

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA**

**MOLINA**

**FACULTAD DE AGRONOMIA**



**TRABAJO DE TESIS TITULADO:**

EVALUACIÓN DEL SISTEMA DEL CULTIVO DE PAPA

(*Solanum tuberosum* L.) EN LA COMUNIDAD CAMPESINA DE ARAMACHAY  
(SINCOS, JAUJA, JUNÍN)

**ALUMNO**

**GIAN QUISPE GARIBAY**

## RESUMEN

La presente investigación fue desarrollada en la comunidad campesina de Aramachay (distrito de Sincos, provincia de Jauja), durante la campaña 2004-2005. Los objetivos fueron caracterizar y analizar las diferentes prácticas culturales, insumos y actividades relacionadas al almacenamiento, manejo y uso de la materia orgánica que los agricultores aplican en el cultivo de papa; y evaluar el efecto de las diferentes dosis de fertilización y la aplicación de materia orgánica en el balance de nitrógeno del mismo cultivo. La información fue obtenida a través de talleres participativos, y visitas periódicas a 33 parcelas distribuidas en las diferentes zonas agroecológicas de la comunidad. El área de cada parcela de papa fue medida al momento de la siembra y los insumos empleados en esta actividad fueron pesados. Durante la campaña del cultivo de papa (desde inicios de octubre del 2004 a inicios de mayo del 2005), las parcelas seleccionadas fueron visitadas con una frecuencia de al menos de dos veces al mes, para evaluar y registrar los insumos aplicados durante la misma. La cantidad de mano de obra fue registrada en términos de horas efectivas de trabajo durante toda la campaña. Al momento de cosecha, el rendimiento del cultivo, la producción de materia seca y la extracción de nitrógeno por los tubérculos en cada parcela de papa fueron determinados para determinar la cantidad de nitrógeno que el cultivo de papa ha extraído y determinar el balance de nitrógeno en el sistema.

Los datos obtenidos fueron analizados haciendo uso de parámetros descriptivos (valor mínimo, máximo, promedio; desviación estándar, y coeficiente de variabilidad).

El periodo de siembras del cultivo de papa en la comunidad de Aramachay durante la campaña 2004 – 2005 se concentró entre el 15 de Octubre y el 30 de Noviembre. La actividad que requirió mayor cantidad de mano de obra fue la cosecha con 36 jornales, seguida de la siembra con 20 jornales, el aporque con 18 jornales y finalmente el desmalezado con 17 jornales por hectárea. La cantidad de mano de obra que no es remunerada con dinero represento el 67% y la procedencia de la mano de obra masculina fue de 80%. La variedad más sembrada fue Yungay, la cual representó un 83% del área en estudio.

Las dosis de la aplicación de nitrógeno fósforo y potasio fertilizante utilizadas tuvieron un promedio de 133 – 150 – 110 Kg/Ha, respectivamente. La dosis promedio de aplicación de materia orgánica fue de 10,962 Kg/Ha.

El manejo de la materia orgánica es de vital importancia para el sistema de cultivo de papa en la comunidad, porque todas las parcelas aplicaron este insumo en el momento de la siembra y el manejo que se le da antes de ser aplicado al suelo (aproximadamente de 2 a 3 meses) constituye una de las herramientas esenciales.

El nitrógeno total disponible en el sistema fue analizado mediante un balance al término de la campaña de papa y del siguiente cultivo de rotación con cebada. En el primer cultivo todas las parcelas estudiadas dejan un residuo de nitrógeno disponible para el siguiente cultivo de rotación. En el siguiente cultivo de la rotación (cebada) el 64 % de las parcelas estudiadas presentó un balance positivo de nitrógeno disponible y el 36 % de las parcelas evaluadas mostró un déficit de nitrógeno. Se concluye que más del 50 % de las parcelas son manejadas conservando la fertilidad del nitrógeno en el suelo.

**Palabras claves:** Labores culturales, fertilización, balance de nitrógeno, manejo materia orgánica

## INDICE

|   |          |
|---|----------|
| <b>1. INTRODUCCIÓN</b>  | <b>1</b> |
| <b>2. OBJETIVOS</b>   |          |
| 2.1.    Objetivo general  | 2        |
| 2.2.    Objetivos Específicos   | 2        |
| <b>3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</b>  |          |
| <b>3.1.    El concepto de sistemas y su importancia</b>   | <b>3</b> |
| 3.2.    Aspectos esenciales de un sistema   | 4        |
| 3.3.    Zonas agroecológicas del valle del Mantaro  | 5        |
| 3.3.1.    Zona agroecológica baja (3000-3500 m.s.n.m)   | 5        |
| 3.3.2.    Zona agroecológica intermedia (3500-4000 m.s.n.m)                                     | 6        |
| 3.3.3.    Zona agroecológica alta (3950-4250 m.s.n.m)   | 6        |
| 3.4.    Sistemas de rotación de cultivos  | 9        |
| 3.5.    Materia Orgánica del Suelo  | 10       |
| 3.5.1.    Importancia de materia orgánica del suelo   | 12       |
| 3.5.2.    Efecto de la materia orgánica sobre las propiedades<br>físicas, químicas y biológicas | 12       |
| 3.6.    Tipos de abonos orgánicos   |          |
| 3.6.1.    Materia orgánica de origen vegetal  | 14       |
| 3.6.2.    Compost   | 14       |
| 3.7.    Materia orgánica de origen animal   |          |
| 3.7.1.    Estiércol   | 15       |
| 3.7.2.    Composición química del estiércol   | 15       |
| 3.7.3.    Producción de estiércol por animales  | 18       |
| 3.8.    Nitrógeno en el suelo   | 19       |
| 3.9.    Mineralización del nitrógeno en el suelo  | 19       |
| 3.9.1.    Bioquímica de la nitrificación  | 20       |
| 3.9.2.    Factores que afectan la nitrificación   | 20       |
| 3.9.3.    Consideraciones en la descomposición de la<br>materia orgánica                        | 21       |
| 3.10.    Fertilización en el cultivo de papa  | 22       |
| 3.11.    Funciones de los elementos nitrógeno, fósforo y potasio                                |          |

en la nutrición vegetal

|         |           |    |
|---------|-----------|----|
| 3.11.1. | Nitrógeno | 22 |
| 3.11.2. | Fósforo   | 23 |
| 3.11.3. | Potasio   |    |

24

|       |                                     |    |
|-------|-------------------------------------|----|
| 3.12. | Extracción de nutrientes de la papa | 25 |
|-------|-------------------------------------|----|

