. (P.E.S.A, 2011)

2.7.1 Uso del Bocashi

Se usa para suministrar los nutrientes necesarios y adecuados al suelo, donde son absorbidos por las raíces de los cultivos para su normal desarrollo. Se debe utilizar la

mayor diversidad posible de materiales, para garantizar un mayor equilibrio nutricional del abono. (P.E.S.A, 2011)

2.7.2 Ingredientes Básicos para la Preparación de los Abonos Orgánicos Fermentados Tipos Bocashi

- Gallinaza de aves ponedoras u otros estiércoles
- Carbón quebrado en partículas pequeñas (cisco de carbón)
- Pulidura o salvado de arroz
- Cascarilla de arroz o café o pajas bien picadas o rastrojo
- Cal dolomita o cal agrícola o ceniza de fogón
- Melaza o miel de caña de azúcar o jugo de la misma
- Levadura para pan, granulada o en barra
- Tierra arcillosa bien cernida
- Agua (solamente una vez y al momento de prepararlo). (P.E.S.A, 2011)

2.7.3 Factores que Afectan el Proceso de la Elaboración de los Abonos Orgánicos Fermentados.

2.7.3.1 La Temperatura:

Está en función del incremento de la actividad microbológica del abono, que comienza después de la etapa de la mezcla de todos los ingredientes. Aproximadamente, después de catorce horas de haberlo preparado, el abono debe presentar temperaturas que pueden superar fácilmente los 50 °C, lo que es una buena señal para continuar con las demás etapas del proceso. La actividad microbológica puede ser perjudicada por la falta de oxigenación y el exceso o escasez de humedad.

2.7.3.2 El pH (acidez):

La elaboración de este tipo de abono requiere que el pH oscile entre un 6 y un 7,5, ya que los valores extremos inhiben la actividad microbológica durante el proceso de la degradación de los materiales. Sin embargo, al inicio de la fermentación el pH es bien bajo, pero gradualmente se va auto-corrigiendo con la evolución de la fermentación o maduración del abono.

2.7.3.3 La Humedad:

La humedad óptima para lograr la máxima eficiencia del proceso de la fermentación del abono, oscila entre el 50% y el 60% (en peso) o sea, los materiales están vinculados a una fase de oxidación. Cuando la humedad es inferior al 35%, se da una descomposición aeróbica muy lenta de los materiales orgánicos que hacen parte del compuesto.

Por otro lado, cuando la humedad supera el 60%, la cantidad de poros que están libres de agua son muy pocos, lo que dificulta la oxigenación de la fermentación, resultando un proceso anaeróbico putrefacto, el cual está vinculado a una fase de reducción de la materia orgánica, que no es lo deseado ni lo ideal para obtener un abono de buena calidad.

2.7.3.4 La Aireación:

La presencia del oxígeno o una buena aireación es necesaria para que no existan limitaciones en el proceso aeróbico de la fermentación del abono. Se calcula que como mínimo debe existir de un 5% a un 10% de concentración de oxígeno en los macro poros de la masa. Sin embargo, cuando el micro poro se encuentran en estado anaeróbico (sin oxígeno) debido a un exceso de humedad, ello puede perjudicar la aireación del proceso y, en consecuencia, se obtiene un producto de mala calidad.

2.7.3.5 El Tamaño de las Partículas de los Ingredientes:

La reducción del tamaño de las partículas de los componentes del abono puede presentar la ventaja de aumentar la superficie para su descomposición microbológica. Sin embargo, el exceso de partículas muy pequeñas puede llevar fácilmente a una compactación que favorece el desarrollo de un proceso anaeróbico, lo que no es ideal para obtener un buen abono orgánico fermentado. En algunos casos, este fenómeno se corrige mezclando al abono material de relleno de partículas mayores, como son pedazos picados de maderas, carbón vegetal grueso, etc.

Por otro lado, la forma de preparar el bocashi es variada y se ajusta a las condiciones y a los materiales que cada campesino dispone en su finca o comunidad. Es decir, no existe una única receta o fórmula para hacer los abonos; lo más importante es el entusiasmo y la disponibilidad del tiempo para ser creativo y así intentar superar la crisis que los campesinos heredaron de la agricultura convencional de los venenos y los fertilizantes químicos altamente solubles. (P.E.S.A, 2011)

2.7.4 Función del Bocashi

Su función es enriquecer el suelo y los microorganismos disponibles ponen a disposición los minerales para que lo utilicen las plantas o por medio de la erosión. Los nutrientes son asimilados por las plantas y puestos a disposición de las plantas, con lo que estimula el crecimiento de sus raíces y follaje. (P.E.S.A, 2011)

2.7.5 Dosis a Utilizar

En terrenos con proceso de fertilización orgánica se pueden aplicar 4 libras por metro cuadrado de terreno. La aplicación debe realizarse 15 días antes de la siembra, al trasplante o en el desarrollo del cultivo.

En terrenos donde nunca se ha aplicado bocashi, las dosis serán mayores (10 libras por metro cuadrado aproximadamente).

Para cultivos anuales (granos básicos, yuca, caña y otros), será necesaria una segunda aplicación, entre 15 y 25 días de la emergencia del cultivo, en dosis de 2 libras por metro cuadrado.

Para cultivos anuales (granos básicos, yuca, caña y otros), será necesaria una segunda aplicación, entre 15 y 25 días de la emergencia del cultivo, en dosis de 2 libras por metro cuadrado.

