

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS  
FACULTAD DE AGRONOMÍA  
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**TESIS DE GRADO**

**PRODUCCIÓN ECOLÓGICA DE  
PAPA (*Solanum tuberosum* ssp. *Andigenum*) VAR, IMILLA NEGRA  
CON LA APLICACIÓN DE ABONO BOCASHI  
EN EL ALTIPLANO CENTRAL DE LA PAZ**

**I. Freddy Carlos Mena Herrera**

**La Paz – Bolivia  
2005**

**Universidad Mayor de San Andrés**  
**Facultad de Agronomía**  
**Carrera de Ingeniería Agronómica**

**PRODUCCIÓN ECOLÓGICA DE  
PAPA (*Solanum tuberosum* ssp. *Andigenum*) VAR, IMILLA NEGRA  
CON LA APLICACIÓN DE ABONO BOCASHI  
EN EL ALTIPLANO CENTRAL DE LA PAZ**

*Tesis de grado presentado como requisito  
parcial para optar el Título  
de Ingeniero en Agronomía*

**II. Freddy Carlos Mena Herrera**

**Tutor:**

Ing. Mario Enriquez Ralde .....

**Asesor:**

Ing. M. Sc. Jorge Pascuali Cabrera .....

**Comité Revisor:**

Ing. Rene Calatayud Valdez .....

Ing. M. Sc. Mario Coca Morante .....

Ing. Eduardo Oviedo Farfán .....

**Vice Decano:**

Ing. M. Sc. Felix Rojas Ponce .....

### **Dedicatoria**

Cuando uno se halla solo  
tiene metas y objetivos y  
no importa si los alcanza,  
mas cuando formamos parte  
de una familia tanto metas  
y objetivos importan y  
mucho y son alegría de  
todos el poder

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo no hubiera sido posible sin el apoyo decidido y valioso de la institución CIPCA La Paz.

A la directora Lic Roxana Liendo quien con la confianza depositada en mi persona hizo posible plantear y ejecutar este trabajo de investigación.

Al ingeniero Jorge Pascualli Cabrera por el apoyo prestado y por contribuir con su experiencia en este trabajo.

A los ingenieros Eduardo Oviedo Farfán, al ingeniero Rene Calatayud Valdez y al ingeniero Mario Coca Morante por el apoyo con toda la experiencia acumulada en años de trabajo destinados a mejorar las condiciones de vida de los agricultores

Al personal de la institución CIPCA La Paz por el apoyo y el aliento en todo momento.

A los compañeros agricultores de la comunidad de Callamollo quienes mostraron mucho interés por mejorar sus condiciones de vida y por brindar todo su apoyo para que el proceso participativo de investigación llegue a su culminación.

A mis compañeros de trabajo Vidal Mamani y Wilson Siñani por el apoyo y por posibilitar la construcción de una amistad honesta y verdadera.

A los compañeros de la Facultad de Agronomía por forjar una amistad sincera y un apoyo desinteresado.

A mis hermanos y sobrinos y en especial a mi padre y a mi madre quienes creyeron en mi en todo momento.

Sobre todo a **DIOS** por mantener la fe en mi y por hacer posible que mi trabajo de investigación llegue a culminar.

# CONTENIDO

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTOS	ii
INDICE	iii
INDICE DE CUADROS	vi
INDICE DE FIGURAS	vii
INDICE DE ANEXOS	viii
INDICE DE ANEXOS FOTOGRAFICOS	viii
RESUMEN	ix

## INDICE

### I. INTRODUCCIÓN

1.	Objetivos	3
1.1.	Objetivos generales	3
1.2.	Objetivos específicos	3
1.3.	Hipótesis	3

### II. REVISION BIBLIOGRAFICA

2.1.	Sistemas de producción	4
2.1.1.	Sistema Agrario	4
2.1.2.	Factores que intervienen sobre los sistemas de producción familiar	5
2.2.	Fertilización Química	7
2.2.1.	Consumo de agroquímicos en países andinos	7
2.2.2.	Cultivos Principales y el uso de fertilizantes en Bolivia	8
2.3.	Agricultura ecológica	9
2.3.1.	Los Abonos orgánicos	11
2.3.1.1.	Características químicas de los abonos orgánicos	12
2.3.1.2.	Abonos mas utilizados en la agricultura orgánica	14
2.3.1.3.	Factores que afectan el proceso de descomposición del compost	15
2.3.2.	El Abono Bocashi	16
2.3.2.1.	Elaboración del abono fermentado Bocashi	16
2.3.2.2.	Aportes del bocashi composición física química y biológica de la tierra	18
2.4.	Evaluación económica	19
2.4.1.	Costo Total	20
2.4.2.	Costo variable	20
2.4.3.	Costo fijo	20
2.4.4.	Ingresos netos	20
2.4.5.	Tasa marginal de retorno	21
2.4.6.	Análisis de la producción de papa en la provincia Tapacari Cochabamba	21
2.5.	El cultivo de papa	23
2.5.1.	Fisiología de la papa	24
2.5.2.	Requerimientos de la papa	24

2.5.2.1.	Requerimientos edafoclimaticos	24
2.5.2.1.1.	Fotoperiodismo	24
2.5.2.1.2.	Temperatura	25
2.5.2.1.3.	Suelo	25
2.5.2.1.4.	PH	26
2.5.2.1.5.	Agua	26
2.5.2.2.	Requerimientos nutricionales	26
2.5.2.2.1.	Absorción de nutrientes por la papa	26
2.5.2.2.2.	Extracción de nutrientes por rendimiento productivo	27
2.6.	El Suelo	28
2.6.1.	Degradación de los suelos	30
2.6.2.	Fertilidad de los suelos	30
2.6.3.	Actividad de la macro y micro fauna y flora sobre los suelos	31
2.6.3.1.	Microorganismos	31
2.6.3.1.1.	Hongos	31
2.6.3.1.2.	Actinomicetos	31
2.6.3.1.3.	Bacterias	32
2.6.4.	Factores que influyen en la perdida de la fertilidad de los suelos	32
2.6.5.	La nutrición de los suelos	33
2.6.6.	Efecto de los fertilizantes orgánicos y sintéticos sobre los suelos	33

### III. MATERIALES Y METODOS

3.1.	Localización	35
3.1.1.	Ubicación geográfica	35
3.1.2.	Características climáticas	35
3.1.3.	Fisiografía	36
3.1.4.	Suelo	36
3.1.5.	Hidrografía	36
3.1.6.	Flora	36
3.1.7.	Fauna	36
3.2.	Material experimental	37
3.2.1.	Material vegetal	37
3.2.2.	Material de campo	37
3.2.3.	Material de gabinete	38
3.3.	Metodología	38
3.3.1.	Criterios de selección de investigación	38
3.3.1.1.	Selección de terreno	39
3.3.1.2.	Preparación de abono bocashi	39
3.3.1.3.	Preparación de terreno	41
3.3.1.4.	Siembra	41
3.3.1.5.	Labores culturales	41
3.3.1.6.	Cosecha	41
3.3.1.7.	Toma de datos	42
3.3.2.	Diseño experimental	42
3.3.3.	Herramientas de apoyo experimental	42
3.3.3.1.	Diagnostico Global	43

	3.3.3.2. Diagnostico Enfocado	43
	3.3.3.3. Taller de Diseño	43
	3.3.4. Evaluación social y económica del proceso	44
	3.3.5. Variables de respuesta	44
	3.3.6. Dosis de aplicación de los abonos en estudio	45
<b>IV</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIONES</b>	
4.1.	Diagnostico municipal	46
4.1.1.	Sistemas de producción agrícola en la comunidad de Callamollo (2000)	48
4.1.2.	Sistemas de producción agrícola en la comunidad de Callamollo (2004)	51
4.2.	Fisiología del cultivo	54
4.2.1.	Evaluación de la emergencia del cultivo	54
4.2.1.1.	Análisis de varianza	54
4.2.1.2.	Duncan agrupado para tratamientos	54
4.2.1.3.	Duncan agrupado para bloques	55
4.2.2.	Altura del cultivo	56
4.2.2.1.	Análisis de varianza	57
4.2.2.2.	Duncan agrupado para tratamientos	58
4.2.2.3.	Duncan agrupado para bloques	59
4.2.3.	Índice de crecimiento del cultivo	62
4.2.4.	Número de brotes por planta	63
4.2.4.1.	Análisis de varianza	64
4.2.4.2.	Duncan agrupado para tratamientos	65
4.2.4.3.	Duncan agrupado para bloques	66
4.2.5.	Tubérculos por planta	68
4.3.	Análisis económico de la producción de papa	72
4.3.1.	Costos de implementación de las propuestas en experimentación	72
4.3.1.1.	Costos de insumos	72
4.3.1.2.	Costos en mano de obra	74
4.3.1.3.	Rendimientos y venta de producto	75
4.3.1.4.	Beneficio neto de la producción	76
4.3.1.5.	Relación beneficio costo	76
V	CONCLUSIONES	77
VI	RECOMENDACIONES	80
VII	BIBLIOGRAFÍA	82
VIII	ANEXOS	86

## INDICE DE CUADROS

		Pgs.
<b>Cuadro 1.</b>	Abonos y fertilizantes utilizados en la agricultura ecológica y su composición.	13
<b>Cuadro 2.</b>	Abonos mas utilizados en la agricultura ecológica.	14
<b>Cuadro 3.</b>	Costos de producción ecológica de papa	22
<b>Cuadro 4.</b>	Rendimientos de la producción ecológica de papa	22
<b>Cuadro 5.</b>	Costo total de la producción ecológica de papa en (Bs)	23
<b>Cuadro 6.</b>	Destino e ingresos de la producción de papa	23
<b>Cuadro 7.</b>	Relación beneficio costo de la producción de papa	23
<b>Cuadro 8.</b>	Extracción de nutrientes del cultivo de papa de acuerdo a la producción	27
<b>Cuadro 9.</b>	Extracción de nutrientes del cultivo de papa en una producción de 200 qq / ha	28
<b>Cuadro 10.</b>	Factores que actúan sobre la estabilidad estructural de los suelos	29
<b>Cuadro 11.</b>	Propiedades físicas de los suelos de acuerdo a la textura	30
<b>Cuadro 12.</b>	Efectos de los fertilizantes sobre los suelos	34
<b>Cuadro 13.</b>	Frecuencia de helada en el municipio de Ayo Ayo	35
<b>Cuadro 14.</b>	Dosis de aplicación de los abonos en kg / ha	45
<b>Cuadro 15.</b>	Frecuencia de precipitaciones en la estacion Sapahaqui	47
<b>Cuadro 16.</b>	Análisis de varianza de los días a la emergencia del cultivo de papa con la aplicación de bocashi, guano y UREA+SFT	54
<b>Cuadro 17.</b>	Prueba de Duncan para días a la emergencia bajo los diferentes tratamientos	54
<b>Cuadro 18.</b>	Prueba de Duncan para días a la emergencia bajo los diferentes bloques	55
<b>Cuadro 19.</b>	Altura promedio del cultivo bajo los distintos tratamientos de fertilización	56
<b>Cuadro 20.</b>	Análisis de varianza de los días a la emergencia del cultivo de papa con la aplicación de bocashi, guano y UREA+SFT	57
<b>Cuadro 21.</b>	Prueba de Duncan para la variable altura bajo los diferentes tratamientos	58
<b>Cuadro 22.</b>	Prueba de Duncan para la variable altura de planta bajo los diferentes tratamientos	59
<b>Cuadro 23.</b>	Numero de brotes por tratamiento	63
<b>Cuadro 24.</b>	Análisis de varianza para los Brotes del cultivo de papa con la aplicación de bocashi, guano y UREA + SFT.	64
<b>Cuadro 25.</b>	Prueba de Duncan para la variable brotes bajo los diferentes tratamientos	65
<b>Cuadro 26.</b>	Prueba de Duncan para la variable brotes para los bloques	66
<b>Cuadro 27.</b>	Costos de insumos por tratamiento	72
<b>Cuadro 28.</b>	Costos en mano de obra	74
<b>Cuadro 29.</b>	Rendimientos y beneficios brutos de la producción	75
<b>Cuadro 30.</b>	Beneficios netos de producción	76
<b>Cuadro 31.</b>	Relación beneficio costo	76

## INDICE DE FIGURAS

	<b>Pgs.</b>
<b>Figura 1.</b> Sistema Agrario.	5
<b>Figura 2.</b> Factores directos e indirectos que influyen en la producción agropecuaria.	6
<b>Figura 3.</b> Fertilizantes mas utilizados en países andinos	8
<b>Figura 4.</b> Requerimientos minerales en Bolivia	9
<b>Figura 5.</b> Sistema de producción familiar inicial	50
<b>Figura 6.</b> Sistema de producción familiar actual	53
<b>Figura 7.</b> Evaluación de la Altura de Planta Durante el Ciclo de Desarrollo Fisiológico Del Cultivo	60
<b>Figura 8.</b> Índice de Crecimiento del Cultivo Durante el Proceso de Desarrollo Fisiológico	62
<b>Figura 9.</b> Brotes por tratamiento evaluados a los 50 días de la siembra	67
<b>Figura 10.</b> Numero de tubérculos por planta	68
<b>Figura 11.</b> Numero de tubérculos por categoría	69
<b>Figura 12.</b> Rendimiento en tn / ha por tamaño de tubérculos	70
<b>Figura 13.</b> Rendimientos por tn / ha	71

## INDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1.</b>	Mapa de ubicación del área de estudio.	87
<b>Anexo2.</b>	Área de estudio comunidad Callamollo.	88
<b>Anexo 3.</b>	Transecto comunidad Callamollo	89
<b>Anexo 4.</b>	Jerarquización social de las familias de la comunidad de Callamollo	90
<b>Anexo 5.</b>	Aportes de los agricultores en la producción de papa bajo sistemas al partir	91
<b>Anexo 6.</b>	Estructura familiar	91
<b>Anexo 7.</b>	Superficie total, tamaño y formas de acceso a las tierras cultivadas	92
<b>Anexo 8.</b>	Superficies en estudio por familias	92
<b>Anexo 9.</b>	Tenencia de recursos de las familias muestra	93
<b>Anexo 10.</b>	Distribución de los tratamientos en el espacio	94
<b>Anexo 11.</b>	Influencia de los abonos en las propiedades físicas y químicas en el suelo	95
<b>Anexo 12.</b>	Análisis químico de abono Bocashi	96

## INDICE DE ANEXOS FOTOGRAFICOS

<b>Anexo 1.</b>	Vista panorámica de la comunidad	97
<b>Anexo 2.</b>	Elaboración participativa de abonos orgánicos fermentados Bocashi	98
<b>Anexo 3.</b>	Capacitación y elaboración en la producción de repelentes orgánicos	99
<b>Anexo 4.</b>	Evaluación del cultivo en la etapa de crecimiento	100
<b>Anexo 5.</b>	Cosecha participativa del cultivo	101
<b>Anexo 6.</b>	Evaluación del rendimiento del cultivo	102

## RESUMEN

*La comunidad de Callamollo perteneciente al municipio de Ayo Ayo tercera sección municipal de la provincia Aroma del departamento de la Paz, fue el área geográfica donde se desarrollo el trabajo de investigación, tomando en cuenta a familias voluntarias quienes proporcionaron gran parte de su tiempo para el requerimiento y seguimiento del cultivo de papa, principal fuente de alimentación y economía para las familias de las cabeceras de valle del municipio.*

El diseño experimental utilizado en el presente trabajo respondió a un diseño de bloques completos al azar con: Tratamiento uno aplicación de abonos fermentados orgánicos Bocashi, tratamiento dos aplicación de estiércol y tratamiento tres aplicación fertilizantes sintéticos (UREA + SFT), cada tratamiento contó con siete repeticiones representadas por las siete familias que se ofrecieron voluntariamente para desarrollar el trabajo todas esta distribuidas espacialmente en la comunidad.

De los resultados obtenidos en el trabajo se establece lo siguiente:

Los comportamientos agronómicos del cultivo en los diferentes tratamientos planteados (Bocashi, Estiércol, UREA + SFT) varían en todas las variables presentadas en los resultados. En cuanto a bloques planteados el experimento no muestra mayores diferencias por lo que se presume que uno de los factores para que ocurra esto es precisamente el manejo que se dio durante el ciclo del cultivo, realizando labores culturales oportunas que se cumplieron bajo un cronograma pre establecido.

En cuanto a la variable Altura de planta se observo que las plantas con mejor comportamiento eran aquellas a las cuales se las trato con abonos fermentados (Bocashi) con un promedio al ultimo periodo de toma dedatos de 94,61 cm seguido de los cultivares a los cuales se les aplico fertilizantes sintéticos (UREA + SFT) con promedios de altura de 79.21 cm y por último las parcelas a las cuales se les aplico Estiércol como se hace de manera tradicional con promedios de 72.90 cm. Por los datos obtenidos se presume que uno de los factores para que esto suceda esta referido a las propiedades físicas que aporta el compost, mejorando la estructura y textura principalmente.

Otra de las variables esta referida a la emergencia del cultivo donde se observo a las parcela aplicadas con fertilizantes sintéticos (UREA + SFT) con un menor tiempo a la emergencia del cultivo periodo que se estimo en 40dias para que el mayor porcentaje de plántulas emerjan, este tratamiento fue precedido por las parcelas sometidas a fertilización a base de estiércol con 45 días de promedio, quedando en último lugar las parcelas a las cuales se las aplico Abonos fermentados ( Bocashi )con un promedio de 49 días siendo estas parcelas con promedio mayores para esta variable, estos resultados varían de acuerdo al preparado del suelo al tener una suelo bien preparado mejores resultados e tienen para esta variable.

En cuanto a la variable de rendimientos productivos las parcelas que mostraron mejores rendimientos fueron aquellas a las cuales se les aplico Abonos fermentados Bocashi con un promedio al rendimiento de 12,47 tn / ha seguido de las parcelas a las cuales se les aplicaron fertilizantes de origen sintético con 12,04 tn / hay quedando en tercer lugar las parcelas a las cuales se les aplicaron solamente estiércol con 11,35 tn / ha por otro lado los rendimientos hallados para categoría de tubérculos muestran

rendimientos para la primera categoría de 2, 74 tn / ha para las parcelas sometidas a fertilización en base a estiércol en tanto se ven resultados de 2, 80 tn / ha para las parcelas sometidas a fertilización orgánica lo que presume un mayor ingreso económico por contar con mejores rendimientos en papa comercial a esto se suma lo importante de cumplir las labores del cultivo oportunamente para incrementar los rendimientos productivos

*Por otro lado los tratamientos con mayor relación beneficio costo una vez realizado el experimento demostró que aquellos tratamientos a los cuales se les aplica abono Bocashi muestran una mayor relación beneficio costo lo que nos lleva a la conclusión de que por cada dólar que se invierte uno recibe un 98 centavos de dólar extra por el trabajo realizado, en los otros casos como es el tratamiento con estiércol y el tratamiento al cual se le aplico UREA y SFT las relaciones muestran ganancia respecto al dólar invertido, en 83 centavos de dólar y 43 centavos de dólar respectivamente, lo que nos lleva a concluir que realizando un manejo óptimo y oportuno de las labores culturales nos lleva a conseguir mayores réditos, por otra parte cabe señalar que la papa es uno de los cultivos que aun no consiguen una promoción comercial lo que implica que los precios de estos tubérculos producidos ecológicamente no consiguen diferencias en el mercado de la papa.*

## I. INTRODUCCIÓN

En un principio el hecho de producir alimentos en cantidad, debido a la teoría de que el incremento de alimentos no hallaba relación proporcional con el crecimiento demográfico de la población mundial llevo a grandes países y grandes transnacionales a sintetizar nutrientes de manera tal puedan ser ofrecidos a los cultivos y alimentar a estos directamente, para de esta forma incrementar los rendimientos productivos.

La incorporación de estos fertilizantes de una manera poco controlada en los países del tercer mundo y en especial en nuestro país hizo que se produjeran desequilibrios en los ecosistemas de los cultivos, por lo que la simple razón de bajar la fertilidad de los suelos tuvo consecuencia fatales como el crecimiento de productos débiles y susceptibles a enfermedades y muchos otros problemas que van encadenados.

Estos factores hacen que surja una corriente contestaría al modelo productivista de revolución verde, degradante de los recursos naturales y la biodiversidad, esta corriente va paulatinamente ganando peso entre los agricultores de todo el mundo y los consumidores principalmente donde la toma de conciencia es el primer elemento para preservar los recursos con los que se cuenta y producir de manera sostenida generación tras generación.

Toda esta corriente opuesta a la llamada revolución verde halla un aliado estratégico en la producción agro ecológica la cual se encarga de buscar y generar una serie de beneficios para la manutención del sistema de producción familiar, desde la reducción en el uso de insumos y materiales externos, hasta un mayor rendimiento cuantitativo y en especial cualitativo en la producción de los cultivos, así como el uso racional de los recursos.

Así fruto de constantes búsquedas por contar con alternativas de producir de mejor manera y con buena calidad se hallo una nueva forma de realizar un compost de rápida descomposición denominado **Abono Bocashi** el cual influye positivamente en los rendimientos y trae consigo una serie de beneficios desde la protección de la fertilidad del suelo, uso óptimo de los recursos locales con los que se cuenta, mencionando solo algunos.

## **1. OBJETIVOS**

### **1.1. Objetivo General**

Evaluar la producción orgánica de papa con la implementación de practicas agroecológicas en el municipio de Ayo Ayo con un estudio de caso en la comunidad de Calamollo.

### **1.2. Objetivos Específicos**

Evaluar el comportamiento fenológico del cultivo de papa con la aplicación de abono bocashi.

Determinar los efectos residuales en el suelo bajo prácticas de cultivo orgánico y convencional.

Determinar los costos de producción del cultivo orgánico de papa y el cultivo convencional.

### **1.3. Hipótesis**

El desarrollo y crecimiento del cultivo de papa ecológica no varia en relación a un cultivo de papa bajo prácticas convencionales.

La implementación de prácticas ecológicas con la aplicación de abono bocashi influyen negativamente en las propiedades físicas y químicas del suelo.

Los costos de producción ecológica de papa son iguales a los costos de producción de papa con prácticas convencionales.

## II. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA

### 2.1. Sistemas de producción

La forma de producción que adopta una familia debido a factores externos, llega a denominarse sistema de producción, pudiéndose encontrar en el mundo una diversidad de formas de vida que van desde empresariales hasta familiares.

#### 2.1.1. Sistema agrario

Wacholtz, (1999) define un **sistema agrario** como un grupo de familias pertenecientes a un grupo similar de variables seleccionadas.

Entre tanto Olivera, ( 2001) define a un sistema como un arreglo de componentes unidos o relacionados de tal manera que forman y / o actúan como una unidad, una entidad o un todo. Existen dos palabras claves en esta definición, **arreglo** y **acción**, que identifican las características fundamentales de cualquier sistema: estructura y función.