#### **4. MATERIALES Y METODOS**

|        |  |    |
|--------|--|----|
| 4.1.   | Ubicación                                    | 29 |
| 4.2.   | Población                                    | 29 |
| 4.3.   | Cultivo                                      | 29 |
| 4.4.   | Materiales                                   | 29 |
| 4.4.1. | Fase de planificación                        | 29 |
| 4.4.2. | Fase de campo y levantamiento de información | 30 |
| 4.4.3. | Fase de laboratorio                          | 30 |
| 4.4.4. | Fase de gabinete                             | 30 |
| 4.5.   | Metodología                                  | 30 |
| 4.5.1. | Fase de planificación                        | 30 |
| 4.5.2. | Fase de campo y levantamiento de información | 31 |
| 4.5.3. | Fase de laboratorio                          | 32 |
| 4.5.4. | Fase de gabinete                             | 33 |
| 4.5.5. | Tratamiento estadístico                      | 33 |

#### **5. RESULTADOS Y DISCUSIONES**

|          |   |    |
|----------|---|----|
| 5.1.     | Característica de los suelos y condiciones climáticas<br>en la comunidad de Aramachay | 34 |
| 5.1.1.   | Características físicas   | 34 |
| 5.1.2.   | Características químicas  | 35 |
| 5.1.3.   | Condiciones climáticas.   |    |
| 5.1.3.1. | Temperatura.  | 35 |
| 5.1.3.2. | Precipitación   | 36 |
| 5.2.     | Descripción del sistema de producción del cultivo de papa<br>en la comunidad          | 37 |
| 5.2.1.   | Preparación del terreno   | 37 |
| 5.2.2.   | Siembra   | 37 |

|          |   |    |
|----------|---|----|
| 5.2.3.   | Semilla   | 38 |
| 5.2.4.   | Variedades sembradas  | 39 |
| 5.2.5.   | Densidad de siembra   | 41 |
| 5.2.6.   | Abonamiento y fertilización   | 42 |
| 5.2.7.   | Desmalezado   | 42 |
| 5.2.8.   | Aporque   | 43 |
| 5.2.9.   | Manejo de insectos  | 43 |
| 5.2.10.  | Manejo de Enfermedades  | 44 |
| 5.2.11.  | Cosecha   | 44 |
| 5.2.12.  | Procedencia de la mano de obra  | 45 |
| 5.2.13.  | Extensión del as parcelas   | 47 |
| 5.2.14.  | Rotación de cultivo   | 48 |
| 5.3.     | Identificar y cuantificar las diferentes fuentes de nutrientes<br>que utilizan para fertilizar el cultivo de papa | 51 |
| 5.3.1.   | Épocas de aplicación de las diferentes fuentes inorgánicas  | 51 |
| 5.3.2.   | Fuentes de nitrógeno inorgánico   | 52 |
| 5.3.3.   | Fuentes de fósforo inorgánico   | 53 |
| 5.3.4.   | Fuentes de potasio inorgánico   | 53 |
| 5.3.5.   | Dosis de Fertilizantes  |    |
| 5.3.5.1. | Dosis de nitrógeno  | 55 |
| 5.3.5.2. | Dosis de fósforo  | 55 |
| 5.3.5.3. | Dosis de potasio  | 56 |
| 5.3.6.   | Aplicación de la materia orgánica   | 56 |
| 5.3.7.   | Dosis de estiércoles aplicados  | 56 |
| 5.3.8.   | Aporte de nutrientes por la materia seca del guano aplicado   | 57 |
| 5.4.     | Descripción del proceso de preparación de materia orgánica<br>en la comunidad de Aramachay                        | 59 |
| 5.4.1.   | Componentes   | 59 |
| 5.4.2.   | Procesos  | 59 |
| 5.4.2.1. | Acumulado   | 60 |
| 5.4.2.2. | Escarbado y picado  | 60 |
| 5.4.2.3. | Apilado y mezclado  | 60 |
| 5.4.2.4. | Fermentado  |    |
|          | 61Traslado a las parcelas   | 62 |

|                 |  |    |
|-----------------|--|----|
| <b>5.4.2.6.</b> | Distribución del abono en campo  | 63 |
| <b>5.5.</b>     | Pérdidas y ganancias relativas de nitrógeno en el cultivo de papa en la comunidad de Aramachay | 64 |
| <b>5.6.</b>     | Fuentes de nitrógeno en el cultivo de papa   | 65 |
| <b>5.6.1.</b>   | Nitrógeno aportado por la materia orgánica del suelo   | 65 |
| <b>5.6.2.</b>   | Nitrógeno aportado por el abonamiento orgánico   | 66 |
| <b>5.6.3.</b>   | Nitrógeno aportado por los fertilizantes   | 67 |
| <b>5.6.4.</b>   | Rendimiento obtenidos en el cultivo de papa  | 67 |
| <b>5.6.5.</b>   | Extracción del nitrógeno por la cosecha  | 69 |
| <b>5.6.6.</b>   | Balance de Nitrógeno en los sistema de rotación  | 70 |
| <b>6.</b>       | <b>CONCLUSIONES</b>  | 79 |
| <b>7.</b>       | <b>RECOMENDACIONES</b>   | 80 |
| <b>8.</b>       | <b>BIBLIOGRAFÍA</b>  | 81 |
| <b>9.</b>       | <b>ANEXO</b>   | 86 |

## LISTA DE CUADROS

|  |    |
|--|----|
| <b>Cuadro 1:</b> Característica de los sistemas de producción por zona agroecológica en el valle de Mantaro  | 8  |
| <b>Cuadro 2:</b> Sistema de cultivo de papa en la sierra Sur del Perú  | 10 |
| <b>Cuadro 3:</b> Composición química promedio de estiércol por tonelada métrica  | 16 |
| <b>Cuadro 4:</b> Contenido de nitrógeno fósforo y potasio en las diferentes muestras de estiércoles Kg/Tn por especies de animales   | 16 |
| <b>Cuadro 5:</b> Composición química de las diferentes muestras de estiércoles de las zonas de: Sincos, Quilcas, Molino y Aramachay años 2005 y 2006 del Valle del Mantaro | 17 |
| <b>Cuadro 6:</b> Composición química de las diferentes muestras de cenizas de la zona de Sincos y Aramachay año 2005   | 18 |
| <b>Cuadro 7:</b> Cantidad de estiércol depositado en el establo de diferentes grupos de animales en Kg M.S. por día  | 19 |
| <b>Cuadro 8:</b> Cantidad de elementos extraído por la papa para producir una tonelada de tubérculo  | 25 |
| <b>Cuadro 9:</b> Extracciones de los elementos por toneladas en el cultivo de papa obtenidas por varios Autores  | 26 |
| <b>Cuadro 10:</b> Extracciones de los elementos por toneladas en el cultivo de papa obtenidas por varios autores (Kg)  | 27 |
| <b>Cuadro 11:</b> Dosis de abonamiento que produjeron el máximo rendimiento en el cultivo de papa  | 28 |
| <b>Cuadro 12:</b> Clase textural de los suelos de Aramachay (campaña 2004 - 2005)  | 34 |
| <b>Cuadro 13:</b> Características químicas de los suelos en la comunidad de Aramachay (Campaña 2004-2005)  | 34 |
| <b>Cuadro 14:</b> Época de siembra del cultivo de papa en las diferentes zonas agroecológicas de la Comunidad de Aramachay (Campaña 2004 - 2005)                           | 38 |
| <b>Cuadro 15:</b> Cantidades de semillas empleadas por variedades en el cultivo de papa en la comunidad de Aramachay (Campaña 2004-2005)                                   | 39 |
| <b>Cuadro 16:</b> Variedades de papa preferidas en la Comunidad de Aramachay   | 41 |
| <b>Cuadro 17:</b> Distanciamientos de siembra y número de golpes/Ha en el cultivo  |    |