Para cultivos de ciclo largo (frutales), se aplica una libra por postura al momento de la siembra y tres aplicaciones de 1 libra por año, esta dosis se utilizará durante el período de crecimiento. En árboles productivos se harán aplicaciones de 2 libras, tres veces por año.

Para hortalizas se hará una sola aplicación de 4 libras por metro cuadrado, 15 días antes de la siembra o el trasplante. (P.E.S.A, 2011)

2.8 AZOLLA (*Azolla filicoides*)

Azolla: nombre genérico que deriva de las palabras griegas: *azo* = "seco", y *ollumi u olluo* = "destruir, en referencia a la manera en que estas plantas mueren en condiciones

secas. *Azolla*, llamado comúnmente helecho mosquito, helecho de pato o helecho de agua, es un género de helechos acuáticos, único género de la familia Azollaceae (algunos autores la consideran integrante de la familia Salviniaceae).

Están extremadamente reducidos en forma y en especialización. De aspecto nada parecido a los helechos convencionales, aunque se asemeja a los miembros de Lemnaceae o algunos musgos.

<https://es.wikipedia.org/wiki/Azolla>

2.8.1 Taxonomía

Azolla filiculoides

Reino: Plantae

División: Pteridophyta

Clase: Pteridopsida

Orden: Salviniales

Familia: Azollaceae / Salviniaceae

Género: *Azolla* LAM.

<https://es.wikipedia.org/wiki/Azolla>

2.9 INTERÉS AGRONÓMICO DEL AZOLLA

Es indudable su capacidad de fijación del nitrógeno atmosférico que es la base del interés que tiene en la simbiosis azolla- anabaena. Sin embargo este posee un cierto número de otras propiedades interesantes y una tendencia actual de la investigación consiste precisamente en desarrollar las prácticas de cultivo que permiten simultáneamente sacar provecho de muchas de ellas.(c. Van Hove, 1989)

2.9.1 Aporte de Nitrógeno

Por su carácter diatrozofro, el azolla enriquece de nitrógeno el medio en el que este se desarrolla; este nitrógeno será liberado y eventualmente puesto a disposición de las plantas de cultivo en el momento de la muerte de la disposición del helecho. Aun que numerosos factores influyen en la cantidad de este aporte, se puede estimar en una primera aproximación que el enterrado de un tapiz de azolla de buena calidad tiene generalmente efectos comparables de la aplicación de treinta a cuarenta unidades de nitrógeno por hectárea.(c. Van Hove, 1989)

2.9.2 Mejoramiento de la Estructura de Suelos

La elevada productividad de azoolla permite asegurar un aporte (por enterramiento) de una cantidad apreciable de materia orgánica al suelo y desde luego mejorar su

estructura. Teniendo en cuenta la mineralización generalmente rápida en los suelos tropicales.(c. Van Hove, 1989)

2.9.3 Acumulación de Potasio

El azolla es más apto que el arroz para acumular el potasio en un medio pobre de este elemento, Este potasio es restituido al suelo en el momento de la descomposición del helecho, jugando indirectamente un rol de abono potásico.(c. Van Hove, 1989)

2.9.4 Abono de Azolla

El abono de Azolla es muy fácil de cultivar y además de ser muy rico en nitrógeno, también mejora la estructura del suelo, aumentando su retención del agua lo que no ocurre con los fertilizantes químicos.

Hay dos maneras de hacer abono con Azolla: Tierra de Azolla (más fácil) y bocashi de Azolla (con más nutrientes).

La Azolla, tradicionalmente explotada en Asia, es un alimento ideal para el ganado ovino, bovino caprino porcino (vacas, ovejas, cabras, cerdos, gallinas, patos, conejos, gasterópodos y peces), como también para los humanos. Los proyectos de alimentación para vacas y cerdos en la región de Tarija han dado buenos resultados.

También la Azolla puede ayudar en la lucha contra la erosión y en la depuración de aguas sucias o llenas de metales pesados. <https://azollabolivia.wordpress.com/>

2.10 CULTIVO DE PAPA (*Solanum tuberosum*)

La papa o patata (*Solanum tuberosum*) es una especie de planta herbácea perteneciente al género *Solanum* de la familia de las solanáceas originaria de Sudamérica¹ y cultivada por todo el mundo por sus tubérculos comestibles. Fue domesticada en el altiplano andino por sus habitantes hace unos 8000 años, y más tarde fue llevada a Europa por los conquistadores españoles como una curiosidad botánica más que como una planta alimenticia. Su consumo fue creciendo y su cultivo se expandió a todo el mundo hasta convertirse hoy día en uno de los principales alimentos para el ser humano.

https://es.m.wikipedia.org/wiki/Solanum_tuberosum

2.10.2 Taxonomía

Taxonomía

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Subclase: Asteridae

Orden: Solanales

Familia: Solanaceae

Subfamilia: Solanoideae

Tribu: Solaneae

Género: Solanum

Subgénero: Potatoe

Sección: Petota

Especie: Solanum tuberosum

https://es.m.wikipedia.org/wiki/solanum_tuberosum

2.10.3 Tecnología y Productividad

El rendimiento de la papa a nivel mundial en el 2006 asciende a 16.08 y si bien América Latina registra un rendimiento mayor (16.42 Ton/Ha), los niveles en América del norte y Europa son los mayores de todo el mundo (Argenpapa, 2005). Según molina (2004) menciona que los rendimientos varían entre los 25 Ton/Ha con un buen manejo de cultivo.

Según las cifras entregadas por los investigadores, Bolivia se acerca de esa manera al promedio internacional del rendimiento de 14.5 Ton/Ha. Aunque se conocen rendimientos muy superiores como es el caso excepcional de producciones de 45 Ton/Ha (Fao, 2008).