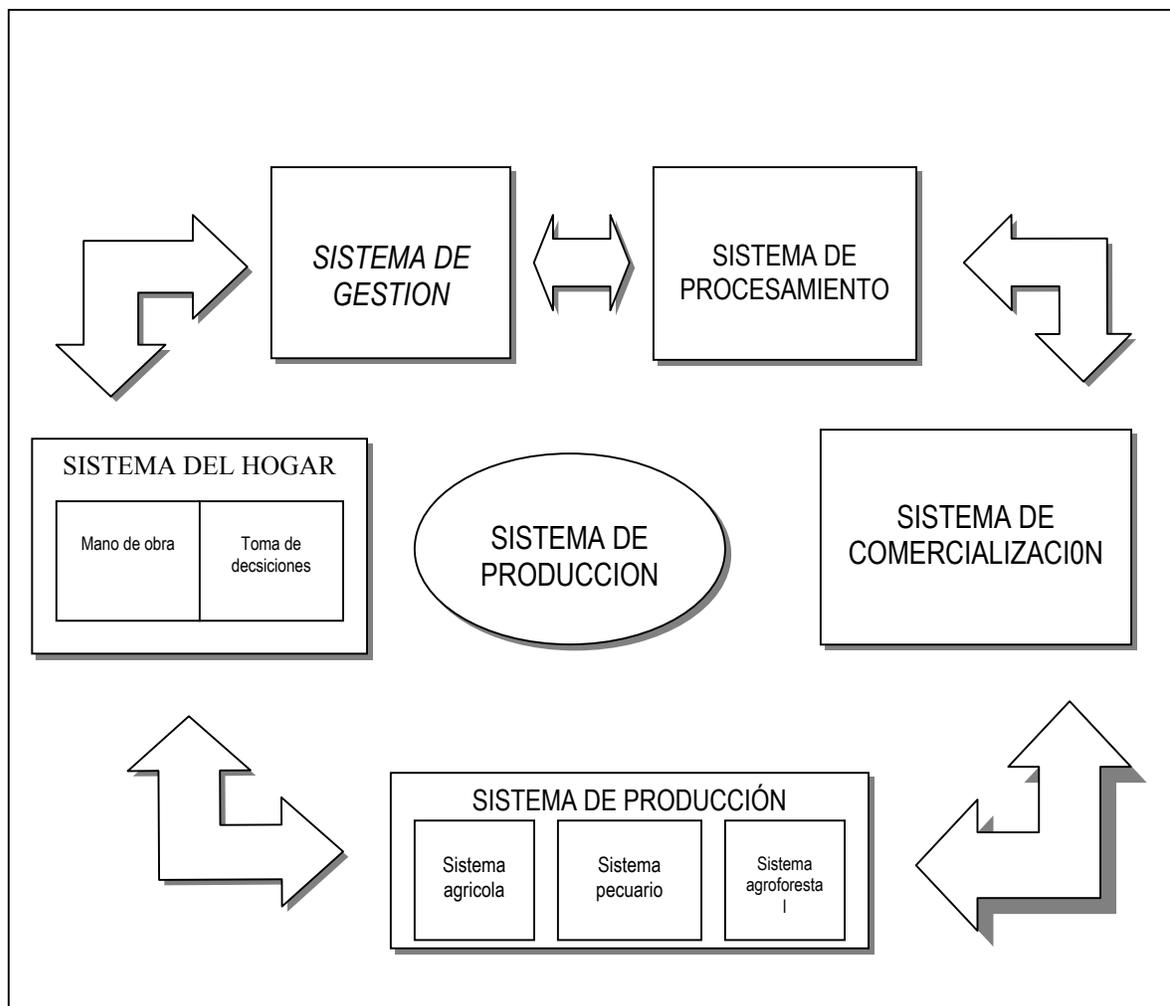
Wacholtz, (1999) Los sistemas no son cerrados, todos son abiertos. Es decir que tienen interacción con el entorno. Esta interacción resulta de las entradas y salidas de la unidad, las fronteras entre unidades constituyen los límites del sistema. Para describir un sistema es necesario considerar a los componentes, la interacción entre componentes, las entradas, salidas y límites.

Así mismo Wacholtz, (1999) divide a un sistema agrario en varios subsistemas : entre los cuales se hallan el subsistema de producción, el subsistema de procesamiento, el subsistema del hogar, el subsistema de gestión, etc. Los cuales van organizándose en función de los objetivos de la familia campesina, donde estos son sujeto a posibles divisiones que requieren un análisis a detalle o específicos.

Wacholtz, (1999) menciona que un análisis del sistema agrario debería investigar tanto su estructura como su funcionalidad, siendo indispensable tomar siempre en consideración los

subsistemas y sus interrelaciones, con el objeto de entender el sistema en su integridad, estas aseveraciones muestran la integralidad del sistema agrario en la figura (1) donde se demuestra de manera grafica el aporte e interrecacion de cada subsistema.

**Fig. 1: SISTEMA AGRARIO**  
**(Grupo de familias Campesinas)**



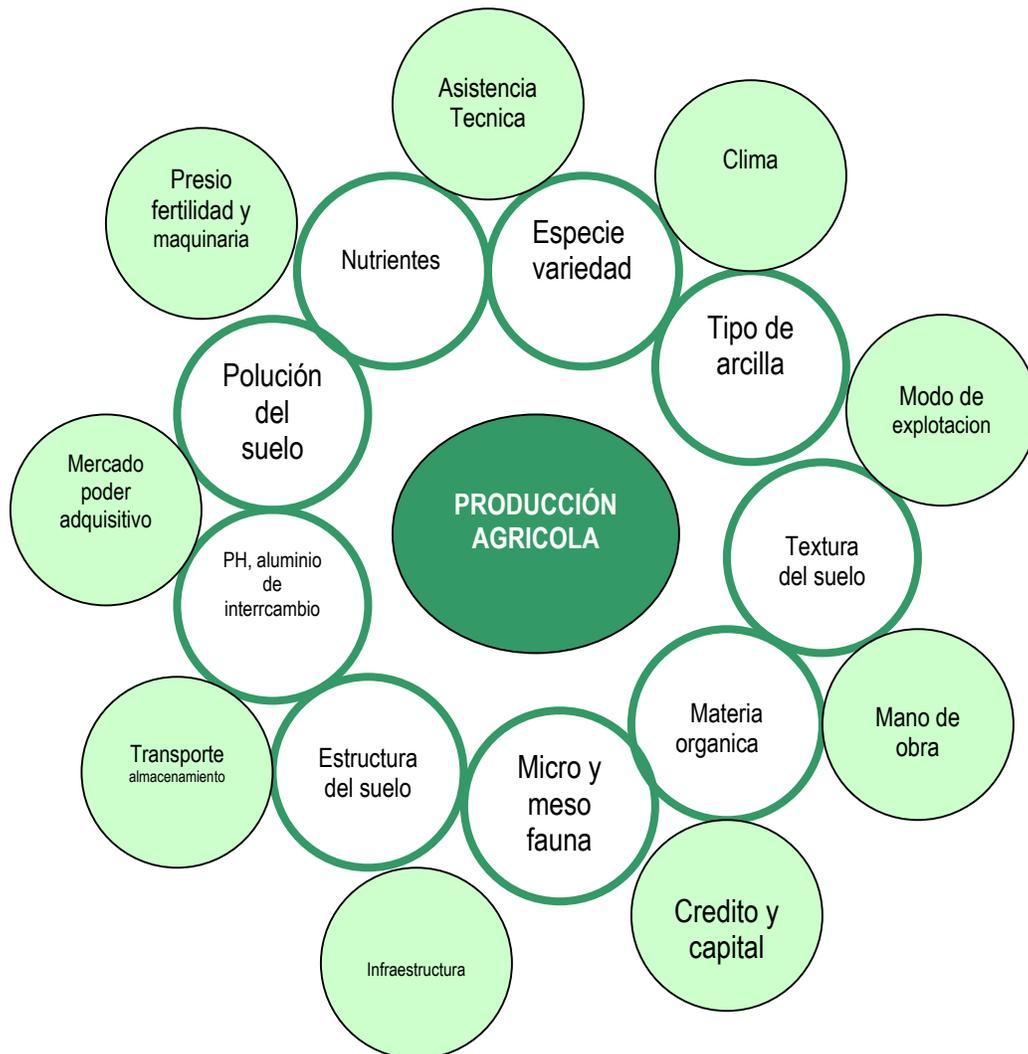
Fuente: Wacholtz, (1999)

### 2.1.2. Factores que intervienen sobre los sistemas de producción familiar

Primavessi, (1989) menciona que es necesario determinar los factores que influyen sobre la producción de los sistemas agropecuarios y determinarlos exhaustivamente de tal modo que se puedan tomar las medidas adecuadas para hacer que estos afecten en menor medida el equilibrio de los sistemas de producción integrado.

Primavessi, (1989) Identifica y grafica los factores que afectan a los sistemas de producción Agrícola, colocando a los factores que directamente afectan al sistema lo mas próximo a este y los factores externos lo mas distantes.

**Fig 2. Factores directos e indirectos que influyen en la producción agropecuaria**



**Fuente: Primavessi, (1989)**

Así mismo el WORLD BANK. (1995) Menciona que: EL desarrollo sostenible y la producción agrícola, dentro los sistemas agrarios debe ser visto en función a tres factores fundamentales: el económico el socio cultural y el ambiental. El objetivo general es el de generar un proceso de desarrollo que sea equitativo y eficiente en lo económico, solidario y participativo en lo social y que utilice y a la vez conserve el medio ambiente.

Otros factores como la especie, los suelos la materia orgánica, etc son los que determinan de manera directa el éxito del agricultor sobre la producción.

## **2.2. Fertilizacion química**

FAO, (1995) Desde la introducción de agroquímicos en la era de los años 70, el uso de estos han ido aumentando, este hecho fue promovido principalmente por el ministerio de asunto campesinos y agropecuarios, algunas instituciones de desarrollo rural y organismos no gubernamentales, la falta de asistencia técnica e información acerca de estos químicos hacia los agricultores ha hecho que estos se tornen en armas letales principalmente para los niños.

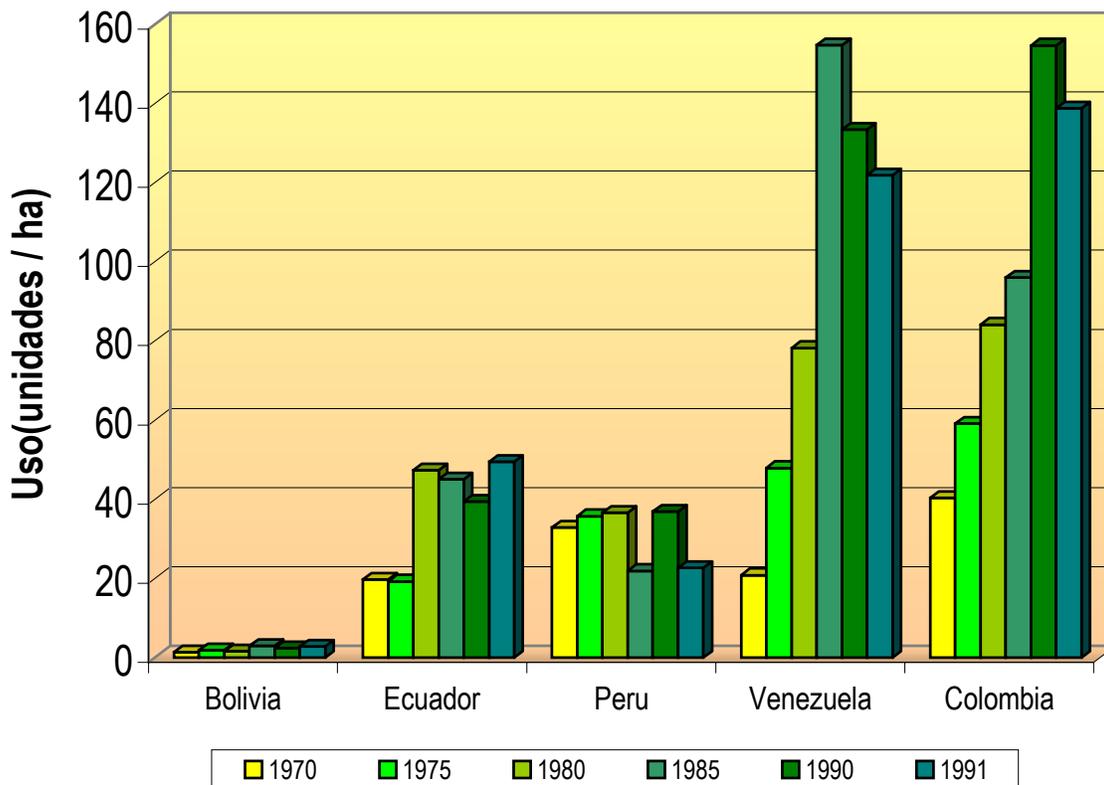
### **2.2.1. Consumo de agroquímicos en países andinos**

FAO, (1995) Bolivia al igual que otros países andinos desde la época de los setenta ha ido incrementando el uso de agroquímicos creando dependencia en los agricultores sobre el uso de estos químicos, sin embargo el uso de químicos en Bolivia es menor en relación a otros países andinos en tres unidades por hectárea, así lo demuestra la figura (3) donde se observa de manera gráfica y representativa aquellos países alto andinos que requieren mas fertilizantes sintéticos y cual su relación respecto a Bolivia.

Así mismo la FAO en estudios realizados en estos países alto andinos hace mención de que si bien Bolivia es uno de los países que en los últimos años no reporto crecimientos logarítmicos en el uso de fertilizantes de origen sintético da una señal positiva a la hora de establecer los cuidados hacia el medio ambiente y principalmente la conciencia de los agricultores por cambiar de tecnologías apropiadas al

desarrollo económico local diversificando y mejorando de tal manera los sistemas de producción familiar del área rural.

**Fig 3. Fertilizantes mas utilizados en los países andinos**



Fuente: FAO (1985)

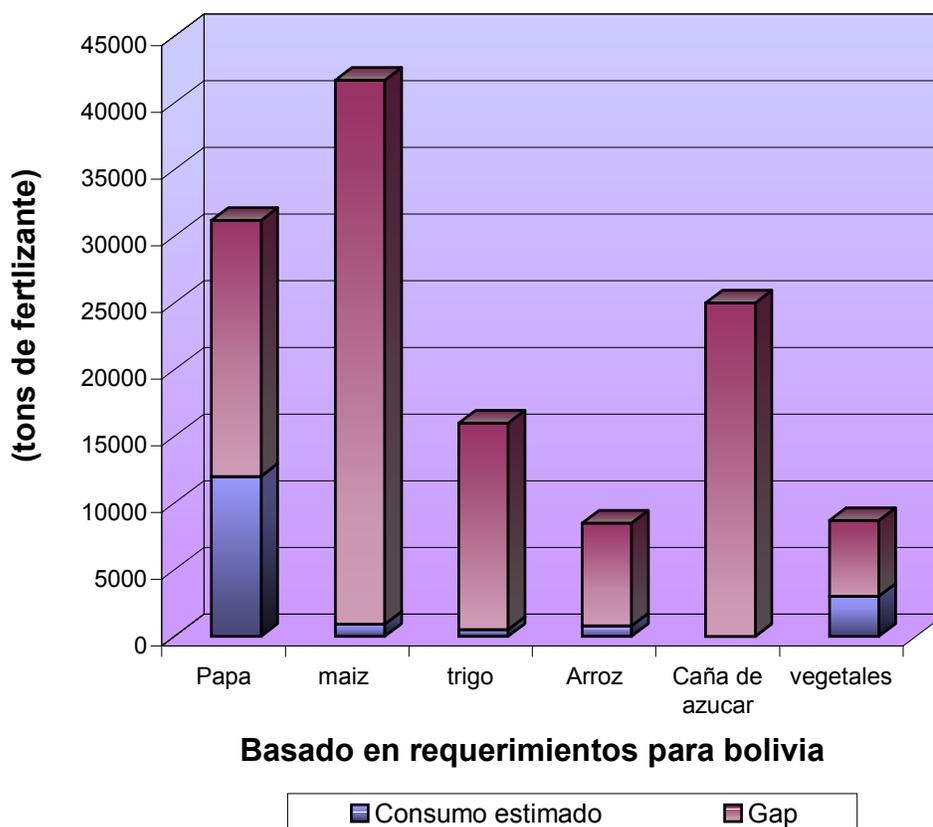
### 2.2.2. Cultivos Principales y el uso de fertilizantes en Bolivia:

Así como vemos el uso de fertilizantes sintéticos en el año de 1990 fue de 15000 t, todos importados. De acuerdo a una estimación global el requerimiento mínimo de uso de estos fertilizantes a nivel nacional sería aproximadamente de 130000 t / año. (FAO, 1995)

Así mismo la (FAO, 1995) menciona que los agricultores que demandan mayores cantidades de fertilizantes son aquellos que cultivan principalmente papa con una demanda del (70%) de la importación de estos fertilizantes sintéticos, luego de este cultivo los que vienen a continuación requieren este insumo en menores cantidades tal es el caso de los vegetales, maíz y trigo cultivos que

requieren el (15%), frutas en un (10%) y otras cosechas en (5%), resultados que se corroboran observando la Figura(4).

**Fig. 4: Requerimientos de fertilizantes en Bolivia**



Fuente: FAO (1995)

### 2.3. Agricultura ecológica

Gomero, (2001), menciona que fruto de muchos cambios medioambientales y la necesidad de producir alimentos ricos en nutrientes, sanos y de alta calidad surge la agricultura ecológica que muestra una cara polifacética de lo que engloba la producción agro ecológica, que empieza por el respeto a la naturaleza y por la biodiversidad existente dentro el sistema de producción.

Así mismo Primavesi (1989) menciona que la agricultura ecológica al contrario de la agricultura convencional trata de imitar en lo posible a la naturaleza, un expresión de ello es el incremento de la

biomasa para abono verde o el aporte de otros abonos orgánicos según principios ecológicos, desistiendo del uso de productos fitosanitarios de origen químico, marcando de esta manera una diferencia sustancial con la agricultura convencional.

Saucedo, (2002). Citado en [www.dicta.hn](http://www.dicta.hn). señala que la agricultura ecológica es un sistema de producción sustentable en el tiempo y que maneja de manera racional y eficiente los recursos naturales sin la utilización de productos de síntesis química e incrementa la fertilidad de los suelos y la diversidad biológica.

Primavesi, (2000) menciona 7 puntos básicos para realizar una agricultura ecológica, de la cual se rescata como prioridad el de proveer a la superficie del suelo de materia orgánica como paja o rastrojos, el cual llegara a servir de alimento al suelo, es así que recomienda el uso de este tipo de abonos en suelos muy pobres de tal manera que se mejore las condiciones físico químicas de estas.

Entre tanto Kolmans (1998) señala que la agricultura ecológica es importante para fomentar el desarrollo de los microorganismos, y de este modo mejorar la fertilidad del suelo, considerando la calidad y cantidad de los nutrientes, además de la organización interna de los procesos biológicos.

Así mismo Kolmans (1998) propone 10 principios sobre el cual debe regirse la agricultura ecológica:

1. Estructura diversificada del sistema de producción.
2. Ver el conjunto del sistema de producción familiar de manera integral e interdependiente.
3. Fomentar la fertilidad auto sostenida del suelo.
4. Aprovechar de la mejor manera posible, las fuentes de generación propia de fertilidad de la finca.
5. Nutrición indirecta de las plantas mediante la actividad biológica del suelo.
6. Enfrentamiento de las causas y no de los síntomas, en la protección vegetal, fomentando el equilibrio y la regulación ecológica.
7. Conservación y labranza del suelo basándose en el mejoramiento bio estructural y la materia orgánica.

8. Selección y mejoramiento de variedades vegetales y razas de animales en función de las condiciones naturales.
9. Crianza y producción animal sanas de acuerdo a la naturaleza y requerimientos fisiológicos de los animales.
10. Producción ecológica, social y económica sostenible.

### **2.3.1. Abonos orgánicos:**

Restrepo (2001) La agricultura orgánica tiende a ser la mas apropiada y forma de vida a las nuevas tendencias de la humanidad es por ello que se ha visto la necesidad de realizar trabajos de investigación dirigidos a poyar y fortalecer esta forma de hacer agricultura, es así que agricultores como técnicos van generando alternativas que puedan ser transmitidas a los agricultores con el fin de reducir los costos de producción e incrementar los rendimientos que les permitan mayores ingresos económicos, y los mas importante manejar de manera racional el recurso suelo.

Villarroel (1989) menciona que los estiércoles tienen grandes cantidades de materiales orgánicos de fácil descomposición y su incorporación al suelo casi siempre resulta en un incremento en la actividad biológica del suelo, incrementando la disponibilidad de muchos nutrientes para las plantas. A menudo mejora la estructura del suelo por efecto de la agregación que la descomposición de productos tiene sobre las partículas del suelo

IICA (2001) señala que la agricultura orgánica se identifica, generalmente, como una técnica que evita el uso de fertilizantes y plaguicidas sintéticos; sin embargo sus objetivos van mas allá puesto que con ella se pretende una gestión holística del sistema de producción agropecuario de tal manera que esta nueva forma de agricultura mantiene una serie de principios básicos como:

- Proteger el ambiente y promover la salud.
- Mantener la fertilidad del suelo en el largo plazo, optimizando las condiciones para la actividad biológica.
- Favorecer la biodiversidad en la unidad productiva familiar, comunal.
- Promover el reciclaje de insumos de la unidad productiva.

- Crear condiciones óptimas para la cría de animales.
- Recuperar la biodiversidad.

IICA (2001) en si la agricultura orgánica busca una serie de beneficios para la manutención del sistema de producción familiar, así mismo la agricultura orgánica busca una considerable presencia de biomasa generada en el mismo sistema de cultivo para poder ser aprovechada en el próximo cultivo.

Restrepo (2000) señala que dentro los principios de la agricultura orgánica, la alimentación del suelo por el humus es considerada como una actividad de prioridad por que todo lo que sale o se saca del suelo debe regresar al suelo a través de una fermentación biológica que se denomina compost, así mismo Restrepo menciona que el suelo se halla constituido de diferentes horizontes, mas orgánicos cuanto mas superficiales y mas minerales cuando se desciende hacia lo roca madre, ósea que el suelo crece por los dos lados, es decir por la base y por la cabeza.

Restrepo (2001) menciona que la materia orgánica además de prestarse de hábitat de microorganismos heterótrofos, es importante por que actúa en el suelo clasificándose en cuatro:

- ✓ Materia orgánica en descomposición.
- ✓ Materia orgánica vegetal viva
- ✓ Materia orgánica residual.
- ✓ Materia orgánica bloqueada.

Kolmans (2000) señala que los suministros de compost a un suelo durante un periodo de 2 a 3 años mejora sus propiedades y características físicas, químicas y biológicas, además que el compost puede ser de tres clases:

- ✓ Compost de residuos de cosechas.
- ✓ Compost de desperdicios domésticos e industriales.
- ✓ Compost de estiércol.

### **2.3.1.1. Características químicas de los abonos orgánicos**

Kolmans (2000) señala que dependiendo de las propiedades de los insumos utilizados en la elaboración de abonos orgánicos se ve claramente una variabilidad a si como una gran diversificación en estos insumos, así como un equilibrio entre elementos, es así que Kolmans hace referencia al cuadro (1) donde muestra la gran variabilidad y alternativas de uso para los agricultores de insumos agro ecológicos.

**CUADRO. 1: Abonos y Fertilizantes Usados en la Agricultura Ecológica y su Composición Porcentual**

	N	P	K	Mg	Ca	Si	Sustancia organica	Micro elementos
<b>Compost</b>	0.5	0.5	0.5	0.3	2.5	-	10-20	Rico
<b>Purin de orina (dilución 1:1)</b>	0.3	0.06	0.45	-	0.1	-	4	Rico
<b>Purin de estiércol (dilución 1:1)</b>	0.25	0.1	0.35	-	0.1	-	5	Rico
<b>Estiércol vacuno</b>	0.4	0.2	0.6	0.1	0.5	-	17-25	Medio
<b>Estiércol de pollo</b>	1.5	1.5	1	-	3	-	30-35	Rico
<b>Estiércol de caballo</b>	0.5	0.3	0.4	-	0.2	-	30	Medio
<b>Harina de cuernos</b>	9-14	4-5	-	-	6	-	80-85	Pobre
<b>Harina de sangre</b>	12-15	1.5	0.8	-	1	-	60-70	Rico
<b>Harina de huesos</b>	3-5	21	0.2	-	30	-	30	Medio
<b>Escoria Thomas</b>	-	16-20	-	1-4	32	-	-	Rico
<b>Roca fosfórica</b>	-	30	-	1	39	3	-	Rico
<b>Cenizas vegetales</b>	-	2-4	6-10	-	30-35	-	-	Rico
<b>Potasio-magnesio</b>	-	-	26	5	-	-	-	Pobre
<b>Cal de algas</b>	-	-	-	2-3	32	-	-	Rico
<b>Polvo de rocas</b>	-	0.2	2.6	2.5	10.5	55	-	Rico
<b>Polvo de rocas-mg</b>	-	Trazas	0.8	6.4	22	39	-	Rico

Polvo Basáltico	-	0.9	0.6	3.8	12.5	75	-	Rico
-----------------	---	-----	-----	-----	------	----	---	------

Fuente: Kolmans. (1996)

### 2.3.1.2. Abonos mas utilizados en la agricultura orgánica

Kolmans (2000) Afirma que para hacer agricultura no solo se usa como insumos principal el estiércol o el humus de lombriz si no una serie de materiales e insumos que se pueden hallar dentro el sistema.

Así el siguiente cuadro (2) propuesto por Kolmans (2000) muestra muchos de los elementos que pueden ser utilizados en la elaboración de compost en la finca.