|  |    |
|--|----|
| de papa en la comunidad de Aramachay (Campaña 2004-2005)   | 42 |
| <b>Cuadro 18:</b> Tiempo de ejecución de las diferentes labores agronómicas en el cultivo de papa con relación a la siembra en la comunidad de Aramachay (Campaña 2004-2005) | 45 |
| <b>Cuadro 19:</b> Distribución de la mano de obra empleada en el cultivo de papa por procedencia y género comunidad de Aramachay (Campaña 2004-2005)                         | 46 |
| <b>Cuadro 20:</b> Distribución de la mano de obra empleada para las diferentes labores agronómicas en el cultivo de papa en la comunidad de Aramachay (Campaña 2004-2005)    | 46 |
| <b>Cuadro 21:</b> Tamaño de las parcelas evaluadas en el cultivo de papa en la comunidad de Aramachay (Campaña 2004-2005)  | 47 |
| <b>Cuadro 22:</b> Sistema de rotación de los principales cultivos en la comunidad de Aramachay   | 48 |
| <b>Cuadro 23:</b> Dosis de nitrógeno inorgánico aplicados en la siembra y el Aporque en el cultivo de papa en la comunidad de Aramachay (Campaña 2004-2005)                  | 55 |
| <b>Cuadro 24:</b> Dosis de fósforo inorgánico aplicados en la siembra y el aporque en el cultivo de papa en la comunidad de Aramachay (Campaña 2004-2005)                    | 55 |
| <b>Cuadro 25:</b> Dosis de potasio inorgánico aplicados en la siembra y el aporque en el cultivo de papa en la comunidad de Aramachay (Campaña 2004-2005)                    | 56 |
| <b>Cuadro 26:</b> Cantidad de estiércol aplicado al cultivo de papa en la comunidad de Aramachay (Campaña 2004 - 2005)   | 57 |
| <b>Cuadro 27:</b> Cantidad de nutrientes aplicados por la materia seca en el guano agregado al cultivo de papa en la Comunidad de Aramachay (Campaña 2004-2005)              | 57 |
| <b>Cuadro 28:</b> Análisis de cenizas aplicadas a la mezclas de estiércoles en el cultivo de papa en la comunidad de Aramachay   |    |

|  |    |
|--|----|
| (Campaña 2004-2005)  | 58 |
| <b>Cuadro 29:</b> Contenido de elementos nutritivos de diferentes estiércoles de corral procedentes de la comunidad de Aramachay (Campaña 2004-2005)                         | 58 |
| <b>Cuadro 30:</b> Porcentaje de nitrógeno de la materia orgánica de los suelos antes de campaña de siembra del cultivo de papa de la comunidad de Aramachay                  | 65 |
| <b>Cuadro 31:</b> Cantidad de nitrógeno aportado por la materia orgánica del suelo durante la campaña en el cultivo de papa de la comunidad de Aramachay (Campaña 2004-2005) | 66 |
| <b>Cuadro 32:</b> Cantidad de nitrógeno aportado por el estiércol al cultivo de papa en la comunidad de Aramachay  | 67 |
| <b>Cuadro 33:</b> Cantidad de nitrógeno aportado por el fertilizante al cultivo de papa en la comunidad de Aramachay (Campaña 2004-2005)                                     | 67 |
| <b>Cuadro 34:</b> Rendimiento del cultivo de papa en la comunidad de Aramachay (Campaña 2004-2005)   | 68 |
| <b>Cuadro 35:</b> Relación de eficiencia del rendimiento y el nitrógeno en el cultivo de papa en la comunidad de Aramachay (Campaña 2004 – 2005)                             | 69 |
| <b>Cuadro 36:</b> Cantidad de nitrógeno extraído en el tubérculo de papa en la comunidad de Aramachay (Campaña 2004-2005)  | 70 |
| <b>Cuadro 37:</b> Nitrógeno (grano y follaje) extraído por el cultivo de haba y cebada en la comunidad de Aramachay (campaña 2005-2006)                                      | 73 |

### LISTA DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| <b>Figura 1:</b> Distribución de frecuencia de los niveles bajo, medio y alto de algunas características químicas de los suelos cultivados en papa en la comunidad de Aramachay | 35 |
| <b>Figura 2:</b> Temperatura promedio mensual en la comunidad de Aramachay  | 36 |

|  |    |
|--|----|
| <b>Figura 3:</b> Precipitación promedio mensual en la comunidad de Aramachay                                       | 36 |
| <b>Figura 4:</b> Variedades utilizadas en función al área de las parcelas de papa en la comunidad de Aramachay     | 40 |
| <b>Figura 5:</b> Porcentaje totales de fertilizantes aplicados en el cultivo de papa en la comunidad de Aramachay  | 43 |
| <b>Figura 6:</b> Calendario agrícola en la comunidad campesina de Aramachay ( Campaña 2004-2005 )                  | 49 |
| <b>Figura 7:</b> Resumen de las prácticas culturales realizadas en el cultivo de papa en la comunidad de Aramachay | 50 |
| <b>Figura 8:</b> Fertilizantes empleados en la siembra en el cultivo de papa en la comunidad de Aramachay          | 51 |
| <b>Figura 9:</b> Fertilizantes empleados en el aporque en el cultivo de papa en la comunidad de Aramachay          | 52 |
| <b>Figura 10:</b> Fuentes de nitrógeno inorgánicos utilizados en el cultivo de papa en la comunidad de Aramachay   | 53 |
| <b>Figura 11:</b> Fuentes de fosforo inorgánicos utilizados en el cultivo de papa en la comunidad de Aramachay     | 54 |
| <b>Figura 12:</b> Fuentes de potasio inorgánicos utilizados en el cultivo de papa en la comunidad de Aramachay     | 54 |
| <b>Figura 13:</b> Balance de nitrógeno totales (rango <190) en el cultivo de papa en la comunidad de Aramachay     | 71 |
| <b>Figura 14:</b> Balance de nitrógeno totales (Rango 190-260) en el cultivo de papa en la comunidad de Aramachay  | 71 |
| <b>Figura 15:</b> Balance de nitrógeno totales (Rango >260) en el cultivo de papa en la comunidad de Aramachay     | 72 |
| <b>Figura 16:</b> Balance de nitrogeno totales (Rango<190) en rotación papa –cebada en la comunidad de Aramachay   | 75 |
| <b>Figura 17:</b> Balance de nitrógeno total (Rango 190-260) en rotación papa-cebaba en la comunidad de Aramachay  | 75 |
| <b>Figura 18:</b> Balance de nitrogeno total (Rango>260) en rotación papa-cebada en la comunidad de Aramachay      | 76 |