En Tarija los rendimientos de papa por hectárea, varia de acuerdo a las zonas donde se cultivan, la variedad desiree tiene un rendimiento de 15 Ton/ha y la variedad marcela con un rendimiento de 50 Ton/ha. (Miranda, 2009).

La maquinaria agrícola, también ya es parte de la tecnología utilizada en la producción de papa en los Andes de Bolivia. Naturalmente, exceptuando aquellas zonas de montaña cuyas pendientes solo permiten el uso de las “Yuntas” para la preparación, siembra y labores culturales. (M. COCA,2012)

CAPITULO III

3. MATERIALES Y METODOS

3.1. LOCALIZACIÓN

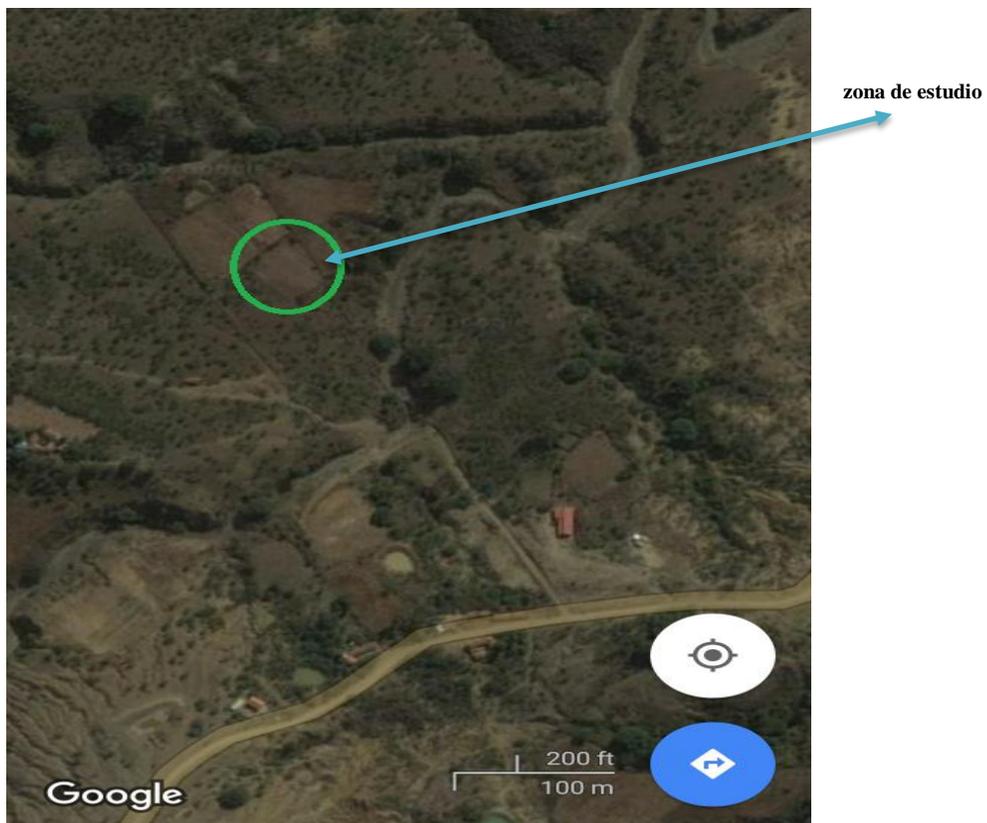
El presente trabajo de investigación se realizó en la comunidad de Puesto Tunal, perteneciente al municipio de Uriondo, primera sección de la provincia Avilés del Departamento de Tarija, se encuentra al Sur Oeste de la capital de Tarija, correspondiéndole la coordenada geográfica $21^{\circ} 37' 60''$ de latitud Sur, y $64^{\circ} 49' 60''$ de latitud Oeste, con una altura aproximada de 1.987 m.s.n.m.



3.2 UBICACIÓN

El presente estudio se llevó a cabo dentro del municipio de Uriondo más precisamente en la comunidad del Puesto Tunal.

La comunidad del Puesto Tunal está ubicada en el valle central de Tarija, sobre la carretera a la comunidad de Camacho a una distancia de 33 km Sur Oeste del departamento de Tarija. Limita al Norte con la comunidad de Pampa Redonda, al Sur con la comunidad de Miscas Caldera, al este con la comunidad de Huayco, y al oeste con la comunidad de Pinos.



3.3 CARACTERISTICAS CLIMATICAS

3.3.1 Clima

La comunidad del Puesto Tunal tiene un clima cálido seco en la época primaveral.

3.3.2 Temperatura:

La comunidad de Puesto Tunal tiene una temperatura promedio de 17.8 grados centígrados.

Cuadro N° 1. Resumen de temperaturas.

TEMPERATURAS	°C
Media anual de los últimos 5 años	17.8
Máxima promedio de los últimos 5 años	25.8
Mínima promedio de los últimos 5 años	9.9
Máxima extrema de los últimos 5 años	39.7
Mínima extrema de los últimos 5 años	-6,2

Fuente: SENAMHI. (2012)

3.3.3 Precipitación:

La precipitación en la comunidad de Puesto Tunal anual promedio es de 556 mm. Las precipitaciones con gran frecuencia se presentan los meses de Diciembre, Enero, Febrero y parte de Marzo, y los meses más secos del año son Junio, julio y Agosto.

Cuadro N° 2. Resumen de precipitaciones.