### Cuadro 2. Abonos mas usados en la agricultura ecológica

<b>Cultivos:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Abono verde, cultivo intermedio, rotación de cultivos, cultivos de cobertura y mulch, descanso (barbechos) intensivo, cultivos en callejones, labranza cero , etc.</li> </ul>	
<b>Residuos de animales en estado sólido, líquido y fresco:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Estiércoles (con o sin paja, rastrojos, virutas, etc.)</li> <li>- Purín (orina fermentada)</li> <li>- Estiércol semilíquido (excremento + orina fermentada)</li> </ul>	
<b>Compost:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- De estiércol y residuos vegetales</li> <li>- De residuos domésticos orgánicos</li> </ul>	
<b>Fertilizantes comerciales para mejorar el suelo:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bentonita (arcilla)</li> <li>- Cal de algas</li> <li>- Escoria vegetales de la industria del alcohol</li> <li>- Ceniza de madera</li> <li>- Escoria Thomas</li> <li>- Harina de cerveza</li> <li>- Magnesio, potasio</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cuernos y cascos de animales, triturados</li> <li>- Sub productos de la industria aceitera</li> <li>- Harina de sangre</li> <li>- Guano de isla</li> <li>- Roca fosforica</li> <li>- Cerdas de animales</li> <li>- Polvo de cantera (subproducto de la industria del cemento)</li> <li>- Polvo de basalto</li> </ul>
<b>Productos estimulantes:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Infusión de ortiga, cola de caballo, manzanilla, diente de león, valeriana entre otros.</li> <li>- Compost de estiércol de vacunos</li> <li>- Fermentos húmicos</li> </ul>	

Caballero (1993) señala que la limitación de la materia orgánica esta dada por el PH, la riqueza mineral del suelo, la especie de la materia orgánica, la temperatura y la humedad, tal es el caso que aún Pasteur era uno de lo que decía **“el microbio no es nada, el ambiente lo es todo”**

### **2.3.1.3. Factores que afectan el proceso de descomposición del compost**

#### **Oxigeno**

Una presencia del 15 % al 21 % de aire en el compost permite un proceso de descomposición óptimo, la falta de porosidad en la mezcla produciría una mayor cantidad de bacterias anaeróbicas que afectan el desarrollo de un buen compost, produciendo una descomposición lenta y putrefacta y por consecuencia altamente dañina para la salud del cultivo.

#### **Temperatura**

Temperaturas mayores a los 50° C garantiza un compost libre de organismos patógenos y semillas de hierbas que pueden competir con el cultivo principal, así mismo las bacterias que descomponen la materia orgánica se adaptan y desarrollan sin dificultad.

#### **Humedad**

La humedad cuando no se controla bien trae consecuencias en el cultivo es así que a mayor humedad los poros son ocupados por el agua prosperando en esas condiciones las bacterias anaeróbicas lo que causa una putrefacción de la mezcla hecho que promueve la aparición de sustancias tóxicas en el compost y volviéndolo nocivo a los cultivos.

#### **Relación carbono / nitrógeno**

Esta relación es importante a la hora de obtener un buen compost de acelerada descomposición, la siguiente tabla muestra una serie de insumos vegetales con características propias y relación carbono nitrógeno distinta.

## **PH**

La calidad de los abonos esta altamente influenciada por el ph, es así que a un ph de 5 a 7 desarrollan mejor los hongos y a ph de 6 a 7 prosperan mejor las bacterias quienes se encargan de descomponer los materiales que forman parte del compost.

### **2.3.2. El Abono Bocashi**

Carhuatanta (2000) afirma que el Bocashi es un abono orgánico natural preparado a partir de recursos naturales y recursos locales, basándose en insumos y desechos organicos: vegetales, animales y minerales; aspecto que eleva el contenido y diversidad de los nutrientes para alimentar a las plantas cultivadas, siendo de bajo costo, este se usa para mejorar y mantener la fertilidad de los suelos y alimentar a los cultivares.

CARE (1998) señala que el Bocashi es un tipo de abono fermentado de fácil preparación y aplicación, el cual esta siendo revalorizado por la mayoría de agricultores de Centro América y donde los costos de producción son relativamente bajos con relación a otros abonos.

MIDA (2000) dice que hoy en día, el uso de abonos orgánicos en la agricultura es cada vez mas intenso y necesario para recuperar principalmente los desastres que ha producido la revolución verde, es así que surgen nuevas tendencias de revalorizar tecnologías agro ecológicas como el compost que sin duda alguna mejora las propiedades físicas y químicas dell suelo.

#### **2.3.2.1. Elaboración del abonos fermentados (Bocashi)**

Carhuatanta (2000) señala que la elaboración de abonos Bocashi requieren de insumos que pueden ser hallados dentro un sistema agropecuario integral, condición que la gran mayoría de los agricultores del area rural cumple, Así mismo Carhuatanta (2000) menciona que los materiales que pueden ser

empleados en la elaboración de este abono no requiere de mayores inversiones, así mismo da a conocer una serie de pasos metodológicos para el proceso de preparación de este compost modificado, aspecto que se detalla a continuación:

### **Procedimientos en la preparación de abono Bocashi**

#### **Materiales**

- 3 quintales rastrojos verdes: pichones de huertas, malezas (cuidar que no lleven semillas), follajes de leguminosas, desperdicios de frutas y hortalizas.
- 4 quintales rastrojos secos: maíz, arroz, maicillo, cascarilla de arroz, maleza seca (cuidar que no lleven semillas), aserrín, carbón en partículas pequeñas, etc.
- 1 quintal de estiércol fresco de ganados.
- 1 quintal de gallinaza.
- 10 libras cal o ceniza.
- 1 galón de miel de purga o melaza (bagacillo de caña previamente humedecido por un periodo de 3 a 5 días).
- 1 quintal pulimento de arroz ya seco (abono ya fermentado u hojarasca de bosque ya descompuesta).
- 100 gramos levadura de pan (de preferencias en perdigones) o se pueden utilizar 1 o 2 galones de suero de leche sin cocer.
- 5 a 6 cantaradas de agua (cántaro de 25 litros)

#### **Procedimiento:**

- Picar los rastrojos verdes y secos en trozos de 2 a 3 cms.
- Se procede a tender los materiales sobre el suelo, y se mezclan sin ningún orden, hasta lograr una textura homogénea, la altura de la abonera no debe ser superior a los 50 cms.
- El proceso de preparación de los materiales se realiza en forma ágil, la miel se le aplica poco a poco de tal manera que se halle distribuida por toda la abonera,. La levadura de pan, se espolvorea sobre los materiales que se van agregando al abono en pequeñas cantidades.

- Se usa el abono ya fermentado, u hojarascas de una zona boscosa, con esto se pretende incorporar las bacterias que se encargan de realizar el proceso de fermentación de la abonera.
- Los materiales deben mezclarse en la siguiente proporción: 60 % de materiales secos y 40 % de materiales húmedos.
- Luego de terminada la abonera, se debe realizar el primer volteo tratando que el material de encima quede abajo y el de abajo quede encima.

### **Recomendaciones:**

- Es necesario cubrir el abono para evitar en la elaboración del abono que penetre rayos solares y agua de lluvia. La elaboración es mejor realizarla en piso de cemento para voltear fácilmente evitando que el suelo se humedezca.
- Se debe voltear 2 a 3 veces al día. Esto permite mejorar la temperatura, la cual no debe ser mayor a los 45 °C. Una forma práctica para ver la temperatura de los materiales es introduciendo un machete durante 5 minutos, al sacarlo y tocarlo si quema posee mucho calor y es necesario voltearlo de inmediato. Se obtendrá un abono maduro en 7 días y al octavo día ya esta frío, lo que indica el final de los procesos.
- No se debe aplicar agua una vez iniciado el proceso de fermentación. El abono se puede almacenar hasta 6 meses lejos de la humedad y sol.
- Cuando se aplica al cultivo, se debe tener cuidado que el abono no contacte directamente con la raíz ni tallo de las plantas por que se pueden causar quemaduras en el cultivo.

PROMUSTA (2000) este abono se caracteriza por ser un abono de fácil y rápida preparación y en lugares de valle y subtropico se puede obtener un abono de calidad a los 15 dias de descomposición.

### **2.3.2.2. Aportes del Bocashi en la composición física química y biológica de la tierra**

Muchos son los beneficios que aportan los abonos orgánicos en el suelo, los cuales van desde mejoras en la porosidad, mayor intercambio catiónico y como consecuencia mayor actividad microbiana en el suelo lo que hace que se asegure una serie de beneficios, como la mayor disponibilidad de minerales menores que solo están disponibles por la muerte y posterior descomposición de la micro vida en el suelo ( Primavessi 2000).

Valverde, et al. (1998) Señala que los abonos orgánicos son de origen vegetal y de origen animal en distintos grados de descomposición. Estos proporcionan: nutrientes para las plantas, favorecen la formación de agregados (pequeños terrones), Aumentan la capacidad de retención de agua, mejoran la aireación del suelo, disminuye la erosión, incrementan las poblaciones de macro y micro organismos benéficos del suelo.

Buckma y Brady (1991) Mencionados por Terrazas (1998) Afirman que la materia orgánica influye sobre el color del suelo marrón a negro, por otro lado aumenta la granulación, reduce la plasticidad y cohesión, aumenta la capacidad de retener agua, alta capacidad de adsorción de cationes abastecimiento y asimilación de nutrientes.

## **2.4. EVALUACIÓN ECONÓMICA**

CIMMYT (1988) Señala que los agricultores buscan principalmente dos objetivos a los cuales debe responder su producción el primero el de suministro de alimentos para sus familias, logrando producir la mayor parte de lo que consumen o vendiendo cierta porción de su producción y utilizando el dinero para adquirir alimentos además de satisfacer sus necesidades básicas.

En segundo lugar el agricultor esta interesado en el retorno económico ya sea que venda poco o mucho de lo que produce, considera los costos de cambiar de una práctica a otra y los beneficios económicos que resultan de dicho cambio.

Bishop (1991) Señal que tanto productores, transformadores y consumidores de productos agrícolas confrontan constantes cambios de las condiciones económicas, por consiguiente se debe enfatizar aquellos aspectos agrícolas de la economía de tal forma se destaque los cambios de las condiciones

económicas que afectan a dichos productores, transformadores y consumidores de este tipo de productos.

Así mismo Bishop (1991) señala que un sistema agrícola es aquella unidad que decide lo que se va ha producir dependiendo de factores principalmente de demanda.

#### **2.4.1. Costo Total**

Bishop (1991) menciona que estos costos son necesarios al computar el ingreso neto, puesto que el ingreso neto es igual al ingreso total menos el costo total.

$$\mathbf{IN = IT - CT}$$

**Donde:**

**IN** = Ingreso neto

**IT** = Ingreso Total

**CT** = Costo Total

#### **2.4.2. Costos variables**

Bishop (1991) define a los costos variables como la adición de insumos variables dentro el sistema de producción, estos costos solo se incluyen si la producción se lleva a cabo, donde la cantidad de estos dependerá de las clases y cantidades de insumos utilizados.

#### **2.4.3. Costos Fijos:**

Bishop (1991) Señala que estos costos son llamados fijos por que son en los que se incurrirá aunque no se produzca nada, se debe poner énfasis en que los costos no son fijos hasta que se incurre en ellos, pero luego de esto no varían con los cambios de la producción.

#### **2.4.4. Ingreso neto :**

Bishop (1991) indica que el ingreso neto es el beneficio que le queda al productor una vez que ha pagado todos los insumos utilizados para la producción .

Aparentemente la agricultura orgánica es la que requiere mayor inversión en mano de obra, muchos estudios afirman este aspecto, estudios en los que nos respaldamos como ejemplos de evaluación económica en América Latina.

#### 2.4.5. Tasa de Retorno Marginal

CIMMYT (1988) Menciona que la Tasa de Retorno Marginal es el beneficio neto marginal (es decir el aumento en beneficios netos) dividido por el costo marginal (aumento en los costos que varían), expresada en un porcentaje.

$$\text{TRM} = \frac{\Delta \text{BN}}{\Delta \text{C q V}} \times 100$$

Donde:

TRM	=	Tasa de Retorno Marginal
$\Delta \text{BN}$	=	Incremento del Beneficio Neto
$\Delta \text{C q V}$	=	Incremento del Costo que Varía

#### 2.4.6. Análisis Económico de la producción de papa en la provincia Tapacari Cochabamba

SARA (2002) señala que los sistemas de producción que adoptan tecnologías de producción orgánica son mas rentable respecto a los que adoptan una producción convencional, lo que se demuestra con el estudio de análisis económico del cultivo de papa bajo el sistema de producción agro ecológico, mencionado en el presente análisis, a si mismo el **SARA** hace una relación de los rendimientos productivos de papa en diferentes variedades, donde se encuentra la papa Imilla negra, variedad muy demandada principalmente por los consumidores del área urbana de todo el país.

SARA (2002) señala que el análisis económico de la implementación de abonos orgánicos muestran una serie de resultados que demuestran mayores rendimiento además de establecer una serie de

beneficios ecológicos y de esta manera se llega a justificar la aplicación de abonos orgánicos en la agricultura, no solo por los rendimientos crecientes si no por ser un recurso agro ecológico que viene utilizando insumos y materiales locales generando de tal forma sostenibilidad en los sistemas de producción, lo que se demuestra en los cuadros precedente los que se presentaron en la plataforma nacional de Manejo y Conservación de Recursos Naturales del año 2002 llevada a cabo en la localidad de Sopachuy en el departamento de Chuquisaca.

**Cuadro. 3 Costos de producción ecológica de papa**

Actividad	SUPERFICIE (m2)					
	3000			10000		
	Cantidad Unidad	Costos (bs)		Cantidad unidad	Costos (bs)	
	Interno	Externo		Interno	Externo	
Primeras actividades						
Construcción de pirca	8 jnl	120.00		27 jnl	405	
Arado y volteo	5 jnl	75.00		17 nl	225	
Yunta	5 jnl	75.00		17 jnl	225	
Preparación de abono organico						
Bocashi (15 qq)	1 jnl	15.00		3 jnl	45	
INSUMOS			12.00			40.00
Estiércol	2 jnl	30.00		7 jnl	105	
SIEMBRA						
Semilla	6 qq	500.00	12.50	6 qq	1600.00	400.00
Mano de obra	6 jnl	165.00		36 jnl	540.00	
Yunta	6 jnl	165.00		36 jnl	540.00	
LABORES CULTURALES						
Aporques (2)	12 jnl	180.00		40 jnl	600.00	
Fumigaciones (4,5)						
Biofertilizante (6 mochilas)	1 jnl	15.00		35 jnl	53.00	
Insumos			1.20			4.00
Caldo bordeles	1 jnl	15.00		35 jnl	53.00	
Insumos			4.50			15.00
Caldo de azufre (9mochilas)	1 jnl	15.00		5 jnl	53.00	
Insumos			7.50			2.00
Caldo Visosa (15 mochilas)	1,5 jnl	24.00		4 jnl	73.00	
Insumos			28.00			70.00
Costo Total		1394.00	65.70		4517.00	531.00
Costo total de producción		1459.70				

**Cuadro. 4: Rendimientos de la producción ecológica**

Variedad	tn / ha
Tunari	59.5
Isla	50.0
Huaycha	47.8
Imilla negra	32.2

**Cuadro. 5 Costo total de la producción ecológica de papa en (Bs)**

SUPERFICIE (m2)									
3000					10000				
Producción			Costo	Costo	Producción			Costo	Costo
Tns	Cargas	Qq	qq	Total qq	tns	Cargas	Qq	qq	Total qq
14.40	144.00	288.00	30.00	8640.00	47.40	474.00	948.00	30.00	28440.00

**Cuadro. 6 Destino e ingresos de la producción de papa**

	Porcentaje	Quintales	Costo (bs /qq)	Ingreso total (bs / qq)
Autoconsumo	30	86.40	30.00	2592.00
Venta	70	201.60	30.00	6048.00
Total	100	288.00	30.00	8640

**Cuadro. 7 Relacion beneficio costo de la producción de papa**

Costo de Producción	1459.70
Ingreso por venta	6048.00
<b>R : B/C</b>	4.14

Fuente proyecto SARA (2002)

## 2.5. El cultivo de la papa

Según INFOAGRO (2004) La Papa (*solanum tuberosum ssp andigenum*) es el alimento mas consumido en las regiones andinas y alto andinas de nuestra América así como es el maíz en regiones de México, por la preferencia y prioridad de la gran mayoría de la gente por adquirir este recurso es que se fundamenta la importancia de mejorar y ampliar la variabilidad genética, así como la producción de este cultivo en todas las zonas de vida.

La Papa es un tubérculo bianual que se caracteriza por acumular una gran cantidad de almidones que pueden ser reservados por periodos relativamente largos de ahí su importancia como alimento para la población mundial.

INFOAGRO (2004) clasifica a la papa según el siguiente orden taxonómico

**Nombre común** : Papa

**Nombre científico** : Solanum tuberosum

**Clase** : Angiospermae

**Sub clase** : Dicotilodeneae

**Orden** : Tubiflorae

**Familia** : Solanaceae

**Género** : Solanum

**Especie** : Tuberosum

**Sub especie** : andigenum

### 2.5.1. Fisiología de la papa:

INFOAGRO (2004), la papa al igual que otras plantas C4 es un cultivo altamente productivo debido a la mayor actividad fotosintética que su fisiología requiere, el comportamiento fotosintético requiere de una intensidad lumínica superior a otras plantas para la producción de energía química que permita realizar este proceso foto químico.

### 2.5.2. Requerimientos de la papa

## **2.5.2.1. Requerimientos Climáticos**

### **2.5.2.1.1. Foto periodismo**

INFOAGRO (2004) en las cultivares de papa las hojas son los órgano mas críticos para la inducción de respuestas fotomorfo geneticas en procesos fisiológicos como son el crecimiento vegetativo, tuberización y floración.

Moreno (1985) sostiene que en general la exposición del follaje a días cortos induce a la tuberización, mientras que la exposición a días largos induce a la floración y formación de ramas laterales, restringiéndose la tuberización.

INFOAGRO (2004) señala que la luz solar incide directamente en el foto periodo ya que induce a la tuberización, los foto periodos cortos inducen a la tuberización y los foto periodos largos inducen a la crecimiento además de influir sobre el rendimiento final de la cosecha. La intensidad lumínica además de influir sobre la actividad fotosintética favorecen los procesos fisiológicos de la floración y la fructificación (formación de bayas) en desmedro de los procesos de tuberización, lo que implica una baja en los rendimientos del cultivo.

### **2.5.2.1.2. Temperatura**

Moreno (1985) menciona que la temperatura también tiene un efecto morfogenetico importante sobre el crecimiento y desarrollo de las cultivares de papa. Donde se hace mención que las bajas temperaturas tienen gran responsabilidad en inducir a la formación de tubérculos, en tanto las elevadas temperaturas las retardan.

INFOAGRO (2004) toma muy en cuenta este aspecto y menciona que es una planta de clima templado y la temperatura a la cual se halla favorable su desarrollo se halla entre 13 y 18 grados Celsius, es importante tomar en cuenta algunos parámetros de temperatura en la siembra tratando que la semilla “tubérculos” se hallen por lo menos a temperaturas que superen los 7 grados celsius y con temperaturas frescas por la noche.

### **2.5.2.1.3. Suelo**

INFOAGRO (2004) Menciona que en suelos arenosos se llega a promover el enraizamiento del cultivo y de esta manera se produce un alargamiento de los estolones, sin llegarse a producir una gran cantidad de tubérculos, y en suelos compactos se reducen los tubérculos y se promueve las malformaciones mecánicas, todos estos aspectos hace que este cultivo requiera suelos ligeros, silíceos y arcillosos ricos en humus y con un subsuelo profundo.

### **2.5.2.1.4. PH**

Moreno (1985) menciona que los cultivos de papa soportan suelos con ph que van de 5,5 a 6 esto se da preferentemente en suelos arenosos, además de ser un cultivo tolerante a la excesiva salinidad.

### **2.5.2.1.5. Agua**

Según Moreno (1985) la disponibilidad de agua en la papa al igual que en cualquier otra planta mesofita tiene gran importancia, debido a que la falta de esta puede provocar cultivos débiles y poco productivos, así mismo menciona que los requerimientos de agua para la papa radican entre 200 a 500 lts por planta durante el ciclo fisiológico, la mayor necesidad de agua se dan a inicios de la emergencia.

Oppliger (1985) señala que la papa requiere de una precipitación de 550 mm. De agua durante su vegetación (550mm. – 5500000 lts) por hectárea – 5500 m<sup>3</sup> por hectárea), además señala que si la lluvia no alcanza en uno de los periodos de desarrollo hay que regar. Si hay lluvias persistentes, se deberá realizar drenajes para evacuar esta del cultivo.

## **2.5.2.2. Requerimientos nutricionales.**

INFOAGRO (2004) menciona Liebing quien señala que los requerimientos nutricionales se suscriben en muchos cultivos solo a las necesidades de unos cuantos elementos.

### **2.5.2.2.1. Absorción de nutrientes por la papa**

Oppliger, (1985) menciona que para los cultivares de papa la absorción de nutrientes es de vital importancia para lo que se debe cumplir requisitos como:

- ▶ Un suelo debe ser de forma asimilable.
- ▶ No es útil un Ph adecuado si la ausencia de Al o Mn o Fe intercambiable si los nutrimentos no están presentes en el suelo.
- ▶ Los nutrientes deben ser alcanzados por las raíces, si los suelos son impenetrables no sirve de nada que los nutrientes se encuentren en ella.
- ▶ El agua principalmente es uno de los factores que determinan la disponibilidad de nutrientes hacia la planta, siendo que la falta de este vital elemento limita la absorción de nutrientes.
- ▶ La velocidad de difusión de los nutrientes y el movimiento de los elementos hacia la raíz depende mucho de la capacidad de intercambio cationico que es mayor cerca de la rizosfera y donde son mas asimilados por la presencia de electro valencias negativas de la raíz.
- ▶ La planta debe sintetizar lo posible para poder mantener a las raíces vigorosas y fuertes.
- ▶ El vigor del cultivo depende de todas estas condiciones y esto sucedera siempre y cuando se cumpla la mayor cantidad de requerimientos por el agricultor.planta debe sintetizar lo posible para poder mantener a las raíces vigorosas y fuertes

#### 2.5.2.2.2. Extracción de nutrientes por rendimiento productivo

INIAP (1998) la extracción de los nutrientes del suelo depende de los rendimientos que se obtienen es asi como el INIAP demuestra en el cuadro ( 8 ) haciendo referencia a la cantidad de nutrientes que son extraído por un cultivo de papa bajo diferencias en los rendimientos productivos.

**Cuadro. 8: Extracción de nutrientes del cultivo de papa de acuerdo a la producción.**

CULTIVO	Rendimiento tm / ha	Extracción de nutrientes en kg / ha		
		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O

<b>Papa</b>	<b>26.1</b>	<b>140.0</b>	<b>39.0</b>	<b>190.0</b>
<b>Papa</b>	<b>50.0</b>	<b>220.0</b>	<b>50.0</b>	<b>350.0</b>

Fuente: INIAP (1998)

Para Tocagni (1986) la papa es uno de los cultivo altamente exigente en nutrientes es asi que se determina la cantidad de nutrientes extraídos del suelo por la papa en una producción de 200 qq /ha lo que se resume en el cuadro ( 9 )

**Cuadro. 9: Extracción de nutrientes del cultivo de papa en una producción de 200 qq / ha**



Fuente: Tocagni, (1986)

## 2.6. El Suelo

Gomero (2001) menciona que el suelo es la parte esencial de la vida de plantas y animales donde ocurren una serie de procesos que se dan básicamente en este, así mismo señala que no solo es soporte de las plantas y fertilizantes, ni de roca molida con algunos elementos en solución. Es un sistema dinámico de complejas interrelaciones recíprocas entre sus componentes físicos químicos y biológicos.

Gomero (2001) señala que según las interrelaciones biofísicas, la química del suelo se altera o mejor dicho se adapta en conformidad con las alteraciones de su componente biofísico.

Primavessi (1989) señala que los elementos del suelo pueden ser fijados o inmovilizados oxidándose o reduciéndose o modificando su valencia de acuerdo a las condiciones biofísicas del suelo que determinan la vida y la química del suelo y viceversa, así elementos normalmente existentes pero fijados o en forma inocua pueden ser movilizados o tomarse tóxicos como el aluminio o el manganeso y el hierro en suelos compactados, adensados y ácidos, el boro, el aluminio, el molibdeno y el selenio en suelos compactos salinos pero comprobamos que esta toxicidad ocurre solamente cuando las condiciones biofísicas del suelo se tornan extremas, el indicador de estas condiciones es el Ph.

Asi mismo Primavessi (1989) señala que La fertilidad natural de los suelos depende de sus propiedades físicas, químicas y biológicas que en su conjunto forman parte del complejo sistema suelo, dentro de este sistema la presencia de una enorme cantidad de microorganismos en el suelo es determinante para la regulación de nutrientes y la mejora de condiciones ambientales para el desarrollo normal de las plantas.

Gomero (2001) señala que la estabilidad estructural de los suelos depende del contenido y calidad de materia orgánica.