### **LISTA DE FOTOS**

**Foto 1:** Acumulado del estiércol en el corral por diferentes especies de animales

|  |    |
|--|----|
| en la comunidad de Aramachay (campaña 2004-2005)   | 60 |
| <b>Foto 2:</b> Apilado y mezclado del estiércol en los corrales en la comunidad de Aramachay (campaña 2004-2005)           | 61 |
| <b>Foto 3:</b> Fermentado del estiércol y llenados de sacos en la comunidad de Aramachay (Campaña 2004-2005)               | 62 |
| <b>Foto 4:</b> Traslado del estiércol a las diferentes parcelas en estudio en la comunidad de Aramachay(Campaña 2004-2005) | 62 |
| <b>Foto 5:</b> Distribución del abono orgánico en las parcelas de la comunidad de Aramachay (Campaña 2004-2005)            | 63 |

### LISTA DE ANEXOS

|  |    |
|--|----|
| <b>Anexo 1:</b> Resultados de los Análisis Físicos y Químicos de Suelos antes de la Campaña de papa en la comunidad de Aramachay (Campaña 2004-2005) | 86 |
| <b>Anexo 2:</b> Análisis Químicos de los suelos de Aramachay (Campaña 2004-2005)   | 87 |
| <b>Anexo 3:</b> Distanciamiento de siembra en el cultivo de papa en la comunidad de Aramachay (Campaña 2004-2005)                                    | 87 |
| <b>Anexo 4:</b> Tamaño de las parcelas de estudios con relación a las variedades sembradas (Campaña 2004-2005)                                       | 88 |
| <b>Anexo 5:</b> Épocas de aplicación y dosis de los Fertilizantes en el cultivo de papa en la comunidad de Aramachay (Campaña 2004-2005)             | 88 |
| <b>Anexo 6:</b> Rendimiento de cebada y haba seca en Tn/Ha en la provincia de Junín  | 89 |
| <b>Anexo 7:</b> Rendimiento promedio de cebada, según campaña agrícola en la zona de Huancayo  | 89 |
| <b>Anexo 8:</b> Rendimiento promedio de haba, según campaña agrícola en la zona de Huancayo  | 89 |
| <b>Anexo 9:</b> Nitrógeno, fósforo y potasio contenidos en la materia seca en el cultivo de haba y cebada (follaje y grano) de la comunidad de       |    |

|   |    |
|---|----|
| Aramachay (Campaña 2005-2006)   | 89 |
| <b>Anexo 10:</b> Números de animales por especies que tienen las familias en la comunidad de Aramachay (campaña 2004-2005)  | 90 |
| <b>Anexo 11:</b> Plaguicidas aplicados en el cultivo de papa en la comunidad de Aramachay (campaña 2004-2005)   | 90 |
| <b>Anexo 12:</b> Selección del tubérculo de papa durante la cosecha en la comunidad de Aramachay  | 91 |
| <b>Anexo 13:</b> Cantidad de nitrógeno extraído y aportado en el cultivo de papa en la comunidad de Aramachay<br>( Rango < 190 Kg N disponibles totales /Ha) (Campaña 2004-2004)  | 92 |
| <b>Anexo 14:</b> Cantidad de nitrógeno extraído y aportado en el cultivo de papa en la comunidad de Aramachay<br>(Rango 190-260 Kg N disponibles totales /Ha) (Campaña 2004-2005) | 93 |
| <b>Anexo 15:</b> Cantidad de nitrógeno extraído y aportado en el cultivo de papa en la comunidad de Aramachay<br>(Rango > 250 Kg N disponibles totales /Ha) (Campaña 2004-2005)   | 94 |
| <b>Anexo 16:</b> Formato de recolección de datos en la comunidad de Aramachay (campaña 2004 – 2005)   | 95 |
| <b>Anexo 17:</b> Clasificación del tubérculo de papa durante la cosecha variedad Yungay. A: extra; B: primera; C: segunda; D: tercera; E: cuarta; F: quinta y G: sexta.           | 97 |
| <b>Anexo 18:</b> Clasificación del tubérculo de papa durante la cosecha variedad perricholi. A: extra; B: primera; C: segunda; D: tercera; E: cuarta; F: quinta; G: sexta.        | 97 |

## 1. INTRODUCCION

En nuestro país el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) se desarrolla extensamente en la región andina, tanto en los valles como en zonas altoandinas. Es uno de principales cultivos para el agricultor pequeño y mediano, y constituye en algunos casos el principal sustento de las familias.

Los ciclos de rotación de cultivos realizados por los pequeños productores de la zona altoandina del Perú, incluyen tubérculos, granos y leguminosas. La rotación se inicia frecuentemente con el cultivo de la papa; no solo por su importancia comercial, sino porque constituye la base de la subsistencia de la familia campesina. Es por ello que el cultivo de la papa ha recibido tradicionalmente la mayor atención por parte de los organismos de investigación en cuanto a técnicas de manejo lo cual incluye temas relacionados a: manejo de semilla, de insectos y enfermedades, de fertilización, sistema de rotación y mejoramiento genético.

En la mayoría de áreas de cultivo de papa en zonas altoandinas, la producción se ve limitada por suelos con una baja fertilidad, topografía accidentada, clima y de falta de red de acceso. Estas dificultades hacen que los agricultores tengan difícil acceso a insumos externos, como los fertilizantes químicos, por los elevados costos que demandaría la obtención de éstos, lo que incrementa el uso de insumos obtenidos en el mismo campo o comunidad.