PRECIPITACIONES	Mm/año	Año
Altura de precipitación media	606.9	2012-2017
Año más lluvioso	760.2	2012
Año más seco	479.2	2015
Precipitación máxima diaria	125.0	2012-2017

Fuente: SENAMHI. (2012)

3.3.4 Geomorfología

El área geográfica de la comunidad del Puesto Tunal se encuentra en el municipio de Uriondo, se diferencian paisajes, serranías, montañas, planicies, colinas, valles y pie de monte los cuales se caracterizan por suelos erosionados.

3.3.4.1 Suelo

En la comunidad de Puesto Tunal se caracterizan por ser suelos franco arcilloso con una textura relativamente suelta, con una composición de proporciones porcentuales siguientes: Arena 22; limo 44; arcilla 34.

3.3.5 Vegetación

La vegetación predominante son los árboles y otros arbustos.

Cuadro N° 3. Vegetación de la zona

Nombre Común	Nombre científico
Sauce	Salix babilónica
Chañar	Geoffrea decorticans B.
Molle	Schinus molle L.
Churqui	Acacia caven M.
Eucalipto	Eucalipto sp.

3.4 MATERIALES

3.4.1 Material Vegetal

Los materiales vegetales utilizados fueron:

Azolla

Estiércol de cabra

Tierra vegetal

Desechos de cosecha de maíz

Ceniza de fogón

Agua

Chancaca

Carbón

Afrecho

Levadura

3.4.2 Material de Campo

Baldes de plástico

Pala

Cámara fotográfica

Regadera

Machete

Carretilla

Bolsas

Wincha

Manguera

Letreros

Romana y balanza

Flexo metro

3.4.3 Material de Escritorio

Computadora

Impresora

Libreta de apuntes

Calculadora

3.5 DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño experimental en el trabajo experimental fue de Bloques al azar, con dos tratamientos más un testigo, con diez repeticiones de cada tratamiento de bocashi mas el testigo

El detalle del diseño es el siguiente:

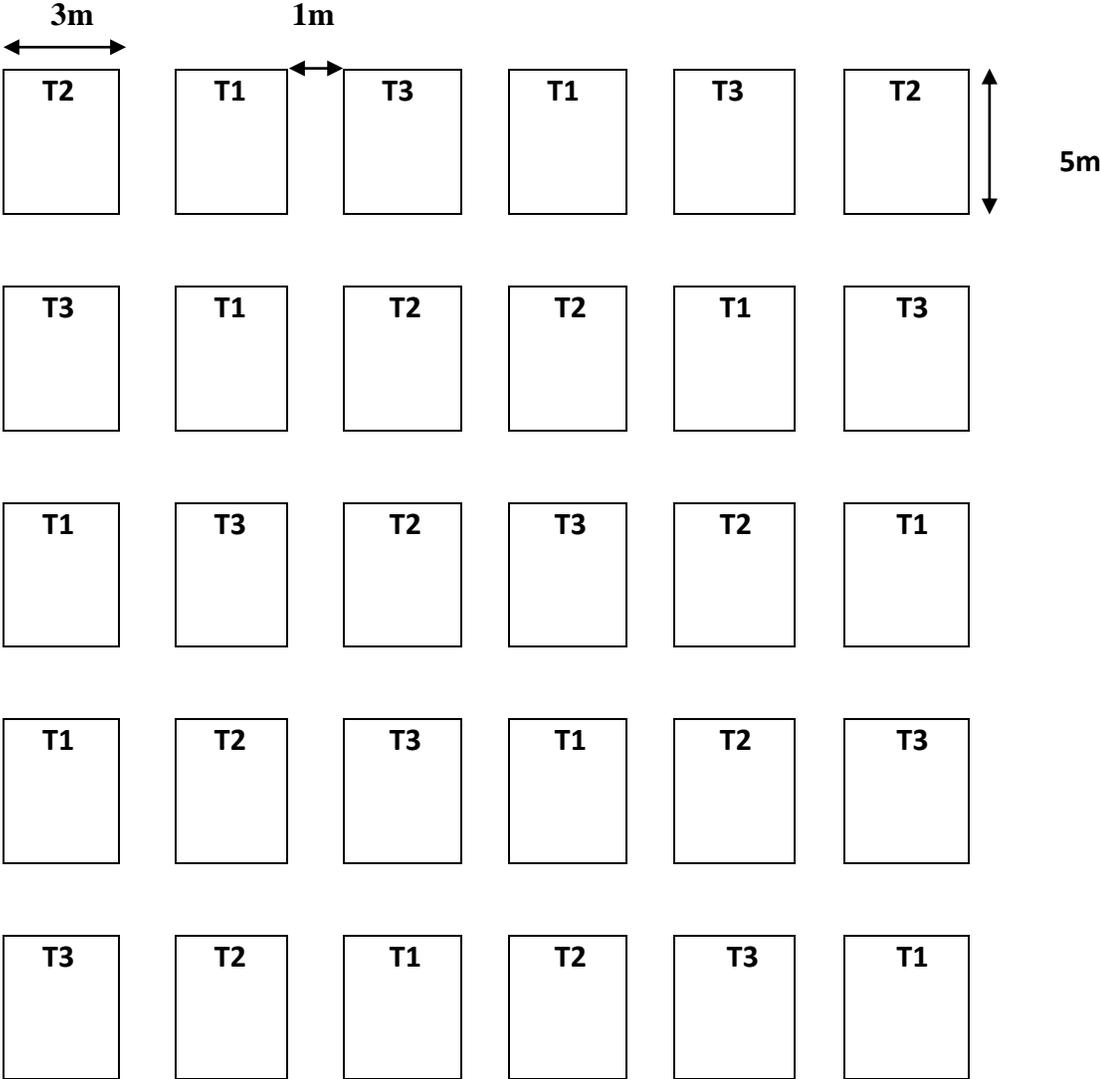
Tratamientos

T1. Bocashi común

T2. Bocashi de azolla

T3. Testigo (Fosfato Diamónico)

3.6 DISEÑO DE CAMPO



3.7 METODOLOGIA

3.7.1 Preparación y Adquisición de Abonos Orgánicos

3.7.2 Preparación del Bocashi Común

Una vez que se tienen los ingredientes, se escogió un lugar protegido de sol y lluvia, se trabajó sobre un lugar plano y firme.