Asi mismo señala que nos solo son estos factores los que hace que un suelo sea bueno o malo si no la integralidad de factores que se resumen en el cuadro (10) que se detalla a continuación:

**Cuadro. 10 Factores que actúan sobre la estabilidad estructural de los suelos:**

Factores	Actuación
<b>Textura</b>	La floculación de las arcillas y la unión de partículas de limo y arena da lugar a micro agregados y a poros texturales. Dependen del tipo de arcilla.
<b>Cationes presentes</b>	Ayudan flocular las arcillas, si son cationes divalentes (Ca/Mg y Al/Fe) y como cemento de unión entre micro agregados, con la materia orgánica. Altos contenidos de Na y sales favorecen la dispersión de los agregados.
<b>Materia orgánica</b>	El humus y otros factores de la materia orgánica – polisacáridos estabilizan los agregados del suelo y los poros estructurales disminuyen la distribución de la humedad de los agregados.
<b>Actividad edáfica</b>	La actividad de los animales minadores altera el suelo. formando galerías.
<b>Vegetación</b>	La formación de agregados por las raíces se produce se produce por acción mecánica, directa por las raíces mas finas y mediante la liberación de

	compuestos cementantes-exudados rizo fééricos.
<b>Manejo</b>	Mediante el laboreo los agregados pueden romperse o dispersarse y los porros comprimirse o destruirse-especialmente en suelos húmedos o secos. Las praderas aumentan la agregación y el suelo cubierto también.
<b>Clima</b>	Dispersión de riegos de formación de costras debido a la intensidad de la lluvia, disgregación por humedecimiento desecación rápidos especialmente en suelos arcillosos y por el movimiento y acción expansiva del agua.

Fuente: Gomero et al.(2001)

### 2.6.1. Degradación de los suelos:

Gomero (2001) señala que en la actualidad los suelos se van perdiendo debido a un mal manejo y principalmente conciencia solidaria entre los agricultores quienes ven el problema mas encarnizadamente, para ello Gomero apoya sus aseveraciones dando a conocer las propiedades físicas optimas de los suelos a los que se hace mención en el cuadro ( 11 ).

**Cuadro. 11: Propiedades físicas de los suelos de acuerdo a la textura**

Propiedades	Textura		
	Arenosas	Francos	Arcillosa
<b>Permeabilidad</b>	Alta	Media/baja	Baja
<b>Superficie especifica</b>	Baja	Media	Alta
<b>Compactación</b>	Baja	Media	Alta
<b>Temperatura</b>	Cálida	Media	Fría
<b>Capacidad para almacenar nutrientes</b>	Baja	Media	Alta
<b>Dificultad para el laboreo</b>	Media	Mas facil	Mas difícil
<b>Capacidad para almacenar agua</b>	Baja	Media / alta	Alta
<b>Energía de retención de agua</b>	Baja	Media	Alta

Fuente: Gomero et al.(2001)

## **2.6.2. La fertilidad de los suelos**

La fertilidad desde una visión agro ecológica y agroquímica, es la capacidad de los suelos agrícolas para mantener un nivel de producción estable en cantidad y calidad, dentro de una gama amplia de condiciones ambientales, socioeconómicas y culturales, conservando un estado de alta estabilidad frente a los procesos de degradación. Todo ello implica el suministro de equilibrio de nutrientes esenciales, la potenciación de la biodiversidad y de la actividad de la vida macro y microbiana en el suelo, a si como la optimización de los parámetros edáficos ligados a su conservación (Gomero, et al. (2001))

En relación con los organismos edáficos el suelo puede considerarse como una matriz de composición mixta, orgánica y mineral, y permeable por la existencia de macro y micro poros en la que se desarrolla una sociedad íntimamente interrelacionada que lo influencia y lo modifica al mismo tiempo que por ello determina su propia vida y la vida determina el suelo (Primavessi, 1984) Gomero et al (2001).

## **2.6.3. La actividad de la macro y micro fauna y flora sobre el suelo**

### **2.6.3.1. Microorganismos**

#### **2.6.3.1.1. Hongos**

Benzing, (2001): Los hongos son eucariotas y exclusivamente heterotrofos, antes considerados plantas, al parecer son mas cercanos a los animales en la evolución, los hongos tienen un requerimiento relativamente bajo de nitrógeno por ello tienen un rol importante en la descomposición de materiales ricos en Carbono y pobres en nitrógeno, quienes se caracterizan por ser aeróbicos, el carácter saprofito que tienen estos hacen que en su mayoría se comporten como una plaga que hasta la actualidad deben ser controlados con químicos para reducir los niveles en que estos afectan a los cultivos, así mismo los hongos sintetizan una amplia gama de enzimas que permiten la descomposición de diferentes sustratos orgánicos.

#### **2.6.3.1.2. Actinomicetos**

Benzing, A. (2001): menciona que los actinomicetos son organismos intermedios cuya función principal en los suelos es la de aportar una serie de micro elementos proceso que ocurre cuando estos se alimentan de la micro vida en descomposición, así mismo antiguamente se los consideraba como hongos por la formación de un micelio parecidos a muchos de estos, después de ello fueron clasificados como una categoría intermedia entre bacterias y hongos, pero la sistemática moderna los considera como organismos que se hallan dentro los Firmicutes ( bacterias gram positivas).

Asi mismo Benzing (2001) señala que los actinomicetos son generalmente aeróbicos y capaces de sobrevivir con poca humedad, se caracterizan por participar en la descomposición de la celulosa y lignina, y probablemente participa en la síntesis de sustancias húmicas a través de las melaninas ( *sustancias responsables del color negro de los suelos* ).

Wood mencionado por Benzing (2001) indica que el inconfundible olor a tierra quemada se percibe en suelos con un buen contenido de Materia orgánica se debe a las excreciones de actinomicetos del género *Streptomyces* .

#### **2.6.3.1.3. Bacterias**

Estos organismos muestran actividades aeróbicas como anaerobias que los hacen estar presentes en cualquier situación mejorando los suelos, son procarióticas constituidas por una célula la cual no posee un núcleo claramente separado del resto de la célula.

Benzing (2001) indica que las bacterias toman la energía necesaria para vivir de la descomposición de la materia orgánica atacan preferentemente a materiales orgánicos con relaciones (C / N) estrecha y fuentes de carbono de fácil acceso, pero se conocen especialistas que tienen enzimas necesarios para roer materiales difíciles como cera lignina e incluso petróleo. Las bacterias sirven de alimento para un gran número de organismos que van desde protozoos hasta lombrices. Como su masa tiene una relación (C / N ) baja constituyen un alimento apreciado y al descomponerse aportan nitrógeno al suelo.

#### **2.6.4. Factores que influyen en la pérdida e fertilidad de los suelos**

IICA (2001) indica que los factores que influyen en la pérdida de fertilidad de los suelos van desde:

Deforestación

Quema indiscriminada de pastizales y bosques.

Uso indiscriminado de agroquímicos.

Sobrepastoreo

Contaminación y uso irracional de aguas.

Perdida de biodiversidad

Crecimiento demográfico.

Estrategias de recuperación y protección de suelos:

Implementar prácticas de conservación de suelos, las cuales deben estar centradas en prioridades de los agricultores.

Todos los programas de revalorización y transferencia de tecnologías deben ser manejados de manera integral.

Desarrollar programas comunales y municipales de manejo de recursos naturales, de manera sostenible.

Desarrollar estrategias de capacitación para agricultores por medio de experiencias demostrativas y talleres de campo.

IICA (2001) así como estas, muchas son las estrategias que se vienen desarrollando, principalmente por instituciones consientes de recuperar este recurso que vienen reuniéndose en talleres de intercambio de experiencias donde los agricultores son los comprometidos a desarrollar esta experiencia y la difusión de estas.

### **2.6.5. La nutrición de los suelos**

Gomero (2001) menciona que la fertilidad natural de los suelos depende de sus propiedades físicas, químicas y biológicas que en su conjunto forman parte del sistema suelo. Dentro de este sistema la

presencia en el suelo de una enorme cantidad de microorganismos es determinante para la regulación de nutrientes y la mejora de las condiciones ambientales para el desarrollo normal de las plagas.

### 2.6.6. Efecto de los Fertilizantes orgánicos y sintéticos sobre el suelo:

Gomero (2001) señala que los fertilizantes orgánicos aportan mayores beneficios a la estructura de los suelos es así que para remarcar este concepto hace referencia a el cuadro (12) donde se menciona los beneficios que aporta un fertilizante orgánico respecto a un fertilizante inorgánico.

**Cuadro. 12: Efectos de los fertilizantes sobre los suelos**

<b>Fertilizantes</b>	
<b>Orgánicos</b>	<b>Químicos</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Fomenta la simbiosis entre macro y micro organismos.</li> <li>■ Favorece la desintegración de sustancias tóxicas</li> <li>■ Protege a las plantas por medio del humus.</li> <li>■ Aumenta el contenido de CO<sub>2</sub> en el suelo.</li> <li>■ Activa el metabolismo de las plantas.</li> <li>■ incrementa la capacidad de las plantas para defenderse de las enfermedades.</li> <li>■ Mejora las cosechas.</li> <li>■ Fomenta el antagonismo; antibiosis competencia parasitismo entre organismos benéficos y fitopatogenos.</li> <li>■ Mejora las características físicas, químicas y biológicas del suelo.</li> <li>■ Equilibra el medio en el que se desarrollan los cultivos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Los efectos de la aplicación de los químicos son inmediatos al cultivo.</li> <li>■ La fijación de nitrógeno por los microorganismos se inhibe total o parcialmente.</li> <li>■ perdida de resistencia natural de las plantas.</li> <li>■ Desbalance entre nitrógeno y demás nutrientes.</li> <li>■ Los fertilizantes nitrogenados son diluidos rápidamente y las sales son percoladas a las napas freáticas causando contaminación de aguas.</li> <li>■ Desequilibrio en el medio ambiente.</li> </ul>

Gomero (2001)

### **III. MATERIALES Y METODOS**

#### **3.1. Localización**

##### **3.1.1. Ubicación geográfica**

Ayo Ayo Capital de la tercera sección de la provincia Aroma, geográficamente se halla ubicada entre los paralelos 17°05'16" latitud sur y 68°00'00" longitud oeste, a 83 km al sur de la ciudad de La Paz, sobre la carretera asfaltada La Paz – Oruro.

Es uno de los cantones provinciales con mayor superficie que se halla en la zona nor - occidental de la provincia, perteneciente a la sub. cuenca Calamarca – Sica sica, limita al sur con la sub. cuenca del Catari, al Oeste con Sapahaqui y Caracato (Prov. Loayza) y al este con la provincia Pacajes. (Montes de Oca 2000)

##### **3.1.2. Características climáticas**

El municipio de Ayo ayo se caracteriza por presentar temperaturas medias que en promedio van de 11°C, a 15 °C así mismo las precipitaciones de la zona alcanzan un máximo de 500 mm / año en periodos que comprenden los meses de noviembre y marzo donde se dan las mayores frecuencias de lluvias en la región, los periodos de sequía van acompañados de periodos fuertes de heladas (cuadro 13) donde es prácticamente difícil realizar cultivo alguno es por ello que se ve mucha migración temporal de estas zonas a la ciudad.

**Cuadro 13: Frecuencia de helada en el municipio de Ayo Ayo**

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
(días / mes)	0.7	0.6	2.1	10.2	21.2	27.4	28.5	24.3	11.5	6.3	4.4	3.7

Fuente: Montes de Oca (2000)

### **3.1.3. Fisiografía**

CIPCA (1989) Señala que la región tiene una latitud promedio que va desde los 3800 a los 4200 msnm con un relieve que va de plano en gran parte del municipio a inclinado en las cabeceras de valle, zonas donde se realiza una actividad agrícola intensiva.

### **3.1.4. Suelo**

Los estudios de clasificación de suelos para agricultura de secano y pastos, clasifican a la micro región en suelos de clase III y IV en su mayoría, es decir la categoría los define como tierras aptas para cultivos anuales de escarda y otros (CIPCA 1989).

### **3.1.5. Hidrografía**

Arduz(1998), menciona que el municipio de Ayo Ayo presenta afluentes subterráneos de agua así como la presencia de vertientes predominantemente en las cabeceras de valle, además de contar con el Jacha Jauira uno de los ríos mas importantes del altiplano centro y sur, que se despliega por toda la planicie altiplánica del municipio en dirección sur.

### **3.1.6. Flora**

En la provincia Aroma se tiene especies bastante conocidas como: la paja brava (*Stipa ichu*) la yareta (*Azorella glabra*) y Thola (*Lephidopillum regidum*). También se encuentran otras especies como el pino

de monte (*Podocarpus* sp) la kehuiña (*Polilepis incana*), sillu sillu (*Lachemilla pinnata*) y plantas de la familia de las cactáceas en mucha abundancia. (Costa, 1997)

### 3.1.7. Fauna

Entre las especies conocidas podemos encontrar a la llama (*Lama glauca*), alpacas (*Lama pacos*), Vicuña (*Vicugna vicugna*) y a la Viscacha (*Lagostomus viscacia*). (Costa, 1997)

## 3.2. Material Experimental

### 3.2.1. Material Vegetal:

El material vegetal de estudio proviene de la zona altiplanica de nuestro departamento mas concretamente del altiplano de la provincia Aroma, La variedad que se utilizo en el experimento es la variedad Imilla negra, de categoría certificada, tamaño III la cual fue certificada por la Oficina Regional de Semillas.

El material vegetal presenta las siguientes características fenotípicas:

Tubérculos	:	Redondos
Ojos	:	Profundos
Piel	:	Negra
Pulpa	:	Blanca
Flor	:	Azul morado

Se caracteriza por ser tolerante al frío y cierto grado de adaptabilidad a suelos franco arcillosos

### 3.2.2. Materiales de campo

- Wincha
- Altimetro

- Block de notas
- Marbetes
- Romana
- Cámara fotográfica
- Agua Oxigenada
- Palas y Picos
- Chontillas
- Yuntas
- Yutes

### **Insumos**

- **Abono Bocashi**
- **Urea y Superfosfato Triple**
- **Estiercol**

### **3.2.3. Materiales de gabinete**

- Computadora
- Papelería

### **3.3. Metodología**

Para Arning (2001) la investigación participativa tiene como objeto elaborar conocimientos prácticos que ayuden a solucionar problemas sólidos, concretos, cambiar la realidad agrícola y con esto contribuir al desarrollo, de los agro ecosistemas, donde los resultados obtenidos son aplicables para los agricultores y no teóricos.

El presente trabajo de tesis se apoya en una metodología participativa que promueve, al agricultor como eje central de su propio desarrollo, donde tanto agricultores y técnicos en calidad de tutores y moderadores toman consenso de los criterios de investigación.

### **3.3.1. Criterios de Selección de investigación**

Sin duda muchos son los problemas que se requieren solucionar con el fin de satisfacer las demandas de los agricultores, es así que para realizar una priorización de problemas se realizó un taller participativo donde se priorizó el tema productivo con un tema en común a las comunidades ubicadas en las zonas de valle del municipio como es el de la producción de papa y los bajos rendimientos que se tiene en las comunidades del municipio, fruto de este diagnóstico se obtuvo una matriz que nos permitió definir familias voluntarias predispuestas a experimentar.

#### **3.3.1.1. Selección de terreno**

Se identificaron y seleccionaron terrenos con baja fertilidad, los cuales se evaluaron junto a los agricultores, por metodologías prácticas de tal manera que estos puedan ver el estado de fertilidad de sus suelos, estos terrenos en promedio fueron de 950 m<sup>2</sup>, los cuales son parcelas que en su generalidad, tienen la característica de ser sayañas que se hallan en cercanías del predio, además de contar con riego.

#### **3.3.1.2. Preparación de abono bocashi**

La preparación del abono bocashi (compost de rápida fermentación aeróbica) se preparó dos meses antes de la siembra, en talleres comunales donde la novedad y los procesos de fermentación fueron seguidos de manera esperanzadora por los agricultores, a su vez se realizó la asistencia técnica personalizada a aquellas familias con las que se evaluara este abono.

La cantidad y materiales locales que se utilizaron en la preparación de abonos orgánicos se detallan a continuación:

#### **Materiales Locales:**

- 3 qq de rastrosjos de cosecha de papa, cebada, haba.

- 3 qq de tierra puruma
- 3 qq de estiércol
- 3 qq de tierra de cultivo
- 2 @ de ceniza
- 2 @ de pito de cebada
- 80 litros de agua
- 5 kg de cal

**Materiales externos:**

- 500 gr de Levadura
- 1 @ de cal
- 1 kg de chancaca

**Procedimiento:**

- Se procedió a picar todos los rastrojos y en otros casos a pisotearlo para reducirlos hasta lograr pedazos pequeños de material vegetal que permitan de alguna manera facilitar el laboreo además de acelerar el proceso de descomposición del abono.
- Se procede a tender los materiales sobre el suelo de manera ordenada para tratar de ir homogeneizando la mezcla a manera de una torta.
- Tanto la chancaca como la levadura son diluidas en agua tibia, juntamente con el pito de cebada, todo ello con la finalidad de que lo diluido se mezcle con la parte sólida de manera homogénea.
- Los materiales deben mezclarse volteando de un lado a otro con el propósito de obtener una mezcla homogénea.
- Luego de terminada la abonera, se dejó reposar por un tiempo de 12 horas tiempo prudente en el que se espera observar el incremento de la temperatura la cual subió hasta 55 grados

Celsius, lo que se determinó por dos métodos, el primero por introducir la mano en la abonera y la segunda por termómetro, una vez verificada el incremento de la temperatura se procedió a voltear la mezcla con el objeto de enfriarla con el objeto de evitar la combustión del compost.

- Este proceso en la mayoría de los casos duró quince días, siendo que en los primeros cuatro días los volteos fueron de dos por día y los restantes días un volteo hasta llegar al décimo quinto día.
- El abono se preparó 5 semanas antes de la siembra lo que permitió una mayor descomposición de los materiales utilizados.

### **3.3.1.3. Preparación del terreno**

La preparación del terreno se realizó de acuerdo a los usos y costumbres de la comunidad, con una primera preparación en las últimas lluvias del verano y una segunda preparación e incorporación de guano a fines de invierno, donde se proceden a los preparativos del comienzo del próximo año agrícola.

### **3.3.1.4 Siembra**

Las parcelas de experimentación fueron sembradas simultáneamente, bajo densidades de siembra de 20 qq por hectárea, en el proceso de la siembra tanto las parcelas bajo prácticas convencionales, las parcelas bajo prácticas agro ecológicas y las tradicionales, recibieron la incorporación de sus respectivos tratamientos en este caso, estiércol, Bocashi y Urea+SFT simultáneamente.

### **3.3.1.5. Labores culturales**

Tanto los aporques como la aplicación de plaguicidas y los turnos de riego en todas las unidades experimentales fueron realizados de acuerdo a los usos y costumbres de la comunidad, teniendo una variación en aquellas unidades experimentales a las que se aplicaron el tratamiento con abono bocashi, debido a que estas tienen otro tratamiento tan solo en la aplicación de los plaguicidas, que más que

comportarse como plaguicidas tienen un carácter preventivo hacia las plagas que lleguen a presentarse dentro el cultivo.

### 3.3.1.6. Cosecha

La cosecha se realizo una vez completada la madurez fisiológica del tubérculo, donde se tomaron datos cuantitativos y cualitativos, esta evaluación se la realizo con el conjunto de la comunidad rescatando la importancia de la aplicación de este trabajo y su influencia en la producción.

### 3.3.1.7. Toma de datos

Las tomas de datos se realizaron antes del inicio de la siembra durante el desarrollo del cultivo y después de la cosecha de los cultivos, donde los resultados agronómicos y financieros se analizaron en gabinete y validados en campo con métodos de evaluación prácticos y demostrativos de manera participativa, todo esto con el conjunto de la comunidad.

### 3.3.2. Diseño experimental

El presente trabajo se desarrollo bajo un análisis de bloques completos al azar que corresponde la siguiente modelo lineal,

$$\gamma_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$$

Donde:

$\gamma_{ij}$	=	
$\mu$	=	Media experimental
$\alpha_i$	=	Efecto del i-esimo tratamiento
$\beta_j$	=	Efecto del j-esimo bloque
$\epsilon_{ij}$	=	Error experimental

Donde para el experimento se implementaron tres tratamientos distribuidos en tres bloques como se observa en el anexo ( 10 )

### **3.3.3. Herramientas de apoyo experimental**

Uno de los problemas de realizar una experimentación participativa radica precisamente en la incursión de los agricultores en estos procesos es así que desde hace mucho tiempo muchas instituciones vienen utilizando una infinidad de metodologías que permiten hacer investigación participativa con los agricultores desde las comunidades, para ello CIPCA La Paz ha adoptado metodologías del **DPT** (Desarrollo Participativo de Tecnologías) que toma una serie ordenada de pasos que permite de alguna manera poder sistematizar y procesar adecuadamente la información obtenida con la participación de los agricultores, estos pasos por la importancia que revisten dentro de la parte experimental son citados a continuación:

#### **3.3.3.1 Diagnostico Global**

Esta fase del desarrollo participativo de tecnologías toma referencias a un diagnóstico comunal de los problemas a nivel global, es en esta parte del trabajo participativo donde se llega a identificar un problema en común de tal manera que los resultados obtenidos traten de dar soluciones a la comunidad en la implementación de alternativas principalmente agro ecológicas destinadas a solucionar problemas de primer orden.

#### **3.3.3.2. Diagnostico enfocado**

El diagnóstico enfocado se realiza ya con familias piloto de la comunidad de tal manera que se puedan trabajar con las familias de manera conjunta, este trabajo se realiza con familias que cumplen los requisitos de tiempo y compromiso con el trabajo propuesto.

#### **3.3.3.3. Taller de diseño**

En este taller se explica la importancia de tener un diseño experimental en la implementación de cualquier probable solución, así mismo se toma en cuenta herramientas que puedan ser fácilmente comprensibles por los agricultores además de replicables en el tiempo, a esto nos apoyamos con lo mencionado por Steel y Torrier (1997) donde mencionan que es necesario tomar en cuenta que la estadística se ha propuesto como instrumento de investigación, donde es el campo de la investigación y no el instrumento, el que debe proporcionar los “*por que*” del problema de la investigación. A veces, este hecho pasa por alto y los usuarios olvidan que tienen que pensar, que la estadística no puede pensar por ellos,. La estadística sin embargo, ayuda a los investigadores a diseñar experimentos y a evaluar objetivamente los datos numéricos resultantes.

#### **3.3.3.4. Evaluación social y económica del proceso**

Para esta parte el Desarrollo Participativo de Tecnologías “DPT” cuenta con un taller de evaluación social y económica, donde se toma en cuenta una serie de aspectos, que van desde la evaluación, análisis y motivación en las tecnologías implementadas.

#### **3.3.5. Variables de respuesta**

##### **Altura de plantas**

Para determinar la variable altura de planta se procedió a la toma de medidas a partir de un mes y siete días tiempo en el cual el cultivo empezó a emerger del suelo, esta toma de medidas se realizó por espacio de ocho tiempos en la toma de datos cada 20 días.

##### **Índice de crecimiento del cultivo**

El índice de crecimiento se midió entre toma de datos es decir que se restó la segunda medida del primera medida y la tercera de la segunda así sucesivamente, se tomó esta variable para poder determinar el incremento en altura entre una toma de datos y otra.

##### **Brotos por tratamiento**

Al igual que la altura de plantas se empezó con la toma de datos de esta variable al mes y siete días y se realizó la medida por el lapso de siete tiempos dentro los cuales cuatro fueron marcadamente diferenciados unos de los otros lo que permitió determinar el número de brotes por tratamiento, entretanto las restantes tomas de datos (tres) no presentaron variación alguna a la cuarta medida.

### **Tubérculos por planta**

Esta variable de estudio se realizó tomando dentro de cada unidad experimental 15 plantas a las cuales se les hizo un seguimiento desde la siembra hasta los rendimientos en tamaño de tubérculos por planta, posteriormente se procedió a promediar estos resultados para someterlos a los análisis de varianza correspondientes.

### **Días a la Emergencia**

Esta variable se evaluó desde el momento a la siembra haciendo un seguimiento por el lapso de un mes y medio tiempo en el que se pudo obtener un 98 por ciento de emergencia en el cultivar en estudio y en todos los casos.

### **Rendimiento Productivo**

El rendimiento productivo se evaluó una vez realizada la cosecha donde se tomó datos de la producción por quintales totales y quintales por tamaño de tubérculo de cada unidad experimental en estudio, este proceso de selección y evaluación del resultado se realizó con las familias y vecinos quienes evaluaron los beneficios de aplicar uno de los tratamientos en sus parcelas.

#### **3.3.3.6 Dosis de aplicación de los abonos en estudio**

**Cuadro 14. Dosis de aplicación de los abonos Kg / ha**

<b>Tratamientos</b>	<b>Guano</b>	<b>Urea / SFT</b>	<b>Bocashi</b>
<b>T1</b>			455

<b>T2</b>	564		
<b>T3</b>		24 / 10	

## **IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES**

### **4.1. Diagnostico Municipal:**

El municipio de Ayo Ayo se caracteriza por presentar una marcada estratificación principalmente de acuerdo a la tenencia de tierras y a la actividad a la cual se dedican sus agricultores, esta estratificación social presentan diversos tipos de productores desde productores de subsistencia, hasta productores cuasi empresariales, los rubros o sistemas de producción que permiten que un agricultor realice una actividad empresarial son precisamente aquellas que tienen que ver con la actividad lechera ganadera, En esta zona se ve que el apoyo gubernamental y no gubernamental año tras año sigue teniendo de alguna manera influencia institucional que de manera directa o indirecta fortalece esta actividad tal es el caso del apoyo con proyectos de capacitación y formación de lideres empresariales que son emprendidos con organizaciones como el PDLA (Programa de Desarrollo Lechero del Altiplano), CAADI , FEDELPAZ (Federación Lechera de La Paz), ASPROLPA (Asociación de Productores Lecheros Patacamaya) y el SENASAG (Secretaria Nacional de Sanidad Agrícola y Ganadera), quienes ven en este sector su principal aliado para generar sistemas de sostenibilidad empresarial.