La comunidad de Aramachay (Distrito de Sincos, Provincia de Jauja), se caracteriza por la producción de cereales y papa, como cultivos principales. La mayor cantidad de insumos disponibles (materia orgánica, fertilizantes químicos, etc.) son aplicados al cultivo de papa, el cual genera los mayores ingresos. Los demás cultivos de la rotación, por lo general se nutren a partir del efecto residual de la fertilización aplicada a la papa (Salvatierra, 1985). Esto puede generar una disminución en el contenido de materia orgánica propia del suelo, con la consecuente pérdida de la fertilidad natural y la disminución de rendimientos

La pérdida de la calidad de los suelos, es uno de los problemas críticos en la agricultura, sobre todo en la zona altoandina, donde la disponibilidad de materia orgánica se ve muy limitada por las escasas fuentes de la misma y por el medio ambiente, que impide un rápido proceso de degradación de las materias existentes. En ese sentido, los agricultores de las zonas mencionadas han probado por años formas

diversas de manejar la materia orgánica para incorporarla al suelo, para hacerla más disponible para su cultivo, especialmente al cultivo de la papa.

Hipótesis: Las prácticas culturales – y principalmente la fertilización – que los agricultores de la comunidad campesina de Aramachay aplican en el cultivo de la papa, no conserva la fertilidad de los suelos en forma sostenible debido a la baja reposición de los nutrientes extraídos por el cultivo.

En ese sentido cabría plantear las siguientes preguntas de investigación: ¿Son las prácticas actuales de fertilización que los agricultores de la comunidad de Aramachay realizan en el cultivo de la papa, adecuadas para la conservación de la fertilidad del suelo?, ¿Cuáles son las principales fuentes de nutrientes del cultivo de papa usados por los agricultores?, ¿Cuáles son las principales fuente de materia orgánica?,

Por esta razón, se plantea el presente estudio para registrar, analizar, difundir y utilizar el conocimiento local en el manejo de la materia orgánica con la participación activa de los propios agricultores, con los siguientes objetivos:

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo general:**

- Caracterizar y analizar las diferentes prácticas culturales aplicadas en el cultivo de papa, particularmente las relacionadas al manejo de la fertilidad del suelo, en campos de la comunidad campesina de Aramachay.

### **2.2. Objetivos Específicos:**

- Describir el sistema de cultivo de papa en la comunidad: (prácticas más frecuentes, variedades empleadas, fertilizantes, otros insumos, etc.)
- Identificar y cuantificar las diferentes fuentes de nutrientes (orgánicos e inorgánicos) que los agricultores utilizan para fertilizar el cultivo de la papa.
- Describir los procesos que realizan los agricultores para la preparación, almacenamiento, manejo y uso de la materia orgánica (flujos) en el cultivo de papa.
- Caracterizar el efecto de las diferentes dosis de fertilización y la aplicación de materia orgánica en el balance de nitrógeno de las parcelas en estudio.

### 3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1. El concepto de sistemas y su importancia

Se define un sistema, como un arreglo de los componentes físicos, relacionados de tal manera que forman y actúan como una unidad funcional operativa, en que sus elementos están ligados por un cierto número de relaciones (Fulcrand y Ríos, 1988).

La definición del sistema incluye la precisión con que se describen las variables, obstáculos y procesos varían según los objetivos de análisis. El objetivo puede ser la maximización de la producción animal, la eficiencia energética, la rentabilidad, minimizar costos o el peligro de fracaso, etc. La optimización de los procedimientos de programación es útil para identificar las estrategias, si las variables de los procesos pueden describirse cuantitativamente (Norman, 1980).

Normalmente la oferta tecnológica que se brinda a las poblaciones rurales no es pertinente a las condiciones físico-biológicas, socio-económicas e histórico-culturales, en que se determinan la estructura y el funcionamiento de la pequeña agricultura o ganadería. Es tal la complejidad del desafío de producir tecnología mejorada y adoptable por el pequeño productor, que la investigación demanda una aproximación sistemática de la realidad. El conocimiento adecuado de las circunstancias del pequeño productor es pues, la piedra de toque de todo el proceso posterior de investigación y transferencia tecnológica, la cual debe ser elaborada a la medida de dichas circunstancias y de sus limitaciones y posibilidades (Escobar, 1988).

La estrategia de investigación y el desarrollo agropecuario tradicional ha tenido un relativo éxito de mejora en la calidad de vida del productor, sin embargo generalmente las prioridades de investigación se determinan en la estación experimental y el productor no participaba en el proceso. En contraste la estrategia de investigación con un enfoque de sistemas se fundamenta en dos ideas:

- El desarrollo de la tecnología relevante y viable para los productores debe basarse en un conocimiento completo del sistema real de la finca.

- La tecnología debe evaluarse no solamente en términos de su desempeño técnico sino también en términos de su identificación con las metas, necesidades y condiciones socio-económicas de la finca, y del productor como elemento central (Norman, 1980)

### **3.2. Aspectos esenciales de un sistema**

La esencialidad de los sistemas está en que:

- a) Existe interacción entre los elementos del sistema que puede ser de tipo recíproca, interdependencia, y/o interrelación, y esta última puede ser de: Sinergia (asociación de varios factores que producen un efecto único mayor que la suma de efectos individuales) o antagonismo (oposición de dos o más factores generando una crisis que puede hacer peligrar el sistema).
- b) Es dinámico, orientado hacia el progreso o al contrario estar en crisis sufriendo un proceso de involución. Las propiedades más interesantes de un sistema son las referidas a su comportamiento evolutivo.
- c) Los límites y la jerarquía de los sistemas, son propiedades importantes y es que cada sistema ocupa un nivel determinado en una organización y por lo tanto puede constituir parte de un sistema mayor o subordinar sistemas jerárquicamente inferiores; este aspecto es imprescindible considerar, para que la investigación no caiga en la generalización al tomar como objetivo de estudio un sistema demasiado amplio, ni en el detalle que complique el análisis e impida la comprensión del conjunto.
- d) Organizado en función de uno o varios objetivos, el sistema tiene racionalidad y coherencia; no está hecho al azar, sino que está pensado. Se debe comprender la lógica de funcionamiento desde adentro, para descubrir la razón de tal o cual práctica.

El sistema se ubica en un espacio geográfico, económico, social, etc. que forma el exterior del sistema y con el cual se dan entradas y salidas (Fulcrand y Ríos, 1988).

### **3.3. Zonas agroecológicas del Valle del Mantaro**

El Valle del Mantaro está situado aproximadamente a 300 Km. al este de Lima, la capital del Perú. Es un valle interandino que comprende unos 70 Km. entre las capitales provinciales de Jauja y Huancayo. Los rangos altitudinales comprenden entre los 3,100 y 4,000 m.s.n.m., si se incluye el piso del Valle y la parte de la selva alta que se levanta al otro lado de los Andes (Mayer, 1981). El valle del Mantaro puede ser dividido en tres grandes zonas agroecológicas: zona baja, zona intermedia y la zona alta (Mayer, 1981; Fernández y Huaylinos, 1986; y Fernández, *et.al.* 1986)

En la zona intermedia se encuentran situadas el 56% de las comunidades campesinas del Valle del Mantaro. Es en esta zona donde se encuentra la comunidad campesina de Aramachay (Swindale, 1985).