PASO 1

Se colocó por capas los ingredientes en el siguiente orden:

Primero los desechos de cosecha de maíz, luego se aplicó la tierra vegetal, posteriormente el estiércol y sobre todo esto el carbón, el afrecho y la ceniza.

PASO 2

Posteriormente, la chancaca se disolvió en el agua junto con la levadura y se agregó poco a poco al abono.

El agua se aplicó uniformemente con una regadera o rociando con la mano, se fue mezclando todos los ingredientes con palas, mientras se realizó repetidas veces la misma operación.

PASO 3

Se hizo la prueba del puño, para medir la humedad que debe tener la mezcla. Se tomó el bocashi en el puño de la mano, cuando se apretó la muestra, no salió agua entre los dedos, y cuando se abrió la mano, quedó formado un puño de bocashi y no se desarmó fácilmente.

PASO 4

Se mezcló el abono tres a cuatro vueltas el abono bocashi para uniformar la humedad.

Una vez mezclados todos los ingredientes, se extendió el abono como una torta de 50 cm de altura máxima.

El abono preparado se cubrió con bolsas y desechos de cosecha.

Durante los primeros días de la fermentación el abono empezó a calentar a temperaturas muy altas quemando la mano por eso se recomienda mover cada día hasta que baje la temperatura. (AOPEB, 2010)

3.7.3 Preparación del Abono Bocashi de Azolla

- Se escurro un poco la Azolla para que quede húmeda y no llena de agua.
- Se Añadió capas sucesivas de Azolla, estiércol y tierra vegetal sobre el suelo.
 3. Se Aumentó chancaca y levadura.
 4. Se repitió los pasos anteriores.
 5. Se realizó una mezcla de todos ingredientes desintegrando los “pedazos” si es necesario, y se amontono en media sombra. Al final, la mezcla debió quedar ligeramente, húmeda pero no demasiado. (comprobó la humedad en la palma de la mano para que usted pueda sentir la humedad).

6. Se Revolvió el bocashi (porque puede calentarse en el interior hasta casi 80 ° C), una vez al día. Cuando la mezcla ya no estaba caliente (por lo general después de una semana, más aún si se hace frío), el abono estaba listo para utilizar.

<https://azollabolivia.wordpress.com/bocashi-de-azolla/>

3.8 DESARROLLO DEL TRABAJO

3.8.1 Preparación del Terreno

Se realizó una labor agrícola empleando un tractor con el implemento de arado de discos para remover el suelo hasta una profundidad aproximada de 30-40 cm, para facilitar el desarrollo del cultivo, esta labor se realizó en la primer semana de agosto después de ocho días se procedió a realizar su correspondiente pasadas de rastra con la finalidad de dejar el suelo más mullido.

3.8.2 Fertilización

La fertilización se realizó en base al requerimiento del cultivo de la papa 94-28-126 y la interpretación del análisis del suelo (Rodriguez,Ramiro (2007)

3.8.3. Siembra

El proceso de siembra se realizó el doce de agosto, previo al mismo se procedió a la marcación y trazado de los surcos respectivos a un distanciamiento de sesenta centímetros, surco a surco, se adquirió papa tamaño II de variedad Desirée.

La misma fue sembrada con un distanciamiento de treinta centímetros entre plantas, colocando un tubérculo por golpe.

Cada parcela consta de tres surcos, en el cual entraron cuarenta semillas por parcela de 8 metros cuadrados, en toda la superficie de estudio entraron 1170 semillas con un peso aproximado de un quintal y medio.

3.8.4 Riego

NUMERO	FECHA	HORAS DE RIEGO
1	08/08/17	7
2	29/08/17	4
3	05/09/17	4
4	12/09/17	4
5	19/09/17	4
6	26/09/17	4
7	09/10/17	4

3.9 SEGUIMIENTO AGRONÓMICO

3.9.1 Emergencia

La emergencia de la planta de la papa tuvo lugar a los veinte días después de la siembra.

3.9.2 Identificación de Enfermedades

Se identificó la enfermedades del tizón temprano (*Alternaria solani*) que se caracteriza por afectar el follaje y estar difundida en zonas húmedas y de altas temperaturas, los síntomas se observan en la hojas y en menor grado en los tallos, se forman manchas necróticas, marcadas internamente por series de anillos concéntricos.

Se identificó la enfermedad de la marchitez bacteriana (*Ralstonia solanacearum*) es síntoma característico de la enfermedad es la marchitez, y a veces un ligero amarillamiento. La marchitez puede iniciarse en un solo lado de la hoja, tallo, o planta. Otro de los síntomas consiste en un escurrimiento de los haces vasculares que se puede observar externamente o al hacer un corte transversal del tallo. Si el desarrollo de la enfermedad es rápido, toda la planta se marchita sin mostrar amarillamiento.