Además de contar con un fuerte peso en las decisiones y políticas municipales debido precisamente al fuerte poder económico con que cuenta este sector.

Por el Contrario se ve un escaso apoyo, así como asistencia técnica en algunos casos nula a aquellos campesinos que dedican su mano de obra a actividades netamente agrícolas, en espacios reducidos y propensos a procesos erosivos de distinta índole, aspectos que van generando cada vez mayor pobreza en las familias campesinas.

Partiendo de este diagnóstico se preciso el apoyo a familias cuya extrema pobreza es alarmante, sin olvidar que el éxito de las tecnologías y técnicas que se vienen realizando con aquellos agricultores, radica en los resultados positivos que se puedan mostrar al implementar tecnologías apropiadas al sector.

Hasta el año 2003 los sistemas de producción en el municipio de Ayo Ayo se fueron distinguiendo principalmente por los recursos con los que se cuenta y del mismo modo estratificándose en tres tipos de sistemas de producción, los cuales van desde netamente ganaderos pasando por agrícola ganaderos hasta netamente agrícolas, donde los ganaderos lecheros cuentan con ingresos per. cápita superiores a los 640 \$us/anales, los sistemas de producción agrícolas, con los que se desarrollo el trabajo participativo de tesis, requieren en su mayoría de asistencia técnica debido a que la producción de los cultivos van bajando paulatinamente, no solo debido al minifundio, la erosión de suelo, sino debido a otros factores como el mal uso de fertilizantes químicos que lo único que causa es la erosión de la fertilidad de los suelos.

#### **Clima:**

La comunidad de Callamollo se caracteriza por ser una zona de cabecera de valle donde las temperaturas varían entre los 12 a los 15 grados Celsius, como promedio municipal. Además de contar con precipitaciones pluviales que varían marcadamente año tras año, como se muestra en la siguiente tabla que corresponde a la estación Sapahaqui Provincia Loayza de Departamento de La Paz.

**Cuadro 15. Frecuencia de precipitaciones en la estación Sapahaqui**

<b>AÑO</b>	<b>Ene</b>	<b>Feb</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>May</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Aso</b>	<b>Sep</b>	<b>Oct</b>	<b>Nov</b>	<b>Dic</b>
<b>1992</b>	157,0	61,2	26,1	7,2	0,0	19,2	11,4	37,4	4,1	42,2	29,7	44,0
<b>1993</b>	137,8	12,6	36,0	7,2	8,1	7,1	0,0	30,2	21,8	51,0	19,7	63,4
<b>1994</b>	68,3	62,6	45,1	28,5	5,1	11,4	0,0	0,0	5,1	17,7	46,6	33,2

1995	65,8	40,8	28,9	26,8	0,0	0,0	0,0	8,1	6,2	0,0	31,8	41,1
1996	154,2	16,3	37,6	0,0	0,0	0,0	2,1	6,3	19,7	9,2	39,1	105,8
1997	100,2	98,2	85,6	19,1	8,3	0,0	0,0	26,4	51,1	6,3	17,3	25,3
1998	93,6	97,3	38,7	32,0	0,0	31,8	0,0	0,0	1,0	64,6	41,4	12,8
1999	79,8	70,9	110,9	13,6	5,4	3,4	6,4	0,0	47,4	28,6	14,0	35,3
2000	126,1	58,7	56,4	0,0	3,2	20,2	0,0	3,3	0,0	56,2	1,0	166,1
2001	147,0	92,5	40,5	10,0	2,3	2,3	8,3	29,6	9,3	25,2	9,1	49,0
2002	22,8	49,4	62,5	32,9	15,7	3,8	16,4	14,3	26,9	33,1	9,5	47,7
2003	58,1	73,0	25,0	8,2	7,1	0,0	19,1	1,0	13,3	8,8	6,8	45,5

Latitud S.: 16° 52'

Longitud W.:

67° 56'

Altitud msnm.:

3250

Fuente: SENAMHI (2005)

### Topografía:

La presencia de una topografía accidentada propia de las cabeceras de valle seco, con pendientes que varían desde moderadas a extremadamente fuertes (10 a 60%), y con presencia de una diversidad de microclimas en las depresiones y hondonadas (ver anexo 4) permiten de una manera o de otra la diversificación de la producción en el municipio.

#### 4.1.1. Sistemas de producción agrícola en la comunidad de Callamollo hasta el año (2000):

Con todo lo anteriormente diagnosticado, la comunidad de Callamollo basa su economía en la diversificación del sistema pecuario con la cría de animales menores, y ganado de engorde, en relación al sistema agrícola la producción de papa, cebolla, perejil y alfalfa son consideradas principales fuentes de ingresos económicos esto hasta antes del año 2000 pasando por productos como el maíz, la oca, la quinua, el izañ, la haba y la arveja como productos que van a fortalecer la seguridad alimentaria de las familias, la producción y diversificación de los cultivos en la zona fue bajando debido al uso de agroquímicos principalmente, así como la reducción del ganado ovino principal fuente de estiércol, todo esto debido a la distribución, tenencia y procesos erosivos de la tierra, estos factores han hecho que los agricultores muestren mayor dependencia por la compra de agroquímicos (UREA y SFT) a los cuales se los ve como esperanzadores para elevar los rendimientos productivos, así mismo la adquisición de guano de otras regiones como por ejemplo (Curahuara de Carangas) en cantidades que superan los 1500 bolivianos por camión de 450 qq influyen negativamente en la economía de las familias productoras.

De lo expuesto por Wacholtz (1999) y el análisis de sistemas agropecuarios que se realizaron en la experimentación se puede determinar la importancia de la interacción de los sistemas agropecuarios a los cuales se los van atacando con ideas de preservar el medio ambiente y los recursos naturales donde el principal problema es el poco control que se hacen a los sistemas agropecuarios, es importante que todos los sistemas se mantengan para poder realizar una agricultura sostenible, ya que se puede rescatar que la poca tenencia de animales ha llevado a un desequilibrio económico y de suministro de insumos básicos para realizar una agricultura acorde a las necesidades de los agricultores.

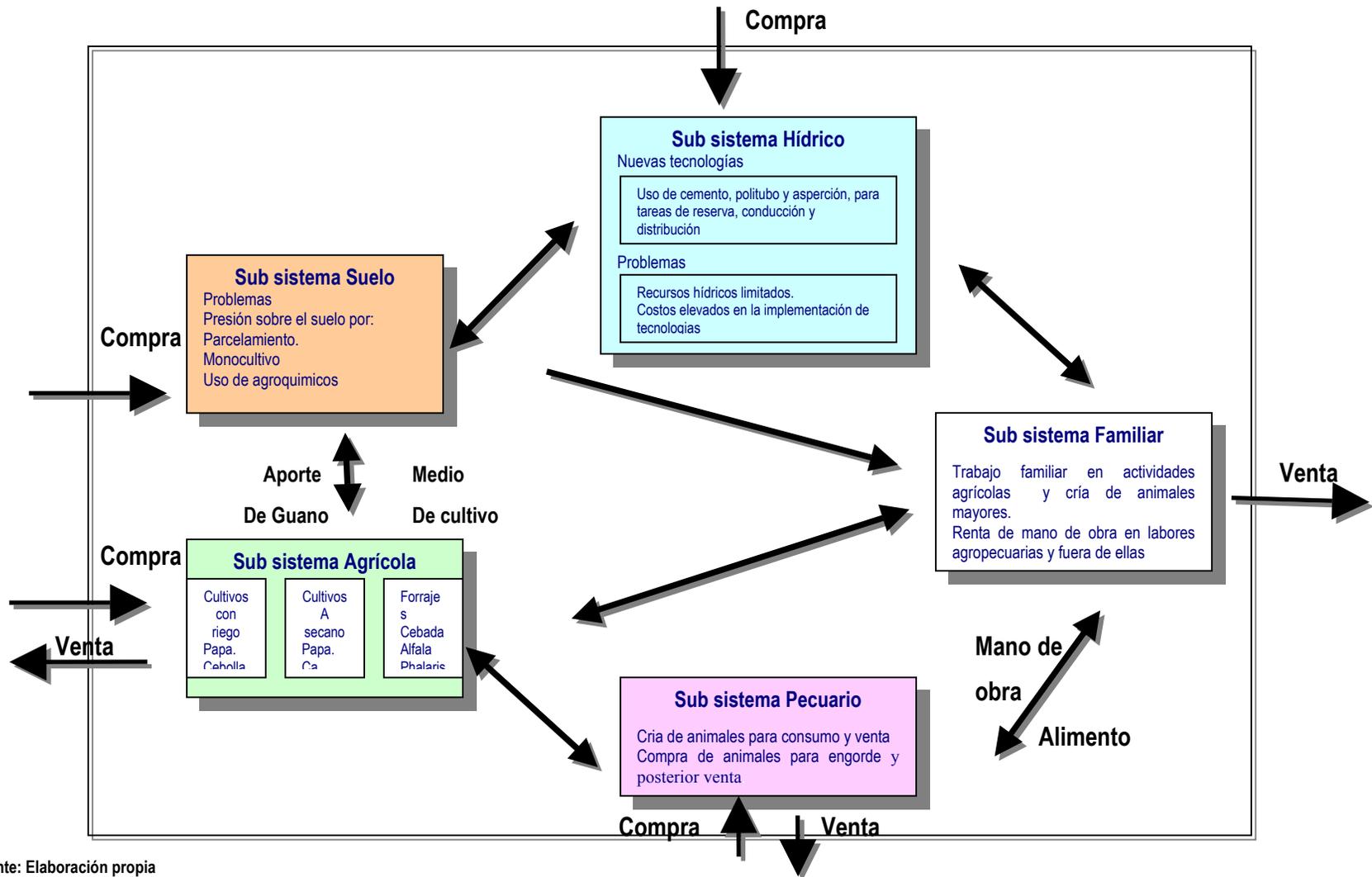
Así mismo Primavessi (1998) menciona este aspecto haciendo énfasis en los factores que influyen en la producción agropecuaria, donde la materia orgánica juega un papel directo e importante en la producción agrícola y pecuaria tal como se muestra en la figura 7, que demuestra la intensa interdependencia de un sistema y de otro.

Del mismo modo otro de los principales motivos que hace que la agricultura vaya limitándose cada vez mas, es el creciente desarrollo poblacional y por consiguiente la alta erosión de suelos y urbanización en tierras hábiles para aptas para la agricultura, así mismo la habilitación de tierras poco aptas para el desarrollo de la agricultura por otro lado la dirección que tienen muchos proyectos los cuales ven el recurso agua de manera aislada con el fin de satisfacer las necesidades humanas hecho por el cual muchos de los recursos hídricos sean utilizados principalmente como servicio básico por muchos proyectos que se realizan en la comunidad, siendo este recurso cada vez mas limitado para las actividades agrícolas.

Todo esto muestra un panorama sombrío del agro especialmente en las regiones de cabecera de valle que cada día se ven mas limitadas y carentes de apoyo gubernamental y no gubernamental lo que esta permitiendo que los procesos de erosión se vayan acelerando cada día mas.



Fig 5. Sistemas de producción Familiar inicial:



Fuente: Elaboración propia

#### **4.1.2. Sistemas de producción agrícola en la comunidad de Callamollo (2004):**

Los avances tecnológicos y principalmente el apoyo que se presta a las comunidades de Callamollo desde el año 2000 han tenido frutos especialmente en aquellas familias dispuestas a probar nuevas tecnologías que mejoren la calidad de vida de sus componentes, esto se ve en el interés que los agricultores le prestan a la asistencia técnica familiar.

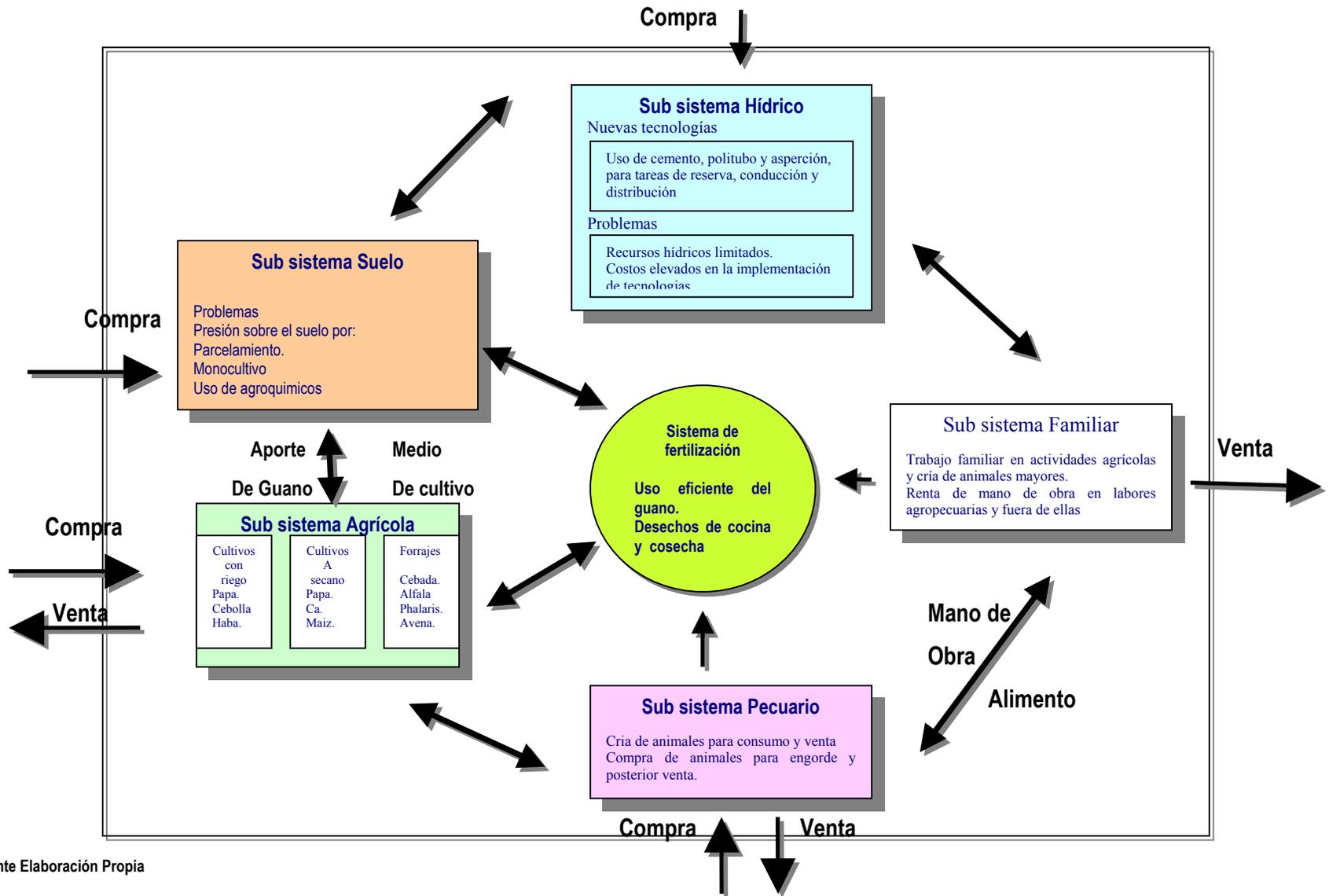
Al término del trabajo de investigación participativa se determinó que las labores de los agricultores ven en la agricultura ecológica un componente que les podrá ayudar a vivir mejor, todo ello como producto de una serie de prácticas de trabajo integral en predios que lleva consigo el Centro de Investigación y Promoción del Campesinado (CIPCA), es así que la inclusión dentro del sistema de producción prácticas de conservación de suelo, fertilidad de suelos y cría de animales menores trae consigo un cambio claro en los sistemas de producción de los agricultores, influyendo de tal manera en los aspectos sociales, culturales y económicos de la comunidad.

Actualmente los sistemas agrícolas de algunas familias (20%) de la comunidad de Callamollo están integrados por componentes que determinan como actividad primordial a la agricultura. Como se ve en la figura (6), la implementación de espacios cuyo objetivo es de resguardar tanto los desechos de cosecha, cocina, y otros como los estiércoles de los animales, con el objetivo de destinarlos a la elaboración de abonos orgánicos (compost bocashi), ya se viene realizando como costumbre dentro los sistemas de producción familiar, hacen que el uso de cantidades menores de estiércol, así como el uso eficiente de los restos de las cosechas en la elaboración de abonos orgánicos (compost bocashi) hacen de alguna manera que los sistemas de producción en la actualidad manejen con mayor eficiencia el estiércol de los animales, y los restos de cosechas, lo que determina un cambio de actitud positiva de los agricultores hacia su medio ambiente.

Así mismo el regenerar la fertilidad natural de los suelos proporciona una serie de beneficios para los sistemas agrícolas por un lado mejorando la textura y estructura de los suelos aumentan las capacidades de retención del agua en estos generando en alguna medida una mayor eficiencia de la poca agua con que se cuenta para el riego, lo que permitirá la traslocación de los elementos nutricionales para la planta.

No cabe duda que los principales insumos como el estiércol son de primordial importancia lo que permite generar alimentos y productos para la venta, proteger y mejorar los suelos, como se puede observar el solo hecho de mencionar la influencia de la fertilidad sobre los suelos y los cultivos da una idea clara de lo importante que es manejar el sistema de fertilidad de los suelos para generar una mayor interacción entre los sistemas.

Fig. 6 Sistemas de producción Familiar en la actualidad:



Fuente Elaboración Propia

## 4.2. Fisiología del cultivo

### 4.2.1. Evaluación de la emergencia del Cultivo

#### 4.2.1.1. Análisis de Varianza

**Cuadro 16. Análisis de varianza de los días a la emergencia del cultivo de papa con la aplicación de bocashi, guano y UREA+SFT**

Fuentes de variación	GL	S.C.	C.M.	f Calculada	f Tabulada	G° de significancia
Tratamientos	2	1,076	0,538	8,29	0,005	**
Bloques	6	0,829	0,138	2,13	0,124	ns
Error experimental	12	0,778	0,064			
Total corregido		20	2,685		CV = 15.89	

Donde: \*\* altamente significativo \*significativo ns no significativo

Por los resultados encontrados al someter los datos a una herramienta estadística observamos un CV de 15.89 lo que demuestra la confiabilidad de los datos obtenidos.

El análisis de varianza en el cuadro (16) para la variable de evaluación de emergencia del cultivo, se muestra que existen diferencias altamente significativas entre tratamientos y no así entre bloque, para aseverar esto nos apoyamos al uso de pruebas de significancia que en este caso es la de Duncan a niveles de significancia de (0.05).

#### 4.2.1.2. Duncan Agrupado para tratamientos

**Cuadro 17. Prueba de Duncan para días a la emergencia bajo los diferentes tratamientos**

Duncan Agrupado	Media	N° de tratamientos
A	49	Bocashi
B	45	Guano
B	40	Urea SFT

Donde: letras distintas representan alta significancia

Dentro los grados de significancia se acude a las prueba de medias, al 0.05 % donde se vio que las parcelas a las cuales se les incorporaron abono orgánicos fermentados (bocashi), estadísticamente se considera igual a las parcelas que fueron sometidas a tratamientos de estiércol (testigo). A su vez el testigo se puede considerar igual a las parcelas a las cuales se les aplico UREA y SFT. Por otro lado las parcelas a las cuales se las trató con abonos orgánicos fermentados (bocashi) están claramente diferenciados, de aquellas parcelas a las cuales se les aplico abonos de origen químico, esto nos demuestran las diferencias literales que se ven en el cuadro (17), debido a esto se ve claramente que el efecto de la fertilización para esta variable muestra una mejor respuesta del cultivo al tratamiento número tres (UREA y SFT), donde el total de tubérculos sembrados llegaron a emerger en un periodo de 40 días en tanto los tubérculos a los cuales se les aplico Abonos orgánicos fermentados Bocashi en promedio emergieron en un periodo de 49 días que aquellas parcelas a las cuales se les aplico (UREA y SFT) e incluso al propio testigo cuenta con un periodo de emergencia de 45 días superior al tratamiento con Abono Bocashi, los datos obtenidos probablemente se deben a las condiciones medio ambientales favorables (suelo suelto) que se mostraron en las parcelas con abonos químicos, además de contar con un suelo suelto se observo condiciones de temperatura óptimas lo que favorece la emergencia de los cultivos.

#### 4.2.1.3. Duncan agrupado para bloques

**Cuadro 18. Prueba de Duncan para días a la emergencia bajo los diferentes bloques**

<u>Duncan Agrupado</u>	<u>Media</u>	<u>N° de bloques</u>
A	58	Dem_Flo
B A	52	Llojeta
B A	52	Est_Flo
B A	50	Hug_Flo
B A	50	Fed_Flo
B	42	Bas_Flo
B	35	Rob_Mam

Donde: letras distintas representan alta significancia

La prueba de DUNCAN para los bloques (familias) no revelan mayores diferencia significativas en ninguna de las familias en estudio, lo que permite deducir una mayor certeza de la influencia de las condiciones de humedad y preparación del suelo sobre el cultivo, en este caso se observa que los

resultados obtenidos por la familia del señor Demetrio Flores( Dem\_Flo), la aynoca Llojeta y la familia de Esteban Flores (Est\_Flo) denota un manejo que no es el óptimo en los primeros días del cultivo, en tanto la familia de Roberto Mamani (Rob\_Mam) y Basilio Flores (Bas\_Flo) muestran mejores resultados lo que se corroboró al determinar una mejor preparación de los suelos, al realizar un doble rastreado en el suelo, además de realizar un manejo adecuado de la semilla y los insumos que promueven el inicio de brotes en este cultivo, tales como el uso de gira ( Estiércol diluido en agua).

#### 4.2.2. Evaluación de las alturas del cultivo

Primavesi (1982), afirma que los parámetros a medir de altura de planta de cierta forma nos ayuda a medir el crecimiento y desarrollo de un cultivo además de ser a menudo correlacionada con el rendimiento de este.

En el cuadro (19) se observa las alturas promedio de cada bloque y cada tratamiento, lo que nos muestra claras diferencias entre tratamientos, para determinar si estas medias son significativas entre si apoyamos a estas con otras herramientas estadísticas como el análisis de varianza, y el coeficiente de variación, y si correspondiese sus respectivas pruebas estadísticas.

**Cuadro 19. Altura promedio del cultivo bajo los distintos tratamientos de fertilización**

N° de toma de datos	Tratamientos		
	Bocashi	Guano	Urea + SFT
1	1.89	1.59	1.33
2	4.73	3.84	3.43
3	19.43	12.58	14.51
4	30.42	24.02	28.69
5	40.61	34.28	40.01
6	53.28	49.43	49.79
7	71.57	64.9	59.84
8	94.61	72.9	79.21

Fuente: Elaboración Propia

La toma de datos se realizó bajo un cronograma establecido donde los periodos de toma de datos se realizaban cada 20 días una vez que se diera la emergencia del cultivo, periodo en el cual se realizó el correspondiente seguimiento todo ello durante el desarrollo fonológico a diez plantas previamente identificadas y muestreadas.

#### 4.2.2.1. Análisis de varianza

**Cuadro 20. Análisis de varianza de Altura a la Cosecha del cultivo de papa con la aplicación de bocashi, guano y UREA+SFT**

Fuentes de variación	GL	S.C.	C.M.	f Calculada	f Tabulada	G° de significancia
Tratamientos	2	2384,293	1192,146	130,080	0,0001	**
Bloques	6	49,715	8,285	0,900	0,5231	ns
Error experimental	12	109,974	9,164			
Total corregido	20	2543,984		CV = 3.8		

Donde: \*\* altamente significativo \*significativo ns no significativo

Por los resultados del coeficiente de variación que para esta variable nos da un valor de 3.8 se deduce que el trabajo de investigación contiene resultado que están dentro los rangos permisibles de conducción de un trabajo de investigación al encontrar un resultado bajo que corrobora esta aseveración y por tanto los resultados obtenidos son altamente confiables.