#### **3.3.1. Zona agroecológica baja (3000-3500 m.s.n.m)**

Esta zona posee los recursos más importantes por su extensión de tierras, acceso al agua de riego y extensiones forestadas. El clima en esta zona es templado-seco, con lluvias periódicas de diciembre a marzo. Presenta una precipitación media anual que puede alcanzar los 735 mm y una temperatura media anual que varía entre los 10°C y 12°C, siendo el rango de temperaturas máximas de 25°C a 30°C y las mínimas sobre cero (INEI, 2004). En algunas partes de esta zona se encuentran quebradas (Quebrada Honda en Cajas), que dan cauce a riachuelos y pequeños ríos temporales (Río Seco de Matahuasi y Yacus de Jauja) y los ríos Sullcas y Cunas del Mantaro en Huancayo. (Fernández y Huaylinos, 1986).

Los suelos son predominantemente aluviales, pudiendo ser arcillosos, pedregosos o arenosos. Casi la totalidad de las tierras de la zona baja son cultivadas intensivamente. Se produce: zanahoria, maíz, papa, cebada grano, avena, quinua, habas, arvejas, trigo, cebolla, ajo, col, rabanito, nabo, tumbo, níspero, guinda, duraznero, aguaymanto, membrillo, alfalfa, trébol y ryegrass (MINAG, 2006). Por otra parte, Tapia (1997) manifiesta que en esta zona los cultivos de mayor importancia son: el maíz y los pastos cultivados.

### **3.3.2. Zona agroecológica intermedia (3500-4000 m.s.n.m)**

Su clima es templado-frío, con una mayor oscilación que la zona baja entre el día y la noche. La temperatura media anual es de 11°C. Esta zona se caracteriza por tener abundantes precipitaciones que tienen lugar entre los meses de enero a abril, que pueden alcanzar los 800 mm anuales en promedio (INEI, 2004).

Esta zona se caracteriza por tener terrenos quebrados y quebradas cortas con cierta amplitud para sembrar y pastar. Pequeñas y grandes pampas como las del Valle de Yanamarca, Llacuaripampa y Masacancha. Hay cerros elevados a ambos lados del Valle y cordilleras, como el Huaytapallana. En las faldas, laderas y terrazas amplias y pequeñas, se desarrolla la agricultura. Los terrenos de la zona intermedia son en su mayoría cultivados en secano; sin embargo, hay pequeñas y medianas extensiones de tierras de riego ubicadas a las orillas de los ríos afluentes del Mantaro, como el Cunas, Canipaco y Sullcas (Fernández y Huaylinos, 1986).

En esta zona la disponibilidad de forraje es menor que en la zona baja. Sin embargo, se crían ovinos, vacunos, caballos, mulas, porcinos y cabras. Se siembra de acuerdo a varios sistemas de rotación. El número de años que un campo es descansado, aumenta conforme aumenta la altura. Se produce en orden de importancia: papa, cebada grano, trigo, haba grano seco, arveja grano seco, haba grano verde, quinua, etc. (MINAG, 2006). Tapia (1997), señala asimismo que los cultivos de mayor importancia para esta zona son: Tubérculos andinos y los cereales, del primero se destaca la papa con mayor superficie sembrada, y del segundo la cebada para grano.

### **3.3.3. Zona agroecológica alta (3950-4250 m.s.n.m)**

Esta zona se caracteriza por presentar un clima frío. La temperatura oscila entre los 20°C y menos de 0°C, durante el día y la noche respectivamente. Siendo la temperatura media anual de 7°C y 0°C (INEI, 2004). Topográficamente está constituida por pendientes abruptas, laderas, peñascos rocosos, cordilleras cubiertas de nieve perpetua como la

del Huaytapallana. Además hay hoyadas, colinas y cerros cubiertos de pastos naturales; superficies desnudas fuertemente erosionadas; quebradas pronunciadas y terrazas inclinadas aptas para la agricultura (Fernández, *et.al*, 1986).

En la zona alta hay dos sistemas de tenencia: En uno las tierras se asignan a las familias cada año, en cantidades iguales y por la duración del ciclo de cultivos, luego las tierras regresan a la comunidad por los años de descanso. En el segundo sistema, las familias son “dueñas” de sus parcelas en cada sector y las vuelven a trabajar cada vez que todo el sector entra al ciclo de producción. Durante los años que el sector está en descanso, los derechos a la propiedad individual están, por decir así, en hibernación o latente. Se produce en orden de importancia: cebada grano, papa, haba, arveja, olluco, quinua, etc. (MINAG, 2006). Por otro lado, Tapia (1997) menciona que en ésta zona el área de terreno se dedica principalmente para pastizales.

Un resumen más detallado sobre la caracterización de los sistemas de producción por zona agroecológica en el valle del Mantaro puede apreciarse en el cuadro N° 1.

**Cuadro 1: Caracterización de los sistemas de producción por zona agroecológica en el Valle del Mantaro**

| <b>Zona Agroecológica</b> | <b>Altitud</b>    | <b>Topografía</b>   | <b>Clima</b>   | <b>Actividades productivas</b>                | <b>Predominancia</b>  | <b>Tenencia de tierra</b> | <b>Acceso al mercado</b> |
|---------------------------|-------------------|---|--|---|---|---------------------------|--------------------------|
| <b>Baja</b>               | 3000-3500 m.s.n.m | Plano, suelos textura franco arenoso. Con un 60% de acceso al riego | Templado seco, con precipitación promedio anual de 735mm, y temperaturas promedio anual entre los 10°C y 12° C | Agricultura, ganadería, Comercio y artesanía. | <b>Agrícola:</b> maíz, papa, haba, arveja, hortalizas (zanahoria, cebolla, lechuga, acelga, nabo entre otros).<br><b>Pecuario:</b> vacunos (brown suize, holstein y criollo), animales menores: cuyes, gallinas y cerdos.<br><b>Pastos:</b> cultivados ( alfalfa, trébol y rey grass) | Privada                   | Nacional y exportación   |
| <b>Intermedia</b>         | 3500-4000 m.s.n.m | Semi plana y accidentada, suelos franco arcillosos principalmente.  | Semi templado, con precipitación media anual de 800mm, y temperatura promedio anual de 11° C                   | Agricultura, ganadería, comercio y artesanía  | <b>Agrícola:</b> papa, cebada grano, trigo, haba, arveja, etc.<br><b>Pecuario:</b> vacunos (brown suize, holstein y criollos), ovinos criollos y mejorados, animales menores: cuyes, cerdos y gallinas<br><b>Pastos:</b> naturales y cultivados                                       | Privada y comunal         | Local y nacional         |
| <b>Alta</b>               | 3950-4250 m.s.n.m | Pendientes Abruptas, laderas y peñascos rocosos.                    | Frío, con temperatura promedio anual entre 7°C y 0°C.  | Ganadería y agricultura                       | <b>Agrícola:</b> cebada, papa nativa, maca, olluco.<br><b>Pecuario:</b> vacunos criollos, ovinos criollos y mejorados, camélidos sudamericano, llama y alpaca<br><b>Pastos:</b> naturales   | Comunal y privada         | Local y nacional         |

Fuente: Fernández, *et.al*, (1986); INEI (2004); Tapia (1997); MINAG (2006).