3.9.3 Control de Enfermedades

Las enfermedades encontradas en el ensayo de campo fueron las siguientes: tizón temprano o pasmo amarillo, un problema fitosanitario del cultivo de papa. Para prevenir esta enfermedad se utilizó un fungicida curathane 720 PM.

3.10 LABORES CULTURALES

3.10.1 Carpida

La carpida se realizó en septiembre en cada una de las parcelas, es una labor que se realiza con el fin de ablandar el suelo y de esa manera oxigenar, además de controlar las malezas, esta actividad se realiza con uso de azadas y azadones.

3.10.2 Aporque

El aporque se realizó en la última semana de septiembre, misma que consiste en arrimar la tierra a lo largo del surco en la base de la planta para favorecer la formación de los tubérculos, protegerlos de la luz solar y de los daños de los insectos, conservar mejor la humedad de los suelos y facilitar la aireación.

3.10.3 Defoliación

Una vez que la planta ha alcanzado su madurez fisiológica se procedió a la defoliación, esta práctica se realizó de manera manual.

3.10.4 Cosecha

Habiendo concluido el ciclo fisiológico de la planta, la misma empezó a mostrar un amarillamiento de la parte vegetativa de la planta, lo que nos demuestra que el cultivo se encuentra en condiciones de cosecha, también se revisó el estado de madurez de los tubérculos y con estos datos se decidió realizar la labor de cosecha la misma que fue efectuada el veinte de noviembre de manera manual.

3.11 VARIABLES ANALIZADAS

3.11.1 Rendimiento por Parcela

Para determinar el rendimiento de tubérculos por parcela de los diferentes tratamientos, se procedió a pesar todos los tubérculos por unidad experimental, tomando en cuenta todas las plantas de cada parcela.

3.11.2 Rendimiento Ton/Ha

Para determinar el rendimiento Ton/Ha se utilizó los datos de los rendimientos por parcela, para así a través de la transformación determinar cuántas Ton/Ha se logró.

3.11.3 Análisis Económico

El análisis económico se realizó en función a los costos de producción (incluye todos los gastos efectuados en el cultivo), los ingresos obtenidos a partir del precio de venta de la variedad Desiré en el mercado local y las utilidades correspondientes, expresadas en Bs.ha.

CAPITULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Rendimiento por Parcela

Cuadro N° 4. Rendimiento por parcela (Kg)

TRATAMIENTOS	REPETICIONES										SUMA	MEDIA
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X		
Bocashi comun	9	17	12,9	14,7	16,5	12	16,5	16,8	15,8	16	146,9	14,69
Bocashi de azolla	16,4	16	13,4	16,7	10,8	13,4	9,7	10,5	16,8	16	139,25	13,93
testigo	16,3	17	16,8	16,4	16,3	16,5	16,8	16,4	16,8	16	165,2	16,52
SUMA	41,65	49	43,1	47,8	43,6	41,9	43	43,7	49,4	48	451,35	

De acuerdo al cuadro N° 4 , en el rendimiento por parcela se obtuvo los siguientes resultados; el tratamiento T2 (bocashi de azolla) con una media de 13,93 Kg por parcela, seguidamente el tratamiento T1(bocashi común) con una media de 14,69 Kg por parcela, finalmente el tratamiento T3 (testigo) con un rendimiento de 16,52 Kg por parcela.

4.1.1 Análisis de Varianza de Rendimiento por Parcela

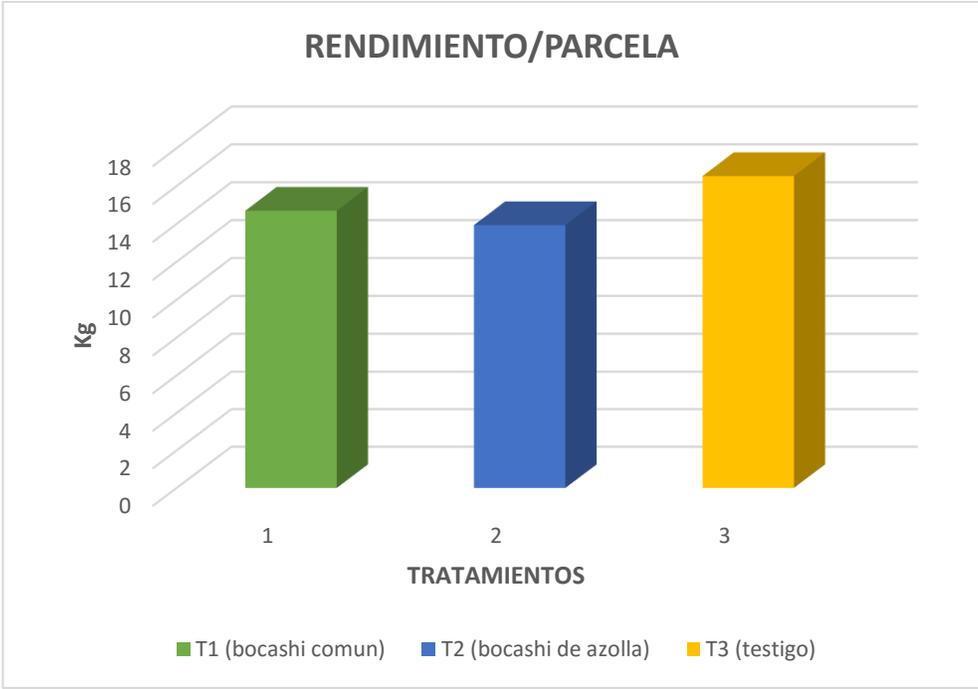
Cuadro N° 5.Análisis de Varianza de Rendimiento por Parcela (Kg)

FV	GL	SC	CM	FC	F TABULADA	
					5%	1%
Total	29	168,05				
Tratamiento	2	34,75	17,38	3,05	3,55	6,01
Repeticiones	9	30,94	3,44	0,60	2,46	3,6
Error	18	102,35	5,69			

Según el análisis de varianza, no existen diferencias significativas en las repeticiones, por lo tanto se observa que en la Fc es menor que la Ft al 5% por lo tanto no se recurrirá a hacer una prueba.