Los análisis de varianza para la variable altura de cultivo muestra diferencias significativas entre los distintos tratamientos, lo que indica que los cultivares de papa manifestaron respuestas diferentes en el desarrollo del cultivo durante todo su ciclo de vida debido presumiblemente a la aplicación de abonos a los que fueron sometidos, en tanto al observar los datos para los bloques se observa que estos no tuvieron mayor diferencia uno del otro lo que permite asumir que todos los bloques fueron homogéneos en cuanto nos referimos al tipo de manejo que se le dio, para corroborar estas aseveraciones es necesario acudir a las pruebas de Duncan con grados de significancia del 0.05 % tanto para los tratamientos como para los bloques en estudio, pruebas que de alguna manera permitirán demostrar cuales los rangos difieren entre un tratamiento y otro y cuales de los bloques son diferentes unos de los

otros, además de permitir justificar estos resultados de acuerdo a los análisis en el manejo de cada cultivo por parte de las familias muestra.

#### 4.2.2.2. Duncan Agrupado para tratamientos

**Cuadro 21. Prueba de Duncan para la variable altura bajo los diferentes tratamientos**

<b>Duncan Agrupado</b>	<b>Media</b>	<b>Tratamientos</b>
<b>A</b>	94,609	Bocashi
<b>B</b>	72,894	Guano
<b>B</b>	71,210	Urea SFT

Donde: letras distintas representan alta significancia

Dentro los grados de significancia se acude a las prueba de medias de Duncan al 0.05 % donde se vio que los tratamientos con bocashi estadísticamente resultaron mejor que los dos otros tratamientos, del mismo cuadro se puede rescatar las diferencias poco significativas entre las parcelas a las cuales se les aplicaron estiércol y UREA + SFT respectivamente, esto se atribuye seguramente a la disponibilidad de nutrientes y en especial a la cantidad de agua que acumula un suelo bien abonado con materiales vegetales y restos relativamente groseros o con abonos cuya relación C / N se encuentra entre los 30 y 50 características que cumple el abono Bocashi y sin duda permitiendo mejorar las condiciones de humedad, además de impedir la evaporación del agua principal recurso para que se realice la traslocación de nutrientes al contar el cultivo con una mayor cantidad de follaje. A todo lo anteriormente mencionado apoya Benzing quien en el anexo 11 muestra algunas características de los compost a manera general, donde se destaca la acumulación cualitativa de agua por parte de los abonos orgánicos.

Otras características que pueden dar mayores herramientas que justifiquen el comportamiento del cultivo a los distintos tratamientos es causada presumiblemente por las propiedades físicas que se aportan por los abonos al suelo, haciendo que este se comporte mas permeable y con mayor capacidad de retener la humedad en la solución suelo esto se debe al cambio en la estructura del suelo al encontrarse una estructura de tipo migajon en aquellos tratamientos a los cuales se les aplico abono bocashi lo que permite una mayor dilución y traslocación de los nutrientes en el suelo, y por

consecuencia una mayor absorción de nutrientes por el cultivo, tanto esta aseveración y lo anteriormente desarrollado en el anterior párrafo se comparte con lo propuesto por Liebing, quien manifiesta que el ambiente es la parte mas importante para el desarrollo de cualquier especie sean estas vegetales o animales.

#### 4.2.2.2. Duncan Agrupado para bloques

**Cuadro 22. Prueba de Duncan para la variable altura de planta bajo los diferentes bloques**

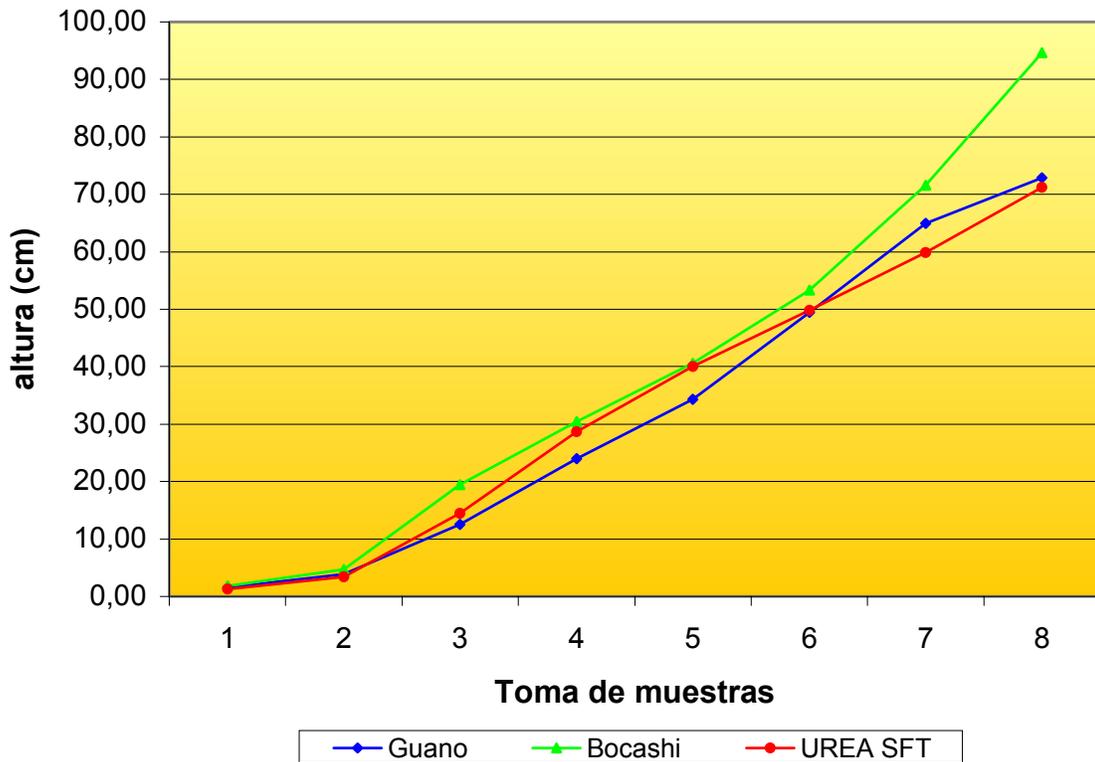
Duncan	Agrupado	Media	Bloques
A		82,04	Dem_Flo
A		81,04	Llojeta
A		79,97	Est_Flo
A		79,57	Hug_Flo
A		78,91	Fed_Flo
A		78,38	Bas_Flo
A		77,06	Rob_Mam

Donde: letras distintas representan significancia

El análisis de Duncan para los bloques es necesario determinarlos debido a que cada bloque esta distribuido en el espacio donde todos los componentes mencionados en los anexos (6, 9) principalmente en los que se hacen al numero de componentes familiares, el numero y tipo de ganado que cada familia cría dentro su sistema agropecuario dilucidaran algunas de las interrogantes entre uno y otro bloque. En el caso de la familia de Demetrio Flores (Bloque Dem\_Flo) bloque que muestra una mayor media para los bloques respecto a los demás bloques se puede asumir que son influencia directa por los cuidados realizados por la familia al cultivo asumiendo que esta es una de las familias que no practica la migración temporal y que su bienestar económico solo se lo deben a la agricultura estos aspectos podrían ser los que aportaron para que las medias sean superiores a las demás a lo que se suma obviamente el aprovechamiento eficiente de los pocos recursos pecuarios que tiene la familia.

En síntesis para esta variable a medir los bloques no muestra diferencias significativas, lo que permite inferir un desarrollo homogéneo del cultivo en las diferentes familias debido al manejo que se le dio por parte de los agricultores que prestaron sus parcelas para el estudio.

**Figura 7. Evaluación de la Altura de Planta Durante el Ciclo de Desarrollo Fisiológico Del Cultivo**



Fuente: Elaboración propia

De manera general las prácticas de fertilización orgánica que se realizan en la comunidad de Callamollo establecen un impacto positivo a la hora de determinar la altura del cultivo es así que existen diferencias significativas entre tratamientos encontrándose una mayor altura de planta en aquellos cultivos a los cuales se les aplico Abono bocashi con una altura promedio de 94.61 cm, seguido por los tratamientos a los cuales se les aplico UREA y SFT con 79.21 cm de ganancia en altura y por ultimo hallamos a los cultivos a los cuales se les aplico estiércol con 72.9 cm de altura, al realizar la prueba de Duncan para tratamientos se observa que la diferencia de promedios en altura, entre las parcelas a las cuales se les aplico UREA + SFT y aquellas parcelas a las cuales se les aplico estiércol no encuentran deferencias significativas una de la otra esto dentro el trabajo de investigación, dichas aseveraciones son corroboradas por los resultados que se vieron en el análisis de varianza ya explicadas en detalle en cada punto a tomar.

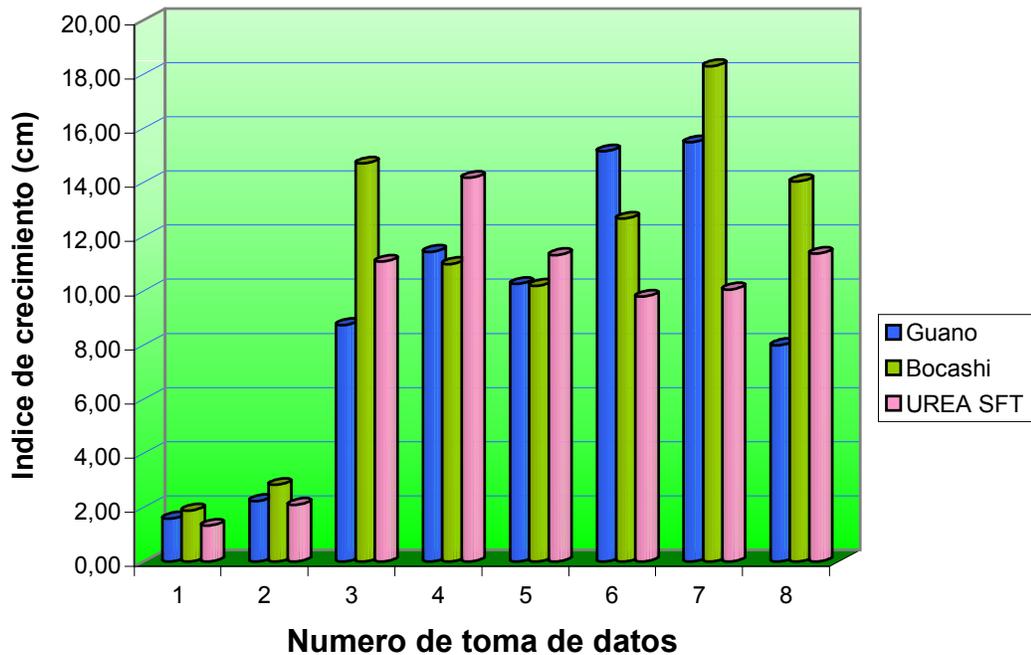
Como se puede observar el comportamiento del cultivo muestra un crecimiento normal en todos los tratamientos, diferenciándose claramente los cultivos a los que se les aplicaron Abonos Orgánicos fermentados (Bocashi), llegando ha ser superior a los otros tratamientos que complementan la experimentación, la mayor diferencia ocurre cuando se realizo la toma de datos para determinar la octava toma de datos, donde las diferencias entre alturas fueron marcadamente visibles. Debido a que en esta etapa de crecimiento los promedios de las precipitaciones se encontraron en el orden del 13.5 mm mensuales como media, esto durante los meses de desarrollo del cultivo, lo que se corrobora en el cuadro (15) proporcionada por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrológica (**SENAMHI**) en los últimos diez años a esto es necesario hacer notar que la importancia de los riegos a los que se sometieron los cultivos tuvieron mayor implicancia en el desarrollo del cultivo y los cuales se suspendieron para dar inicio a la etapa de madurez fisiológica, explicando así que la diferencia en el crecimiento de los cultivos se debió a la capacidad del suelo de retener humedad de tal manera que se siga permitiendo la traslocación de nutrientes del suelo hacia la planta, proceso que siguió ocurriendo en todos los cultivos pero con mayor intensidad en los tratamientos a los cuales se les aplico abono Bocashi.

Como las diferencias entre tratamientos cabe decir entre las parcelas a las cuales se les aplicaron abono Bocashi y las otras dos parcelas tratadas con UREA + SFT y Estiércol son bastante significativas se opto por desarrollar otro elementos como la estructura del suelo describiendo la nueva estructura siendo esta una estructura del tipo migajon, estructura que de alguna manera llega a formarse por la agregación de los componentes del suelos tal es el caso de los componentes texturales y principalmente la materia orgánica, este tipo de estructura según Gomero establecen una mayor fijación de agua en la solución del suelo además de no permitir la lixiviación de los nutrientes como ocurre en suelos arenosos, caso que seguirá ocurriendo en las parcelas a las cuales se trata con UREA + SFT y en algunos casos en las parcelas a las cuales se les aplico estiércol, así mismo Gomero menciona que la materia orgánica juega un rol muy importante al acumular gran cantidad de arcillas y limos aseveración que se hace cierta al observarse una mayor cantidad de arcillas acumuladas.

tipo de determino otro parámetro que permita dar mayores elementos para la comparación de los tratamientos, es por ello que se determinó acudir a los índices de crecimiento, que permiten de una u otra manera determinar las observaciones por etapa de toma de datos.

#### 4.2.3. Índice de crecimiento del cultivo

**Fig 8 Índice de Crecimiento del Cultivo Durante el Proceso de Desarrollo Fisiológico del Cultivo**



Para precisar con mayor exactitud el efecto de los diferentes fertilizantes sobre el cultivo se puede determinar por medio de la prueba de índices de crecimiento que dan respuesta al comportamiento del cultivo en las diferentes etapas de toma de muestras, analizando el cultivo como se observa en la Figura 8 en las dos primeras etapas de toma de datos las diferencias de crecimiento no son significativas, debido a que no existen diferencias relevantes a la hora de observar la ganancia en altura de los respectivos tratamientos, en tanto en la tercera etapa de toma de datos se observa un incremento superior a los 14 cm en las parcelas a las cuales se les aplico abono bocashi seguido de las parcelas aplicadas con UREA + SFT y por último las parcelas a las cuales se les aplico estiércol con 8 cm de ganancia en altura, en la cuarta y quinto periodo de toma de datos se puede advertir aquellas parcelas a las cuales se les aplico UREA + SFT con incrementos relativamente superiores a los otros dos tratamientos, en tanto no se observan mayores diferencias entre los tratamientos con bocashi y estiércol se deduce que existe una mayor absorción de nutrientes por parte del cultivo debido a que es en este momento que la papa empieza un desarrollo acelerado y se observa como media del índice de crecimiento una media que se acerca a los 15 cm de altura superando de lejos a los tratamientos a los

que se les aplicaron Estiercol y UREA + SFT respectivamente, para ser superado por los otros dos tratamientos en la cuarta etapa de toma de datos, ya para la última etapa de toma de datos el abono bocashi supera el crecimiento respecto a los otros dos tratamientos, esto debido a la cantidad de agua que determina una mayor capacidad de intercambio catiónico que es necesaria para la movilización de nutrientes del suelo hacia la planta, y es precisamente esta etapa donde los procesos fisiológicos se duplican cada vez más, debido a que los requerimientos nutricionales de cualquier planta, la cual se aumentan considerablemente al acercarse a la madurez fisiológica.

#### 4.2.4. Numero de brotes por planta

La variable en estudio referida al número de brotes se realizó en un periodo de 7 tomas de datos, los cuales se realizaron a partir del vigésimo día una vez realizada la siembra, en esta primera característica a medir los datos fueron obtenidos con intervalos de 7 días a colación de esto se realizó la toma de datos para la variable altura de cultivo, lo que demostró diferencias en las primeras cuatro tomas de datos mientras que en las subsiguientes tomas de datos no existió variación alguna para esta característica fonológica.

Se supone que a medida que las condiciones de manejo van siendo óptimas para el desarrollo del cultivo, la probabilidad de incremento del cultivo van creciendo cada vez más.

**Cuadro N° 23 Numero de brotes por tratamiento**

N° de toma de datos	Tratamientos		
	Bocashi	Guano	Urea + SFT
1	1.9	1.41	1.3
2	3.9	3.15	3.41
3	5.61	4.76	4.93
4	5.94	5.25	5.32

En el cuadro (23) se muestra un número de brotes en promedio de 5.9 para las parcelas a las que se aplicaron Bocashi, y un promedio de brotes de 5.32 para aquellas parcelas a las cuales se les aplicó

UREA + SFT, en tanto García mencionado por Tocagni (1986) reporto un numero 5 de brotes con la aplicación de fertilizantes de origen sintético, considerando los resultados obtenidos en el trabajo de investigación se podría afirmar que los resultados reportados se hallan por encima de los resultados reportados por Garcia esto en los tres tratamientos propuestos en el presente trabajo, situación que alienta a los agricultores a realizar un buen manejo de sus parcelas.

Es así que al observar el numero de brotes en cada tratamiento se asume que uno de los principales factores que se requiere para incrementar los brotes esta referido al grado de compactación del suelo, a si como a la humedad del suelo, principalmente estos factores son los que influyen en esta variable, a estas características obviamente debemos asumir las características propias del cultivo las cuales están referidas principalmente a la cantidad de reservas nutritivas que contiene cada tubérculo lo que promueve el desarrollo en la primera etapa de los brotes de la planta.

#### 4.2.4.1. Análisis de Varianza

**Cuadro 24: Análisis de varianza para los Brotes del cultivo de papa *solanum tuberosum ssp andigenum var imilla negra***

Fuentes de variación	GL	S.C.	C.M.	F Calculada	f Tabulada	G° de significancia
Tratamientos	2	2,035	1,017	10,170	0,002	**
Bloques	6	0,476	0,079	0,790	0,592	ns
Error experimental	12	1,200	0,100			
<b>Total corregido</b>	<b>20</b>	<b>3,712</b>		<b>CV = 5.74</b>		

Donde: \*\* altamente significativo \*significativo ns no significativo

Al obtener un CV de 5.74 señalamos que los datos obtenidos en el presente trabajo de experimentación se hallan dentro los rangos permisibles para la conducción de un buen experimento, lo que nos da un alto grado de confiabilidad de los resultados obtenidos.

El análisis de varianza para el numero de brotes muestra claramente que existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos en estudio lo que no ocurre con los bloques, como estas diferencias entre tratamientos son significativas recurrimos al uso de pruebas de Duncan con grados de

significancia del 0.005 % datos que nos ayudaran a dilucidar el por que de estas diferencias en el cultivo, el mismo análisis se realizara entre los bloques debido a que estos se hallan distribuidos espacialmente dentro la comunidad donde se encuentran representados por cada una de las familias en estudio.

#### 4.2.4.2. Duncan agrupado para tratamientos

**Cuadro 25. Prueba de Duncan para la variable brotes bajo los diferentes tratamientos**

<b>Duncan Agrupado</b>	<b>Media</b>	<b>N° de tratamientos</b>
<b>A</b>	5,943	Bocashi
<b>B</b>	5,324	Guano
<b>B</b>	5,248	Urea + SFT

**Donde:** letras distintas representan alta significancia

Al acudir a las pruebas de significancia de medias, al 0.05 % se pudo observar que aquellas parcelas a las cuales se les aplicaron abonos orgánicos fermentados (bocashi), estadísticamente se considera superiores a las parcelas a las cuales se les aplicaron solamente estiércol (testigo) y UREA + SFT, a su vez el testigo se puede considerar mayor o igual a aquellas parcelas a las cuales se les aplicaron fertilizantes sintéticos (UREA y SFT). Por otro lado las parcelas a las cuales se las trató con abonos orgánicos fermentados (bocashi) se hallan ampliamente diferenciadas de aquellas parcelas a las cuales se aplicaron fertilizantes sintéticos UREA + SFT, lo que demuestra el beneficio de incorporar abonos orgánicos compostados como el Bocashi para esta variable.

Por otra parte otro de los factores que influye en el desarrollo de los brotes están referidos principalmente al tipo de abono que se aporta en el suelo, lo que confirma que al incorporar abonos orgánicos como el Bocashi con rastrojos orgánicos mayores en tamaño que las que contiene el estiércol mejora las condiciones de porosidad y capacidad de retener el agua, así mismo se llega a mejorar la estructura de estos suelos parámetro que según Benzing (2001) es de principal importancia al mencionar que las estructuras de los suelos tienen la capacidad de aglomerar las partículas mas finas como las arcillas en fragmentos o unidades mas grandes, lo que se corrobora al realizar las pruebas físicas en campo en las distintas parcelas de experimentación y donde los agricultores aprendieron a

determinar este tipo de características como indicadores de la estabilidad física de los suelos con los que cuentan.

#### 4.2.4.3. Duncan agrupado para bloques

**Cuadro 26. Prueba de Duncan para la variable brotes para los bloques**

<b>Duncan Agrupado</b>	<b>Media</b>	<b>N° de bloques</b>
A	5,644	Dem_Flo
A	5,644	Llojeta
A	5,600	Est_Flo
A	5,534	Hug_Flo
A	5,467	Fed_Flo
A	5,467	Bas_Flo
A	5,178	Rob_Mam

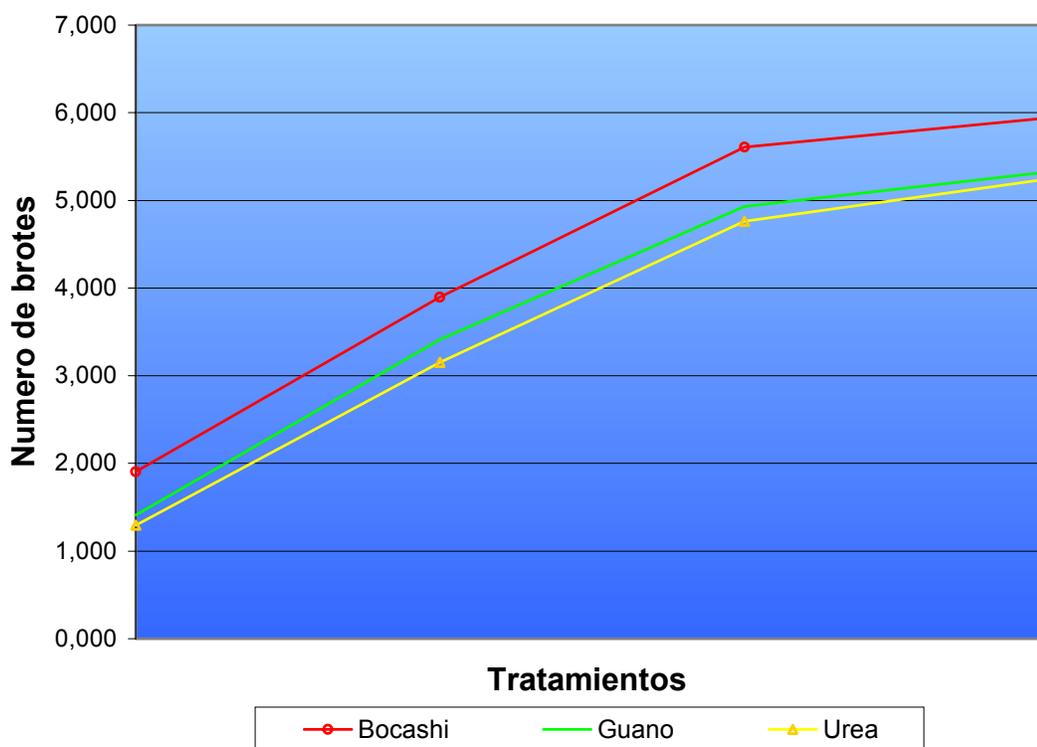
**Donde:** letras distintas representan alta significancia

Para la variable numero de brotes para los bloques se realiza un análisis apoyado en los anexos (6,8) que corresponden a los diagnósticos familiares y la cantidad de terreno destinado al trabajo de investigación, donde se corrobora que tanto las familia de Esteban flores (Est\_Flo), y la parcela comunal de Llojeta demuestran una mayor media debido posiblemente a la cantidad de estiércol que va aportando a los terrenos año tras año, y a la cantidad en mano de obra que participo de este proceso de investigación, por otro lado la dedicación de Demetrio Flores (Dem\_Flo) muestra resultados superiores para esta variable, esta dedicación a la agricultura radica en que el señor Demetrio Flores por la edad con la que cuentan sus hijos se ve imposibilitado de apoyar económicamente con otras labores cotidianas delos agricultores de la comunidad como es la, migración temporal a las ciudades, con el objetivo de aportar económicamente los ingresos familiares.

Por otro lado el sistema familiar de Roberto Mamani (Rob\_Mam) muestra claramente que por diagnostico de tenencia de recursos expresado en el anexo (9) no cuenta con una gran cantidad de animales ni los recursos económicos que le puedan permitir abonar adecuadamente, además de contar con estiércoles suficientes destinados a la preparación del abono fermentado bocashi, otro de los factores están referidos a la dedicación del agricultor en su parcela esto debido a que este agricultor

cuenta con una estrategia que le permite mediar los productos de sus vecinos con los acopiadores a manera de intermediario.