### 3.4. Sistemas de rotación de cultivos

Las rotaciones son combinaciones temporales y espaciales de diferentes especies que en el caso de las laderas de sierra, toma como objetivos generales:

- a) Mantener la fertilidad y productividad de los cultivos.
- b) Controlar la erosión de los suelos y,
- c) Mantener un nivel bajo la población e incidencia de plagas y enfermedades.

Así por ejemplo, en la zona agroecológica quechua (2000-3400 m.s.n.m) en el departamento de Huancavelica, la rotación es como sigue:

#### **Ciclo de 7 años**

Maíz – maíz - maíz – alfalfa – alfalfa – alfalfa – alfalfa

Papa – maíz – (arveja o haba) – cebada – descanso – descanso – descanso

#### **Ciclo de 6 años**

Maíz – maíz – arveja o haba – cebada – descanso – descanso

Trigo – haba – arveja – pasto – pasto – pasto

#### **Ciclo de 4 años**

Maíz – trigo – haba – papa

Maíz – haba – cebada – descanso (Vásquez, 2000)

Por otro parte, Tapia, (1988) menciona un sistema de rotación que se realiza en la zona sur del altiplano del país. Así por ejemplo, las leguminosas como el haba, arveja y tarwi; permiten un incremento de 20 a 40% de la producción. Experiencias con parcelas que seguían a un campo de alfalfa de 6 a 8 años, produjeron hasta 40 toneladas por hectárea de papa en condiciones de 3800 m.s.n.m en Ayacucho y Cuzco. También realiza un resumen del sistema de cultivo de papa en la sierra Sur del Perú (Cuadro 2) se puede apreciar que conforme aumenta la altura los años de rotaciones de cultivo disminuyen, además que las papas dulces se cultivan como máximo hasta los 4000 m.s.n.m.

**Cuadro 2: Sistema de cultivo de papa en la sierra Sur del Perú**

| Papas dulces ( <i>S. tuberosum</i> )                            |   |   |                 |          |                 |
|---|---|---|-----------------|----------|-----------------|
| Arreglos  | Alturas                                       | Rotaciones / años                             |                 |          |                 |
|   |   | 1   | 2               | 3        | 4               |
| Mahuay  | 2500-3500                                     | papa/cebada                                   | maíz+fríjol     | habas    | papa/cebada     |
| Papa (o)  | 3000-3500                                     | papa  | cereales        | maíz     | papa            |
|   | 3500-3800                                     | Papa  | cereales        | habas    | descanso o papa |
| Papa asociada   | 3500-3800                                     | papa+oca+olluco+izaño                         |                 |          |                 |
|   | 3800-3900                                     | papa+quinua                                   |                 |          |                 |
|   | 3800-4000                                     | diferentes variedades de papas<br>papa+cebada |                 |          |                 |
| Papas amargas ( <i>S. Juzepczuquii</i> , <i>S. curtilobum</i> ) |   |   |                 |          |                 |
| Papa (o)  | 3900-4200                                     | Papa  | cebada o cañiwa | descanso |                 |
|   | suelos pobres                                 |   |                 |          |                 |
|   | 4000-4200                                     | Papa  | oca+olluco      | cebada   | descanso        |
|   | Suelos con alto contenido de materia orgánica |   |                 |          |                 |

Fuente: Tapia, 1988.

Aparte de ello, podemos mencionar un sistema de rotación en la zona de Pucará Valle del Mantaro reportado por Fujimoto, *et. al.* (2004)

Ciclo de cuatro años

Papa-maíz-haba-cebada

En conclusión, en la perspectiva de Vásquez (2000), la rotación de cultivos se ajusta de acuerdo con la zona de producción, clima, mercado, formas tradicionales de agricultura, problemas sanitarios y la rentabilidad de las secuencias de cultivo.

### 3.5. Materia Orgánica del Suelo

La materia orgánica del suelo esta constituída por todo tipo de residuo orgánico (vegetal o animal) que es incorporado al suelo (Guerrero, 1993). Se denomina materia orgánica o humus a la parte orgánica que cumple un papel esencial en el suelo (Gros y Domínguez, 1992). Por otro lado, no existe una definición de humus con los que todos los especialistas estén de acuerdo, pero,

en general, el término humus designa a la sustancia orgánica variada, de color pardo y negruzco, que resulta de la descomposición de materias orgánicas de origen exclusivamente vegetal. Esta considerada como la fuente principal, mientras que, los restos de origen animal (estiércoles) como fuente secundaria (Wild, 1992).

La materia orgánica del suelo es una sustancia muy compleja, de naturaleza variable y de origen diverso contiene un sinnúmero de materiales cuyos porcentajes varían de acuerdo con la clase de residuos (de plantas o animales) y de su estado de descomposición. Dichos materiales son los siguientes:

- Carbohidratos que incluyen azúcares, almidones, celulosas, etc. que contribuyen del 1 al 28 % de la materia orgánica
- Proteínas, aminoácidos, y otros derivados nitrogenados.
- Grasas, aceites y ceras
- Alcoholes, aldehídos, cetonas y otros derivados óxidos inestables
- Ácidos orgánicos (ácidos acéticos, que pueden alcanzar un miliequivalente por cada 100 gr. de suelo)
- Minerales como calcio, fósforo, azufre, hierro, magnesio, y potasio
- Productos diversos de gran actividad biológica como hormonas, enzimas, carbohidratos, así como otras sustancia muy activas en pequeñas concentraciones (Cepeda, 2002)