En los tratamientos no existen diferencias significativas, por tanto no hay variación entre los tratamientos.

Gráfico N° 4 Rendimiento por parcela (Kg)



4.2 Rendimiento Por Hectárea (Tn/Ha)

(Cuadro N° 5 de rendimiento por parcela)

TRATAMIENTOS	REPETICIONES										SUMA	MEDIA
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X		
Bocashi común	9	17	12,9	14,7	16,5	12	16,5	16,8	15,8	16	146,9	14,69
Bocashi de azolla	16,4	16	13,4	16,7	10,8	13,4	9,7	10,5	16,8	16	139,25	13,93
Testigo	16,3	17	16,8	16,4	16,3	16,5	16,8	16,4	16,8	16	165,2	16,52
SUMA	41,65	49	43,1	47,8	43,6	41,9	43	43,7	49,4	48	451,35	

Transformación a Ton/Ha

Bocashi común

$$14,69 \text{ Kg} \longrightarrow 8 \text{ m}^2$$

$$X \longrightarrow 10000 \text{ m}^2$$

$$X = 18362,5 \text{ Kg}$$

$$1 \text{ Ton} \longrightarrow 1000 \text{ Kg}$$

$$X \longrightarrow 18362,5 \text{ Kg}$$

$$X = 18,36 \text{ Ton/HA}$$

Bocashi de azolla

$$13,93 \text{ Kg} \longrightarrow 8 \text{ m}^2$$

$$X \longrightarrow 10000 \text{ m}^2$$

$$X = 17412,5 \text{ Kg}$$

$$1 \text{ Ton} \longrightarrow 1000 \text{ Kg}$$

$$X \longrightarrow 17412,5 \text{ Kg}$$

$$X = 17,41 \text{ Ton/HA}$$

Testigo

16,52 Kg \longrightarrow 8 m²

X \longrightarrow 10000 m²

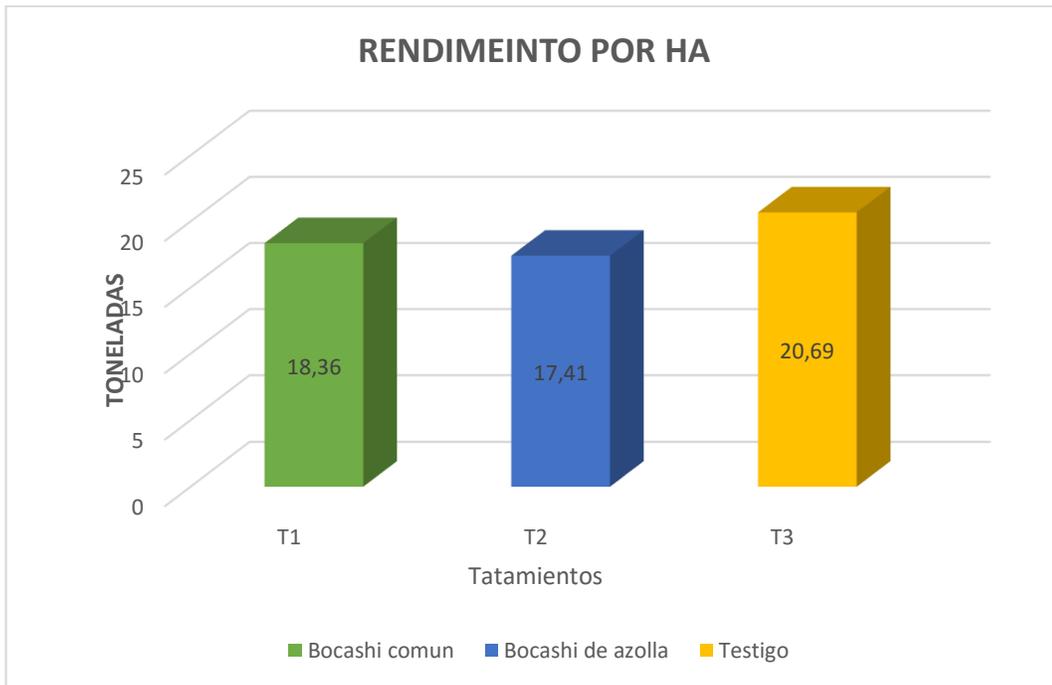
X= 20650 Kg

1 Ton \longrightarrow 1000 Kg

X \longrightarrow 20650 Kg

X= 20,65 Ton/HA

Gráfico N° 5. Rendimiento Por Hectárea (Tn)



De acuerdo a la transformación de datos, en el rendimiento por hectárea se obtuvo los siguientes resultados; el tratamiento T2 (bocashi de azolla) con 17,41 Ton/Ha,

seguidamente el tratamiento T1(bocashi común) con 18,36 Ton/Ha, finalmente el tratamiento T3 (testigo) con un rendimiento de 20,65 Ton/Ha.