**Fig 9 brotes por tratamiento evaluados a los 50 días de la siembra**



Fuente elaboración propia.

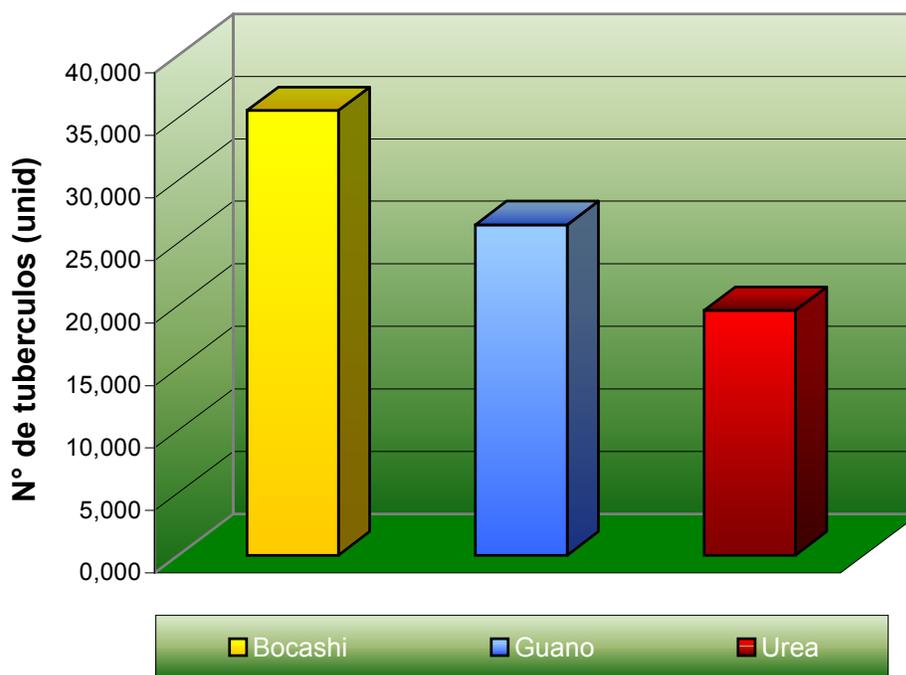
En la Figura ( 9 ) los tres tratamientos muestran una clara diferencia a lo largo del periodo de desarrollo de los brotes, donde se ve claramente como los tratamientos a los cuales se les aplico Abonos orgánicos fermentados (bocashi) muestran diferencias en todo el tiempo que se tomaron los datos de incremento en los brotes, las mayores diferencias se dan con respecto al tratamiento al cual se le aplico UREA y SFT, la diferencia radica en la capacidad del suelo de retener la humedad necesaria para el desarrollo fisiológico normal del cultivo, la aplicación de abonos orgánicos fermentados (bocashi) permiten una mayor permanencia de la humedad en el suelo en relación al estiércol y obviamente a los fertilizantes sintéticos de origen químico que al no contar con una estructura adecuada para la manutención de la humedad del suelo lixivian sus nutrientes hacia las capas mas profundas debido a que la ausencia de arcillas y materia orgánica muestran una mala capacidad de adsorción del complejo

arcillo humico, a esto se suma la evaporación de los nutrientes por evapotranspiracion, situación que ocurre al no contar con las características anteriormente descritas.

#### 4.2.5. Tubérculos por planta:

El numero promedio del total de los tubérculos muestran diferencias significativas entre tratamientos acorde a una muestra y media de la cantidad de tubérculos hallados por planta, estimándose un promedio de 35 tubérculos en una planta a la cual se le aplico abono orgánicos fermentados Bocashi y de 19 tubérculos en aquellas plantas que se sometieron al tratamiento de fertilización sintética con UREA + SFT, en tanto las plantas sometidas a fertilización con estiércol se hallan con promedios 25 tubérculos resultado, de estos resultados se puede deducir que nos encontramos en suelos en procesos de degradación debido a la intensa aplicación de fertilizantes sintéticos.

**Fig 10** Numero de tubérculos por planta



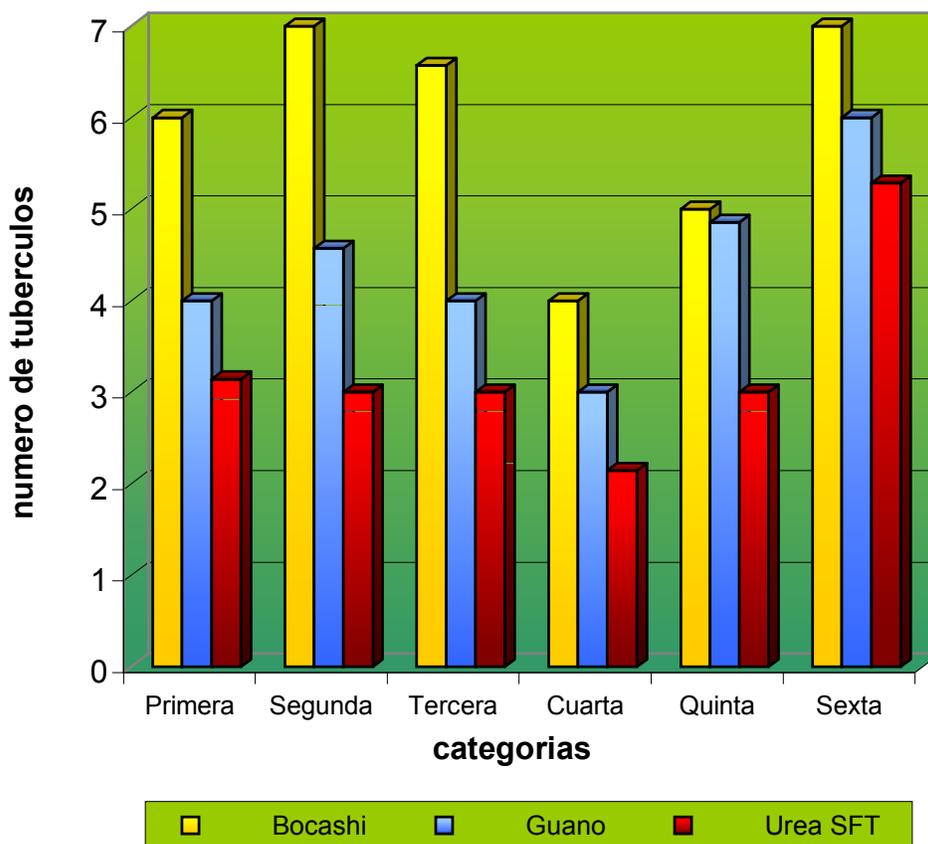
Fuente elaboración propia

## Numero de tubérculos por categoría

La importancia de este análisis radica en la cantidad de tubérculos comerciales, y en especial se debe hallar estos resultados, con el propósito de demostrar si el uso de abonos orgánicos fermentados Bocashi permiten generar recursos económicos que le permitan a los agricultores mejorar la rentabilidad de los sistemas de producción agrícola y de esta manera permitir que se genere procesos de replicación i se diera el caso.

El número de tubérculos por categoría muestra a las parcelas a las cuales se les aplicaron abonos orgánicos fermentados Bocashi con promedios superiores a los otros dos tratamientos, en especial en aquellas categorías de orden comercial en tanto las parcelas sometidas a los tratamientos de fertilización sintética (UREA + SFT) en todos los casos se hallan con resultados inferiores incluso a las parcelas sometidas al tratamiento de estiércol.

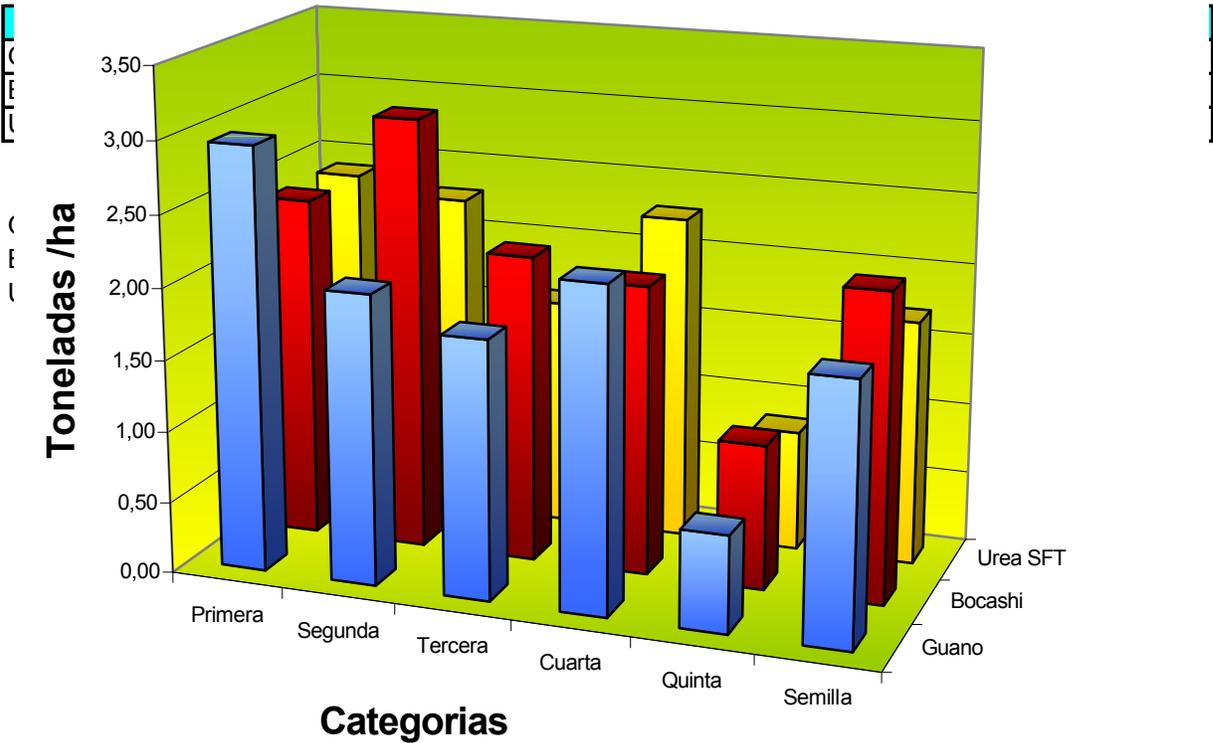
**Fig 11 Numero de tubérculos por categoría**



De todos los análisis de Varianza realizados para las distintas categorías de tubérculos que se muestran en los anexos se puede inferir de manera general que las parcelas sometidas al tratamiento de abonos orgánicos fermentados Bocashi al cu1 fue el que se comportó mejor en relación a los otros dos tratamientos esto nos muestra la figura 12 donde se ve marcadas diferencias en cada uno de los tamaños de tubérculos, estableciéndose un mejor a porte a la producción de cada unidad experimental.

**Rendimiento en tn /ha**

**Fig 12 Rendimiento en tn / ha por tamaño de tubérculos**



Fuente: Elaboración Propia

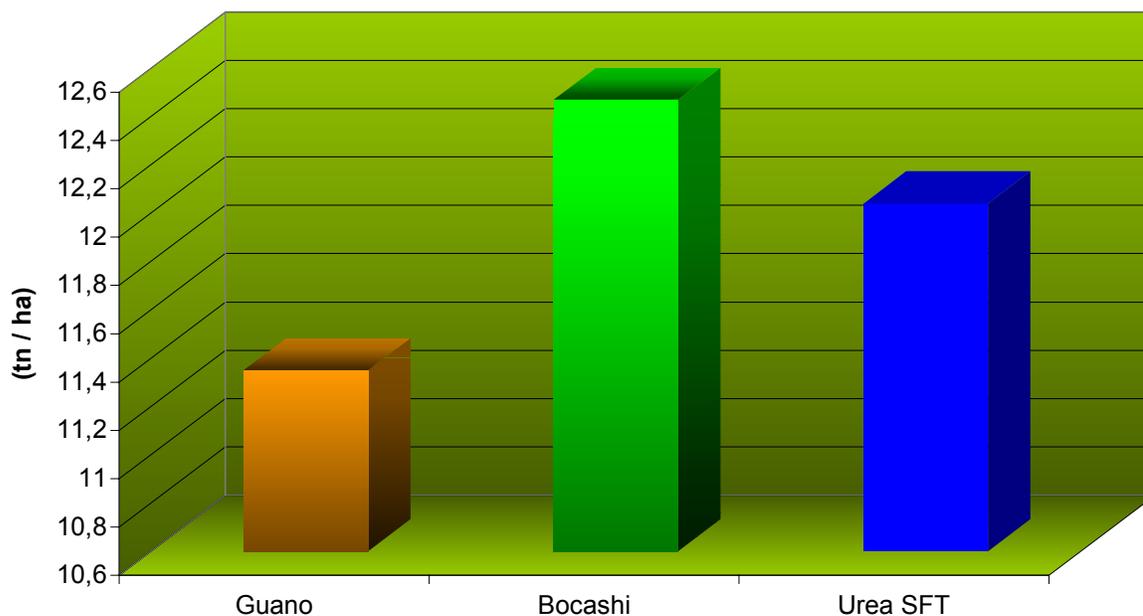
Por los resultados de rendimiento hallados y por el número de tubérculos encontrados por unidad experimental podemos asumir que ambos no tienen relación alguna entre rendimiento y número de tubérculos encontrados por planta, asimismo esto nos da herramientas para determinar que así como

la nutrición de las plantas es de suma importancia el manejo al cual esta sometido, esto debido a que los rendimientos encontrados en parcelas a las cuales se les aplicaron solamente estiércol como se hizo antes de implementar técnicas vinculadas a la agricultura ecológica como es la nueva tendencia muestran resultado bajos especialmente en la segunda categoría del cultivo en relación a las parcelas a las cuales se les aplico abonos orgánicos fermentados bocashi, por otro lado los resultados que se hallan para la primera categoría muestran incrementos superiores por parte de los tratamientos a los cuales se les sometió a fertilización a base de estiércol con promedios de 2,75 tn / ha.

Por otro lado tanto las parcelas sometidas a fertilización orgánica con Bocashi y las parcelas sometidas a una aplicación de estiércoles muestran mejores resultados en la primera y segunda categoría respectivamente aspecto que hace que este tipo de fertilización sea mas aceptada por los agricultores.

### Rendimiento por tn / ha

**Fig 13 Rendimientos por tn / ha**



Fuente: elaboración propia

SARA (2001) reportó que los rendimientos por hectárea para cultivos de papa bajo practicas de cultivo agroecologicas se encuentran en el orden de 32.2 tn/ha, así mismo el INIAP (1998) hace conocer que los cultivos de papa bajo practicas de fertilización optimas van desde las 26.1 tn/ha hasta las 50 tn/ha,

Los resultados hallados en el experimento participativo muestran rendimientos de 12.47 tn/ha para las parcelas a las cuales se les aplicaron abono orgánicos fermentados Bocashi seguida de 12.04 tn/ha a las parcelas a las cuales se les aplicaron Urea + SFT y por último se encuentran las parcelas a las cuales se les aplicaron solamente estiercol con 11.35 tn/ha. Como se puede observar los resultados obtenidos se encuentran por debajo de los reportados por el proyecto SARA y el INIAP pero contrariamente estos resultados son mas alentadores cuando se reporta un rendimiento de 3.5 tn/ha para la comunidad en estudio por el CIPCA (2001).

Es sin duda el manejo al cual esta sometido el cultivo el que determina el incremento de los rendimientos dentro el sistema de producción familiar a si mismo el obtener rendimientos satisfactorios permitirán de alguna manera reducir los procesos migratorios de las familias hacia la ciudad.

### 4.3. ANÁLISIS ECONOMICO DE LAS TECNOLOGÍAS PROPUESTAS

#### 4.3.1. Costos de implementación de las propuestas en Experimentación:

##### 4.3.1.1. Costos de Insumos:

**Cuadro 27: Costos de insumos por tratamiento**

Detalle	Unidad de medida	Precio unitario (bs)	TRATAMIENTOS					
			Bocashi		Guano		UREA + SFT	
			Q	PT	Q	PT	Q	PT
Semilla	qq	120,00	1,82	218,40	2,02	242,40	2,04	244,80
Guano	kg	0,11	0,00	0,00	564,24	62,07	0,00	0,00
Bocashi	kg	0,55	455,57	250,56	0,00	0,00	0,00	0,00
Urea	kg	2,39	0,00	0,00	0,00	0,00	23,62	56,45
Superfosfato triple	kg	2,50	0,00	0,00	0,00	0,00	10,21	25,53
Caldo de Azufre	lts	0,26	13,14	3,42	0,00	0,00	0,00	0,00
Karate	lts	280,00	0,00	0,00	0,13	36,40	0,14	39,20
Caldo Bordeles	lts	0,35	6,57	2,30	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Costo total de Insumos</b>			<b>474,68</b>		<b>340,87</b>		<b>365,98</b>	

Fuente: Elaboración propia

Los costos de insumos del experimento denotan marcadas diferencias, esto se debe a que las cantidades en costo total muestran a las parcelas aplicadas con abonos orgánicos fermentados (Bocashi) con una mayor relación de costo que aquellas parcelas a las cuales se les aplicaron (Estiercol) y (UREA + SFT) respectivamente, siendo las parcelas tratadas bajo una fertilización en base a estiércol aquellas que demandaron menor costo de insumos .

La implementación de abonos orgánicos (bocashi) en las parcelas sin duda requirieron de mayores costos de insumos en su implementación esto por criterios recomendados y utilizados en otros países en cuanto a las cantidades de bocashi que requieren los cultivos, en cambio las parcelas a las cuales se les aplicaron (Estiércol) y (UREA + SFT) respectivamente se las realizaron acorde a los criterios que se apegan al conocimiento tradicional, y usos y costumbres que la comunidad tiene, los cuales se hallan muy vinculados con los factores económicos, lo que influyo directamente sobre los costos de implementación de los insumos empleados en la producción de papa.

Los costos de insumos para la aplicación de plaguicidas durante el desarrollo del cultivo se centraron en dos criterios de aplicación, el primero en el conocimiento tradicional de aplicaciones de agroquímicos para combatir plagas, donde el plaguicida mas usado es el Karate por su alta efectividad y al cual solamente es requerido cuando aparecen plagas como el gorgojo de los andes (*Premnotripes vorax*), durante el ciclo de desarrollo del cultivo se requirió realizar una sola fumigación la cual se realizo a principios de enero, en tanto la agricultura orgánica la cual se pretende introducir como alternativa dentro la comunidad como practica tradicional requiere de mayores frecuencias por el carácter preventivo que diferencia a la agricultura tradicional de esta, estos plaguicidas fueron elaborados dentro la comunidad con insumos de fácil accesibilidad en los mercados locales además de contar con costos mucho menores que los químicos utilizados en las prácticas tradicionales.

**Tanto los plaguicidas utilizados en las parcelas sometidas a fertilizacion con estiércol y fertilizantes sintéticos (UREA + SFT) responden a un conocimiento tecnológico que en los últimos años se transformo en tecnología tradicional en toda la región productora de papa del municipio, por otro lado los costos de los fertilizantes sintéticos y estiércoles son de origen externo lo que demanda un gasto económico para su adquisición , lo que no ocurre con el abono Bocashi que incluso efectiviza los recursos con los que cuenta el sistema de producción.**

### 4.3.1.2. Costos en mano de obra

**Cuadro 28. Costos en mano de obra**

Detalle	Unidad de medida	Precio unitario (bs)	TRATAMIENTOS					
			Bocashi		Guano		UREA + SFT	
			Cantidad	Costo Total	Cantidad	Costo Total	Cantidad	Costo Total
Preparación de abono	Jornal	23,57	0,41	9,66	0,00	0,00	0,00	0,00
Rastreado	Jornal	25,71	1,64	42,16	1,64	42,16	1,64	42,16
Nivelado	Jornal	25,71	0,79	20,31	0,79	20,31	0,79	20,31
Siembra	Jornal	25,71	2,00	51,42	2,00	51,42	2,00	51,42
Aporque	Jornal	20,00	2,07	41,40	2,07	41,40	2,07	41,40
Fumigado	Jornal	18,57	1,21	22,47	0,93	17,27	0,89	16,53
Riego	Jornal	9,71	2,64	25,63	2,64	25,63	2,64	25,63
Cosecha / selección	Jornal	20,43	5,64	115,23	5,64	115,23	5,64	115,23
Transporte	Jornal	23,57	2,86	67,41	2,86	67,41	2,86	67,41
Venta	Jornal	20,71	4,00	82,84	4,00	82,84	4,00	82,84
<b>Gasto total en Mano de obra y bolivianos</b>			<b>23,26</b>	<b>478,54</b>	<b>22,57</b>	<b>463,68</b>	<b>22,53</b>	<b>462,93</b>

Fuente: Elaboración propia

La tabla de análisis económico para los jornales empleados en la producción de papa, no muestra mayores diferencias con respecto a los jornales empleados para cada tratamiento, esto cuando las labores de cultivo se realizan bajo practicas convencionales y tradicionales, mostrando una diferencia no tan significativa cuando la producción de papa se la realiza con abonos orgánicos fermentados Bocashi la cual requiere de mayor inversión en mano de obra, lo que confirma los resultados presentados por el proyecto SARA cuando hace referencia a los costos de mano de obra para la producción de papa.

Por otra parte los costos por jornal varían de una labor a otra y debido a los ingresos de cada agricultor, y a la relación social dentro y fuera de la comunidad, donde los pagos incluso llegan desde el pago en dinero, pasando por el pago en productos e incluso el pago en prácticas ancestrales como el ayini y la minka que sin duda alguna aun se encuentra en practica dentro las relaciones familiares de las comunidades del municipio de Ayo Ayo.

De modo general se hace relación de que los costos en insumos son superiores para las parcelas a las cuales se les aplicaron abonos orgánicos fermentados Bocashi en relación a los otros dos tratamientos, en tanto los costos en mano de obra no muestran diferencias significativas entre tratamientos.

#### 4.31.3. Rendimientos y beneficios brutos de producción

**Cuadro 29. Beneficios brutos de la producción**

Detalle	Unidad de medida	Precio unitario (bs)	TRATAMIENTOS					
			Bocashi		Guano		UREA + SFT	
			Sup (0,091 ha)		Sup (0,100 ha)		Sup ( 0,102 ha)	
			Cantidad	Precio Total	Cantidad	Precio Total	Cantidad	Precio Total
Primera	qq	72,86	5,07	369,40	6,14	447,36	3,50	255,01
Segunda	qq	58,57	9,57	560,51	4,29	251,27	4,14	242,48
Tercera	qq	47,14	6,54	308,30	5,71	269,17	5,24	247,01
Cuarta	qq	26,43	3,43	90,65	3,86	102,02	3,27	86,43
Quinta	qq	10,57	1,75	18,50	1,61	17,02	1,63	17,23
Semilla	qq	91,43	5,95	544,01	4,21	384,92	3,71	339,21
Cantidades y beneficios Obtenidos			32,31	1891,37	25,82	1471,75	21,49	1187,36
<b>Rendimiento Productivo (qq / ha)</b>			<b>355,05</b>		<b>258,20</b>		<b>210,69</b>	
<b>Rendimiento Productivo (tn / ha)</b>			<b>16,33</b>		<b>11,88</b>		<b>9,69</b>	

Fuente: Elaboración propia

La cantidad de producto obtenido en el presente trabajo de investigación participativa muestra mayores rendimientos productivos en las parcelas aplicadas con abonos orgánicos fermentados (Bocashi), seguido de las parcelas a las cuales se aplicaron guano y en ultimo lugar las parcelas con UREA y SFT, y del mismo modo los beneficios por venta del producto son mayores en las parcelas con bocashi seguido de las parcelas con guano y por último las parcelas aplicadas con (UREA + SFT).

Así mismo se nota un mayor rendimiento productivo en aquellos tubérculos de segunda categoría especialmente en las parcelas a las que se les aplico abonos fermentados Bocashi, este tipo de tubérculos trae mayores réditos económicos debido a que es una de las categorías mas requeridas por los consumidores.

En cuanto a la primera categoría el tratamiento que trae consigo mayores rendimientos son aquellas parcelas a las cuales se les aplicaron guano pero que no tiene mayor diferencia con las parcelas con bocashi y si en comparación a las parcelas a las que se le aplicaron UREA y SFT.

Un relacionamiento directo para obtener que nos permitira determinar que oportunidad de cambio se tiene respecto a la producción esta la cantidad de fertilizante esta usado y cual el rendimiento productivo se tiene.