Según la revista Argenpapa, (2005), indica que los rendimientos en América Latina y Europa varían entre los 16.08 Ton/Ha y 25 Ton/Ha con buen manejo por cultivo.

Según la FAO, (2008), al señalar como promedio internacional un rendimiento de 14.5 Ton/Ha; aunque se conocen rendimientos muy superiores como es el caso excepcional de producciones de 45 Ta/Ha. Es importante destacar que en Tarija los rendimiento de papa varían de acuerdo a las zonas donde se cultivan, generalmente para la Desireé se tiene un rendimiento de 15 Ton/Ha, estos resultados coinciden con los rendimientos obtenidos en el presente ensayo que se realizó en la comunidad de Puesto Tunal “provincia- Uriondo”

4.3 Estimación Económica de los Tratamientos

El análisis económico se realizó en función de los costos de producción y los ingresos generados a partir del precio de venta en el mercado local; por tanto las unidades obtenidas en el presente ensayo que se realizó sobre la evaluación del rendimiento del cultivo de la papa con dos tipos de bocashi y un testigo químico.

4.3.1 Costos de Producción

Para los costos de producción se tomó en cuenta la preparación del terreno, siembra, labores culturales, insumos, cosecha y otros

Cuadro N° 6. Costos de Producción

DESCRIPCIÓN	T1	T2	T3
Preparación del terreno	800	800	800
Siembra	240	240	240
Labores Culturales	1200	1200	1200
Insumos	6594	6748	7535
Cosecha	2080	2080	2080
TOTAL	10914	11068	11855

Como se puede apreciar el promedio del costo de producción del T3 (testigo químico) con 11855 Bs/Ha resulta ser el más elevado, seguido por el tratamiento T2 (bocashi de azolla) con un costo de producción de 11068 Bs/Ha, y el de menor costo fue el T1 (bocashi comun) con 10914 Bs/Ha.

4.3.2 Utilidades Y Relaciones Beneficio Costo

Como se puede observar en el cuadro, el análisis económico del ensayo corresponde a las utilidades netas en cada uno de los tratamientos y la relación beneficio costo según el rendimiento obtenido tomando en cuenta la pérdida de cosecha del 10% y los costos de producción, también es importante la comercialización por mayor en los mercados locales, en el departamento de Tarija es por cargas y quintales (46 kg), donde generalmente la papa fluctúa de acuerdo a la época, variedad y la demanda que existe en Tarija

Cuadro N° 7. Comparación de utilidades netas en la producción de una hectárea de papa (Desirée) consumo en (Bs)

Descripción	Rendimiento (Ton/Ha)- 10% PC	Precio de venta (Bs/qq)	Ingreso total (Bs/Ha)	Costo de producción (Bs/Ha)	Utilidades netas (Bs/Ha)	Relación B/C
T1	16,52	80	28730,4	10914	17816.4	2,63
T2	15,67	80	27252	11068	16184	2,46
T3	18,58	80	32312.8	11855	20457,8	2,73

B/C Mayor 1 El cultivo es rentable

B/C Igual a 1 Punto de equilibrio

B/C Menor a 1 El cultivo no es rentable

Como resultado en el cuadro, se muestra que el tratamiento T3 (testigo), tiene la mayor utilidad con 20457,8 Bs/Ha, seguido del tratamiento T1 (bocashi común) con 17816.4 Bs/Ha y la menor utilidad es el tratamiento T2 (bocashi de azolla) con 16184 Bs/Ha.

Además es bueno señalar que actualmente el mercado juega un papel importante para los agricultores, ya que los ingresos están directamente relacionados con los precios que logra comercializar sus productos.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- El mayor rendimiento Ton/Ha, corresponde al tratamiento T3 (testigo) con 20,65 Ton/Ha, luego está el tratamiento T1 (Bocashi común) con un rendimiento de 18,36 Ton/Ha, y el tratamiento T2 (bocashi de azolla) con un rendimiento de 17,41 Ton/Ha por lo tanto estos rendimientos coinciden con los rendimientos del departamento de Tarija.
- Según el análisis económico, se encuentra que el tratamiento T3 (testigo químico) tiene mayor utilidades netas con 20457,8 Bs/Ha y con una relación B/C de 2,73. Seguido se encuentra el tratamiento T1 (bocashi común) con utilidades de 17816,40 Bs/Ha y relación B/C de 2,63. El tratamiento T2 (bocashi de azolla) con una utilidad neta de 16184 Bs/Ha y relación B/C con 2,46. Por lo tanto todos los tratamientos son rentables, porque en relación B/C son mayores a 1.

5.2 RECOMENDACIONES

- Se recomienda utilizar el tratamiento T3 químico (fosfato diamónico) ya que tiene mayor rendimiento en la producción y unidades netas superiores en relación a los demás tratamientos, para el beneficio del productor.
- Se recomienda utilizar los abonos orgánicos (bocashi) en cultivos donde no tengan contacto directo con el producto a ser comercializado, siendo que los abonos orgánicos causan daños en los tubérculos y habiendo más probabilidad que se propague la sarna (*Streptomyces scabies*).
- Se recomienda utilizar abonos orgánicos ya que no solo benefician en la parte nutritiva, si no también mejora el suelo, teniendo la facultad de mejorar la propiedades físicas y químicas en los mismos y así mismos ayudan a la retención del agua.
- Se recomienda utilizar, según el análisis económico, por presentar mayores beneficios, el testigo químico (T3) ya que obtuvo mayor relación en B/C con 2,73 mostrando mayor rentabilidad para el productor.