Lo cual nos muestra que existe un mayor rendimiento cuando la aplicación de abonos organicos Bocashi

#### 4.3.1.4. Beneficio neto de la producción:

**Cuadro 30 Beneficios netos de producción**

	<b>Bocashi</b>	<b>Guano</b>	<b>Urea + SFT</b>
<b>Costos de producción</b>	<b>953,22</b>	<b>804,55</b>	<b>828,91</b>
Insumos	474,68	340,87	365,98
Mano de Obra	478,54	463,68	462,93
<b>Beneficio bruto</b>	<b>1891,37</b>	<b>1471,75</b>	<b>1187</b>
beneficio por venta	1891,37	1471,75	1187
<b>Beneficio neto</b>	<b>938,15</b>	<b>667,2</b>	<b>358,09</b>

Fuente Elaboración propia

#### 4.3.1.5. Relación Beneficio Costo:

**Cuadro 31. Relación beneficio costo**

	<b>Bocashi</b>	<b>Guano</b>	<b>UREA + SFT</b>
<b>R: B / C=</b>	<b>1,98</b>	<b>1,83</b>	<b>1,43</b>

La relación beneficio costo como se observa en la tabla de beneficios y costos muestran un mayor beneficio en las parcelas a las que se les trata con bocashi y un menor beneficio en las parcelas a las cuales se les aplica UREA + SFT, lo que demuestra mayor ingreso si se pretende que el agricultor tome como alternativa de producción el uso de fertilizantes orgánico fermentados (Bocashi)

## VI CONCLUSIONES

Los cultivos de papa para las familias de Callamollo son de primordial importancia ya que son uno de los cultivos que absorbe mayor mano de obra y atención en relación a otros productos cultivados, debido a que es base de su alimentación y ser el principal cultivo que permite una relación no solo social sino económica con otros pisos ecológicos, cabeceras de valle y valle de las provincias Aroma y Loayza y mercados urbanos y rurales que se encuentran a lo largo del altiplano central del departamento de La Paz.

A comienzos del 2000 los sistemas de producción en el municipio de Ayo ayo especialmente en las comunidades que se encuentran en las cabeceras de valle estuvieron en procesos de degradación acelerada, debido a factores tales como: el uso de agroquímicos, tenencia de tierra, reducción de los recursos hídricos, reducción de los animales, y pérdida de la biodiversidad.

La creciente población y el hecho de acceder a pocos terrenos hace que muchas familias opten por la migración y la habilitación de aynocas que en muchos de los casos no cumplen con las normas de capacidad de uso de los suelos y de esta manera provocando una aceleración de este recurso tan primordial para la actividad agrícola y pecuaria.

Los sistemas de producción familiar en las familias en estudio muestran tendencias al monocultivo debido a la baja demanda en la variabilidad de otros productos por parte de la población urbana, efecto que se traduce en el cansancio de la tierra, la reducción de agua de riego y la proliferación de plagas, efectos que van atentando simultáneamente a la estabilidad de las familias de agricultores de la región.

El monocultivo que en los últimos tiempos se esta acelerando de gran manera especialmente con cultivos de papa, debido a que es uno de los cultivos tradicionales para el consumo y del cual su demanda va creciendo cada vez mas, requiere de nuevas técnicas agrícolas que coadyuven a conservar los suelos y por ende los sistemas de producción agrícola y pecuaria, estamos seguros que la elaboración de compost Bocashi tiene como principal objetivo recuperar la fauna y folar presente en el suelo.

Las parcelas de papa que son cultivadas con abono Bocashi como principal insumo en la fertilización de estos, presentan mayores rendimientos en cuanto a papa comercial, en tanto aquellos cultivos de papa que se siguen cultivando de manera convencional vienen bajando sus rendimientos.

Las características cualitativas y cuantitativas de la producción de papa ecológica permite un mayor aceptación por parte de los agricultores a cambiar las tradicionales formas de fertilización de los cultivos.

Los rendimientos del cultivo de papa permiten mayores ingresos económicos, siendo estos económicamente inviables en mano de obra que demanda.

Los costos de producción al realizar una producción agroecológica son menores en relación a los costos de una producción con químicos, es por ello que se justifica la implementación de estas prácticas y técnicas agrícolas en la agricultura.

El hecho de producir especialmente papa bajo prácticas de cultivo agroecológicas no significa que este cultivo incremente su precio.

La estrategia de uso de recursos humanos para la protección de suelos en esta parte del municipio requería de compromiso por parte de las familias es por ello que se vio la necesidad de implementar nuevas técnicas de fertilización que permitan al agricultor obtener mayores rendimientos productivos. de la incorporación de nuevas estrategias para mostrar al agricultor las ventajas que tiene el realizar una agricultura ecológica

La producción de papa se incremento en las familias con las que se trabajo de manera participativa.

La estabilidad de los suelos estructuralmente mejoro en las parcelas de las familias participantes del ensayo lo que estamos seguros esta construyendo sostenibilidad de los agroecosistemas de producción.

Los incesantes abusos de los recursos naturales esta llevando a las comunidades rurales a una espiral donde la economía y principalmente la seguridad alimentaría va decreciendo, y para revertir esto es necesario enfrentar urgentemente el problema de la degradación y perdida de los recursos naturales, con la adopción de prácticas y técnicas integrales en agricultura conservacionista las cuales estamos seguros pueden reducir e invertir esas tendencias.

De todo lo anteriormente señalado se puede deducir que la agricultura ecológica no pretende eliminar a las personas para que esta entre en equilibrio sino pretende aprovechar los recursos naturales de manera responsable para atender las necesidades de las personas, aunque esto represente cambiar totalmente las prácticas productivas convencionales

El estiércol y la fertilización química son la única forma de fertilización que se usa en la comunidad, donde dos parámetros como la tenencia de recursos pecuarios y el dinero con la que cuenta una familia determina la cantidad de superficies de cultivos que se sembraran durante la gestión agrícola

El interés por conservar y producir de mejor manera los cultivos proviene de familias pobres, que cuenta con pocos recursos económicos como para realizar inversiones fuertes en la adquisición de insumos para el cultivo de papa, limitando la producción solo al autoconsumo .

El incremento de biomasa en los cultivos de papa con la implementación de abono bocashi llegaría a permitir obtener un insumo de mejores características cuali y cuantitativas no solo para la alimentación del ganado sino también para la producción de abonos fermentados.

## VII RECOMENDACIONES

Establecer a la comunidad de Callamollo como línea base para determinar los efectos de las tecnologías aplicadas en agricultura ecológica, e implementar mayor espacio de trabajo organizativo y operativo hacia las familias que trabajan en la comunidad.

Establecer políticas que permitan una gestión armónica en el conjunto de los sistemas agropecuarios y no generar políticas donde todo se vea como malo para la preservación del medio ambiente y el desarrollo sostenible de los sistemas agropecuarios.

Evaluar el cambio de actitud de los agricultores respecto a la adaptación de nuevas tecnologías agro ecológicas dentro las familias de la comunidad y el municipio.

Evaluar los rendimientos productivos de diversos cultivos con la aplicación de abonos fermentados sólidos, líquidos y semilíquidos.

Determinar dosis de aplicación óptimas que permitan optimizar el trabajo en la elaboración e incorporación de los abonos de tal manera que se llegué a un mayor rendimiento cualitativo y cuantitativo del cultivo de papa y otros cultivos que involucran los sistemas agrícolas de la zona.

Evaluar los cultivares bajo una fertilización mixta (Orgánica y sintética) de tal manera que se muestre cuales los efectos de cada una de las posibilidades de fertilizar el suelo.

Determinar una metodología dentro los procesos de evaluación económica a nivel académico y a nivel gubernamental y no gubernamental por zonas y tipos de producción de tal modo que los trabajos de análisis económicos permitan una fácil tabulación de datos e interpretación de resultados.

Evaluar los rendimientos productivos y el ingreso neto del cultivo de papa como parte de la oferta de productos orgánicos.

Establecer normas que permitan de alguna manera implementar la producción orgánica de papa en los mercados y otros cultivos dentro los productos orgánicos.

Generar mercados internos de productos orgánicos (papa) como parte del incentivo a familias tradicionalmente productoras.

Determinar los efectos , físicos, químicos y microbiológicos que aportan las tecnologías agro ecológicas y evaluar el efecto de estos sobre el suelo.

## VIII LITERATURA CITADA

- ARNING, I.** 2001. Guía Metodologica para la Investigación Agrícola, Edit. Solvima Graf S.A.C. Lima – Perú. 152 pp.
- ASOCAM** 2003. ¿Que es mas Urgente, el manejo Integrado de plagas o el Manejo Sostenible de Suelos?. Edit. Risper Graf. C.A. Quito Ecuador. 44pp.
- BENZING, A.** 2001. Agricultura Organica, Fundamentos para la region andina. EditorialNeckar-Verlag, Vllingen – Schwenningen. Alemania, 682 pp
- BISHOP, C.E.,** 1991. Introducción al análisis de Economía Agrícola. Editorial LIMUSA S. A. , México, 262pp.
- CARE.** 1998. Experiencias en el manejo Sostenible de los Recursos naturales en los Andes. Edit. MAG. Quito – Ecuador. Pgs. 176 – 180.
- CARE.** 2001. Manual de Practicas Agro ecológicas en los Andes Ecuatorianos. Edit. MAG. Quito- Ecuador pgs. 124-127.
- CARHUATANTA, H..** 2000. El Abono Orgánico Bocashi. Centro de Estudios Solidaridad, Chiclayo Costa Rica. 24 pp.
- CEA.( Centro de Educación Agrícola).** 1997. Agro ecología Tres Opciones Sustentables Propuestas Agro ecológicas en Costa, Sierra y Amazonia Ecuatorianas. Edt, Gráficas Silva. Quito – Ecuador. 150 pp.
- CIMMYT.(Centro de Investigación y Mejoramiento de Maiz y Trigo).** 1988. La Formulación de Recomendaciones a partir de Datos Agronomicos. Edit CIMMYT. México D.F. Pgs. 63 – 70.

**CIPCA**, (Centro de Investigación y Promoción del Campesinado). 2001. Revista anual 2001. La Paz – Bolivia. pp17.

**FAO**. (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación).1995. Manejo del Suelo y nutrición de las plantas en Sistemas Agropecuarios Proyecto Fertiluelos, Edit Sirena Cochabamba – Bolivia. 101 pp

**FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, IFA)**. 2002. Los Fertilizantes y su Uso. Asociación Internacional de la Industria de los fertilizantes. Edt. FAO. 4 edición. Roma. 34 pp.

**GOMERO, L.** 2001: Importancia de la Vida en el Suelo. Agricultura Ecológicamente Apropriadada en los Nades y Protección Vegetal Alternativa. DSE – ZEL. La – Bolivia. Pgs. 31

**IICA**, (Instituto Interamericano de Cooperación a la Agricultura). 2001. COMUNICA Producción Organica. serie de revistas Agroameriica. San Jose – Costa Rica. 68 pp

**INFOAGRO**. 2004. Hortalizas / el Cultivo de la Papa (en linea). Costarica INFOAGRO Disponible en [WWW.infoagro.com/cultivos/hort](http://WWW.infoagro.com/cultivos/hort).

**INE**, (Instituto Nacional de Investigación). 2000. Atlas Estadístico de municipios. La Razon. La Paz- Bolivia. 141pp.

**INIAP**, (Instituto Nacional de Investigación Agrícola y Pecuaria). 1998. Fertilización del Cultivo de Papa. Proyecto fortipapa. Edit. INIAP – PNRT Quito – Ecuador. 42 pp

**KOLMANS, VASQUEZ** . 1996. Manual de Agricultura Ecológica Una Introducción a los Principios Básicos y su aplicación. Edición, SIMAS CICUTEC. Edit. Enlace. Managua – Nicaragua. 219pp

- MILLER, et. al.**. 2000. Probabilidad y Estadística para Ingenieros. Prentice hall Hispano América. México. 622 pp.
- MÜLLER. H.** 2000. Apuntes Agro ecológicos, Plataforma de Agricultura Ecológica Centro americana. Chiapas - Mexico.
- OPPLIGER. H.** 1985. Cultivo de la Papa. Secretaria Nacional de Servicios Departamento de Obra Rural. II Edición. Edit Metodista. La Paz - Bolivia
- PRIMAVESI, A.**1982. Manejo Ecológico del Suelo. Edit El Ateneo. V Edición Buenos Aires – Argentina 450 pp.
- REIJNTJES, C.** 1995. Cultivando para el Futuro Introducción a la Agricultura Sustentable de Bajos Insumos Externos. Edit, Comunidad del sur ISBN. Montevideo – Uruguay.
- SARA.** 2001. Evaluación Económica de la Producción Ecológica de Papa. III Plataforma Nacional de manejo y Conservación de Recursos Naturales. Sucre – Bolivia.
- SIÑANI, W.** 2005. Evaluación Agronómica del Pasto Brsilero (*Phalaris* sp) como Fuente de Forraje y Alternativa en la Conservación de Suelos en el Altiplano Central . Tesis de grado. UMSA. Facultad de Agronomía. La Paz Bolivia. 116 pp
- STEEL, R.;** Torrie, J. 1997. Bioestadística: Principios y Procedimientos. McGraw-Hill/Interamericana de México, S.S. de C.V., México.
- TERRAZAS, J.** 1998. Efecto de la Fertilización Química y abonamiento Orgánico en el Comportamiento del Lacatu ( *Anomala Incontans*) en Papa (*Solanum tuberosum*) en la Provincia Tomina de Chuquisaca; La Paz – Bolivia; 125 pg.
- TOCAGNI, I.** 1986. Producción de Papas; Editorial Albatros, SACI; Buenos Aires – Argentina pp 23 – 51.

**VILLARROEL, A., J.** 1989 Evolución de respuestas de diferentes cultivos a la aplicación abonos Organicos y Fertilizantes Químicos en Ensayos a Largo plazo ( La Tamborada); Serie técnica N° 14 AGRUCO Cochabamba - Bolivia.

**VILLAVICENCIO, R.** 2000. Difundiendo Desarrollo Participativo de Tecnologías en Bolivia y Peru. SEMTA, La Paz- Bolivia. 90 pp.

**WACHHOLTZ. R.** 1999. Aspectos Socioeconómicos para la Promoción de una Agricultura Sostenible. Acervo Técnico en Planificación para el Desarrollo. Edit. Escuela de Artes Gráficas INFOCAL SCZ. Santa Cruz – Bolivia. 70pp.

**WORLD BANK,** 1995. Monitoring Environmental Progress: A Report on Work in Progress, ESD Series, The World Bank, Washintong, D.C..

# **ANEXOS**





## ANEXO 3.

### Diagnostico - Comunidad Callamollo

			<b>Altitud (msnm)</b>
		<b>Cumbre</b>	<b>4200</b>
			<b>4000</b>
			<b>3800</b>
	<b>Callamollo</b>	<b>Ventilla</b>	<b>3600</b>
			<b>3400</b>
	<b>Llojeta</b>		<b>3200</b>
			<b>3000</b>
	<b>Aramani</b>		<b>2700</b>
	<b>Toncoyapu</b>		
	<b>Laurani</b>		
Zona Baja	Zona Intermedia	Zona Alta	
Topografía extremadamente accidentada.	Con depresiones suaves a severas.	Topografía plana propia del altiplano paceño.	<b>Topografía</b>
Suelos de textura franco y limosa.	Suelos con predominancia de textura franco arenoso y franco arcilloso.	Presencia de afloramientos rocosos, con suelos de textura franco arenoso.	<b>Suelos</b>
Maíz, papa, hortalizas, frutales, oca, flores, alfalfa.	Papa, hortalizas, flores, oca.	Papa, oca, cebada, trigo.	<b>Cultivos</b>
-	Bovino, ovino, caprino, porcino, aves (gallina, pato, pavo).	Ovino, caprino	<b>Ganadería</b>
Mutu mutu, molle, lantén, jamillo, pega pega, santa maria, huaylla, cactus, keñua, cupy.	Keñua, leche leche, k' oa,	lchu, thola, achacana, chuachua.	<b>Flora</b>
Venado, vivora, buho, raton, zorro, zorrino.	Vivora, buho, raton, zorro, zorrino.	Vivora, aguilta, raton, zorro, zorrino.	<b>Fauna</b>
Existen vertientes, las que aprovisionan de agua todo el año.	Cuenta con agua durante todo el año, durante los meses de sequia rebajan los caudales haciendo pobre la agricultura en cultivos que requieren mas de este recurso	Presencia de bofedales y kotas de origen natural.	<b>Recursos hídricos</b>
Tanques de almacenamiento de agua para riego y refugios temporales.	Tanques de almacenamiento, tanto para el uso domestico como para riego, escuela, parroquias, sede social, letrinas y viviendas de adobe y paja.	Presencia de casas, cuyo objetivo es hacer de casas temporales, las cuales son utilizadas como albergue para el ganado de pastoreo	<b>Infraestructura</b>

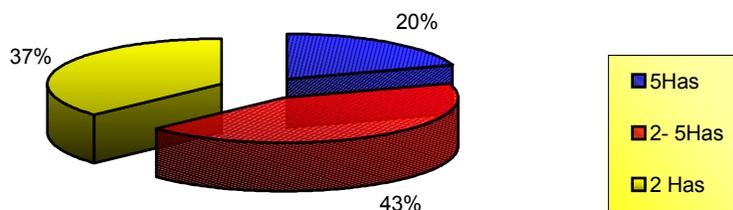
## ANEXO 4.

### Jerarquización Social de las Familias de la Comunidad de Callamollo

Tenencia de Tierras (has)			
	Alta	Media	Baja
	Lucio Quispe	Miguel Castillo	Vicente Flores
	Pablo Flores	Gregorio Quispe	Marcelino Castillo
	Justo Quispe	Armando Flores	Andres Castillo
	Donato Quispe	Catalina Mamani	Tito Colque
	Felix Quispe	Lorenzo Castillo	Octavio castillo
	Greforio Flores	Feliciano Castillo	Demetrio Flores
	Rogelio Mamani	German Flores	Edgar Castillo
		Lucila Taco	Federico Flores
		Luis Flores	Gualberto Quispe
		Alfredo Mamani	Felix Flores
		Genaro Flores	Javier Castillo
		Eugenio Flores	Gualberto Castillo
		Sebastián Castillo	Basilio Flores
		Esteban Flores	
		Victor Hugo Flores	
N° de Familias	7	15	13
% de tenencia de tierras	20	43	37

Fuente: Siñani W. (2001)

#### Tenencia de Tierras en la comunidad de Calamollo



## Anexo 5.

### Aportes de los agricultores en la producción de papa bajo sistemas al partir

Aportes contribuyentes	Mano de obra	Yunta	Insumos
Propietario	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Siembra.</li> <li>• Cosecha.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tierra (terreno).</li> <li>• Semilla.</li> </ul>
Arrendador	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Preparación del terreno.</li> <li>• Siembra.</li> <li>• Labores culturales.</li> <li>• Cosecha.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Preparación del terreno.</li> <li>• siembra</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estiércol.</li> <li>• Semilla</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia.

## ANEXO 6.

### Estructura familiar

Familia	N° de miembros	Edades de los miembros de la familia (años)											Ciclo vital de la familia		
		Padre	Madre	Hijos varones					Hijas mujeres						
				1	2	3	4	5	1	2	3	4		5	
Est-Flo	5	42	39	14						19	13				Estable
Fed-Flo	6	31	33	6						8	11	12			En formación
Dem-Flo	5	35	34	4	2					6					En formación
Hug-Flo	4	27	24	2	0.5										En formación
Bas-Flo	5	34	31	9						5	3				En formación
Rob-Mam	6	30	29	9	7	5									En formación

Fuente: Elaboración propia

## ANEXO 7

### Superficie Total, Tamaño y formas de acceso a las tierras cultivadas.

Familias	Superficie total (ha)	Numero total de parcelas	Tamaño de parcelas						Formas de acceso					
			Pequeño < a 200 m <sup>2</sup>		Mediano 200 – 500 m <sup>2</sup>		Grande > 500 m <sup>2</sup>		Herencia		Compra		Arriendo	
			N°	%	N°	%	N°	%	N° Parc	Sup. ha	N° Parc	Sup. ha	N° Parc	Sup. ha
Est-Flo	4.050	14	5	35.71	4	28.57	5	35.71	14	4.050	-	-	-	-
Fed-Flo	1.080	13	7	53.84	2	15.38	4	30.76	12	1.035	-	-	1	0.045
Dem-Flo	1.050	9	3	33.33	3	33.33	3	33.33	9	1.050	-	-	-	-
Hug-Flo	3.480	8	4	50.00	1	12.50	3	37.50	8	3.480	-	-	-	-
Bas-Flo	1.065	12	4	33.33	4	33.33	4	33.33	12	1.065	-	-	-	-
Rob-Mam	1.076	10	3	30.00	4	40.00	3	30.00	8	1.051	-	-	2	0.025

Fuente: Elaboración Propia

## ANEXO 8.

### Superficies en estudio por familias

Familia	Superficie Cultivada (ha)	Superficie m <sup>2</sup> / Tratamiento			Superficie en observación m <sup>2</sup>	Superficie promedio m <sup>2</sup>
		Bocashi	Urea + SFT	Guano		
Est-Flo	1.200	900.000	750.000	900.000	2550.000	850.000
Fed-Flo	0.900	700.000	800.000	850.000	2350.000	783.333
Dem-Flo	0.850	750.000	760.000	720.000	2230.000	743.333
Hug-Flo	0.397	628.000	698.000	820.000	2146.000	715.333
Bas-Flo	0.650	800.000	789.000	833.000	2422.000	807.333
Rob-Mam	0.760	600.000	850.000	900.000	2350.000	783.333

Fuente : Elaboración propia

## ANEXO 9

### Tenencia de recursos de las familias muestra

Familia	Nivel Económico	Composición familiar		Tenencia de tierra (m <sup>2</sup> )	Tenencia de animales (N°)					Total cabezas
		N° de miembros	Mano de obra disponible		Ovinos	Bovinos	Equinos	Porcinos	Cuyes	
Est-Flo	Medio	5	3	4.050	10	3	3	-	-	16
Fed-Flo	Bajo	6	3	1.080	25	2	3	-	15	45
Dem-Flo	Bajo	5	2	1.050	-	3	3	-	-	6
Hug-Flo	Medio	4	2	3.480	-	3	2	1	-	6
Bas-Flo	Bajo	5	3	1.065	5	2	1	-	-	8
Rob-Mam	Bajo	6	3	1.076	-	-	2	-	25	27

## **ANEXO 10**

Distribución de los tratamientos en el espacio

## ANEXO 11

Influencia de los abonos orgánicos en las propiedades físicas y químicas de los suelos

<b>Relación C/N Inicial</b>	<b>Menor a 30</b>	<b>30 - 50</b>	<b>Mayor a 50</b>
<b>Tipo de fertilizante</b>	Solo estiércol	Estiércol con paja y aserrín desechos orgánicos caseros	Paja, aserrín, malezas maduras
<b>Actividad biológica</b>	Baja	Alta	Baja
<b>Perdida de Nitrógeno</b>	Alta	Relativamente baja	Mínima
<b>Reducción de MO</b>	Baja	Mediana	Alta

<b>Estructura</b>	<b>Demasiado fina</b>	<b>Equilibrada</b>	<b>Demasiado gruesa</b>
<b>Tipo de M O</b>	Césped, gallinaza fresca, desperdicios de cocina	Estiércol con paja, desperdicios caseros con maleza	Pajas, ramas, troncos.
<b>Aireación</b>	Insuficiente	Buena	Excesiva
<b>Humedad</b>	Excesiva	Buena	Difícil de conservar
<b>Actividad biológica</b>	Inicialmente alta después se bloquea (falta oxígeno)	Alta	Baja
<b>Calidad del estiércol</b>	La falta de aire perjudica el proceso de fermentación	Buena	El tiempo que dura el fermento es elevado (N eliminado)

<b>Humedad</b>	<b>Menor a 50 %</b>	<b>50 – 70 %</b>	<b>Mayor a 70 %</b>
<b>Estimación en campo</b>	Terrones desagregados	Adhesión de partículas del suelo	Encharcamiento (barro)
<b>Aireación</b>	Excesiva	Buena	Insuficiente
<b>Actividad biológica</b>	Temperatura elevada insuficiente actividad	Baja	Parcialmente anaeróbica

## ANEXO 1

### *Vista panoramica de la comunidad*



*Parcelas que en su generalidad tienen 950 m2 como promedio*

ANEXO 2

*Elaboración participativa de abonos orgánicos fermentados Bocashi*



## ANEXO 3

### Capacitación y elaboración en la producción de repelentes orgánicos



**Elaboración de repelentes en base a ceniza y jabón**



***Elaboración participativa de caldos de azufre***

## **ANEXO 4**

### **Evaluación del cultivo en la etapa de crecimiento**



**Evaluación participativa del cultivo**



**Levantamiento de información**

III. ANEXO 5

*Cosecha participativa del cultivo*



**Cosecha en predios del señor Federico Flores**



**Selección de papa**

## ANEXO 6

### *Evaluación del rendimiento del cultivo*



***La familia de Federico Flores muestra los resultados de la producción***



**Familias satisfechas por los resultados**