La cantidad de humus en el suelo depende de muchos factores, tales como la incorporación de nuevos restos orgánicos al suelo y su velocidad de descomposición de la materia orgánica existente ya en el suelo, la textura del suelo, la aireación, la humedad y los factores climáticos. También, las prácticas de manejo del cultivo pueden tener un efecto sobre este parámetro ya que por ejemplo, el empleo de abonos minerales acelera la descomposición de la materia orgánica en el suelo. Esto es una manifestación del crecimiento de la actividad biológica, que se traduce en la práctica en una mejora de la fertilidad y por tanto del rendimiento (Gros y Domínguez, 1992)

### **3.5.1. Importancia de materia orgánica del suelo**

Cuando se agrega los residuos orgánicos de cosechas al suelo, el nitrógeno y otros elementos se inmovilizan y no pueden ser aprovechados por las plantas hasta que la materia orgánica se haya transformado en humus por acción de los microorganismos y después que éstas se hayan muerto y descompuesto. La materia orgánica cuya proporción C:N sea 20-30:1 dará por sí mismo todo el nitrógeno necesario para este proceso a una proporción menor de 20:1 el nitrógeno es disponible aún cuando la materia orgánica no se haya descompuesto. Esto explica porqué cuando se adiciona guano sin descomponer con gran cantidad de paja o se entierran los residuos de cosechas, se observan algunas veces, síntomas de deficiencia de nitrógeno en las plantas a menos que se apliquen grandes cantidades de fertilizantes (Cruzado, 1977).

Al descomponerse, los restos vegetales dan una serie de reacciones bioquímicas que incrementa la actividad microbiana del suelo, fomentando una mayor cantidad y diversidad de microorganismos, que se encargan de la mineralización de los elementos nutritivos que descomponen la celulosa, los que a su vez refuerzan con sus secreciones la característica de los agregados del suelo, que son necesario para el correcto equilibrio del agua y del aire del suelo (Sánchez, 2003). Además, la materia orgánica del suelo forma complejos orgánicos con los nutrientes manteniendo a estos en forma aprovechable para las plantas y la reducción de la erosión de los suelos, al aumentar la resistencia de los agregados a la dispersión por el impacto de las gotas de lluvias y al reducir el escurrimiento superficial (Fuentes, 1989).

### **3.5.2. Efecto de la materia orgánica sobre las propiedades físicas químicas y biológicas del suelo**

La influencia del humus sobre las propiedades físicas del suelo es sin duda muy importante en cuanto a lo que se refiere a la estructura del suelo y el uso más eficiente del agua. En el primero, formando agregados e incrementando la estabilidad estructural, combinándose con las arcillas y formando el complejo de cambio, disminuye la plasticidad del mismo y

la densidad aparente (Graetz, 1997) y en el segundo, mejora la infiltración y el drenaje del suelo de textura fina, y por lo tanto, ayuda a una mejor distribución del agua en el perfil del suelo, reduciendo la pérdida del agua por evaporación y percolación profunda y la aireación en los suelos propiciando, el mejor crecimiento y funcionamiento más eficaz de las raíces (Cepeda, 2002). También promueve un sistema de raíces más profundas que permiten el uso del agua en esas capas. Al oscurecer el suelo en los climas templados fomenta su calentamiento y por ende, promueve una mejor germinación y el fácil aprovechamiento del agua (Marshall, 1992).

En lo que se refiere a las propiedades químicas, la materia orgánica aumenta la fertilidad de sus suelos por los siguientes motivos: Primero, aporta elementos fertilizantes que el humus con la arcilla constituyen el complejo arcillo-húmico que regula la nutrición de la planta. Segundo, los ácidos húmicos estimulan el desarrollo del sistema radicular y con ello se hace más efectiva la acumulación de nutrientes (Fuentes, 1989) Tercero, la capacidad tampón del suelo favorece la acción de los abonos minerales y facilita su absorción a través de la membrana celular de las raicillas (Gaetz, 1970). Cuarto, el aumento del intercambio de aniones, especialmente fosfatos y sulfatos, y finalmente, la disponibilidad de N.P.S, favoreciéndola a través de los procesos de mineralización (Fassbender y Bornemisza, 1986).

Y finalmente el relacionado a las propiedades biológicas, cuando las condiciones de humedad, temperatura y aireación son adecuadas, la materia orgánica favorece la proliferación de microorganismos, puesto que proporciona: Carbono, para la formación de la estructura orgánica para su oxidación como fuente de energía, y nitrógeno para la síntesis de las proteínas y otros elementos nutritivos esenciales para la vida. También aumenta considerablemente la cantidad de la fauna del suelo (lombrices, larvas, insectos, etc.), esta tiene efectos favorables sobre la estructura del suelo en cuanto favorece la circulación del aire y del agua (Fuentes, 1999), la mineralización, el desarrollo de la cubierta vegetal, que sirve de alimento a una multitud de microorganismos y estimula el

crecimiento de la planta en un sistema ecológico equilibrado (Graetz, 1997).

### **3.6. Tipos de abonos orgánicos**

Existen tres tipos de materia orgánica:

#### **3.6.1. Materia orgánica de origen vegetal**

Entre las fuentes orgánicas de origen vegetal podemos destacar a los residuos de cosecha y a los abonos verdes. Los residuos de cosecha son los desechos orgánicos que deja el cultivo saliente en o sobre el suelo, en forma de hojas, tallos, raíces y otros órganos aéreos o subterráneos. Pueden representar, de 500 a 800 Kg. de humus al año en promedio (Gros y Domínguez, 1992).

Los abonos verdes son especies cultivadas y desarrolladas específicamente con el propósito de ser incorporadas al terreno antes de su fructificación, para elevar la fertilidad del suelo (Monroy, 1990). Por lo general se emplean leguminosas como abonos verdes, por su capacidad de fijar nitrógeno atmosférico en asociación con bacterias.

#### **3.6.2. Compost**

El compost es la mezcla de sus componentes principales desiguales por su resistencia a la descomposición microbiana. Uno de ellos (material vegetal) desempeña por preferencia el papel absorbente de la humedad y del amoníaco, se descompone débilmente, y el otro es rico en microflora, contiene suficiente cantidad de compuestos orgánicos nitrogenados que se descompone fácilmente (fecal, purín, etc.). Siendo esta preparación biológica.

### **3.7. Materia orgánica de origen animal**

Aquí se encuentran los estiércoles, purín, gallinaza y todos aquellos residuos producidos por animales. Estos abonos orgánicos sirven de fuentes de elementos nutritivos (macro y micro) para las plantas, como mejoradores de las propiedades del suelo (Yagodin, 1986).

### **3.7.1. Estiércol**

Es la principal fuente de humus de las explotaciones que poseen Ganado, utilizan su paja para hacer estiércol (Gros, y Domínguez, 1992), el mal manejo del estiércol conduce a fuertes pérdidas de nitrógeno por volatilización, y de este y otros nutrientes, por lavado. Las pérdidas aumentan por el desecamiento, el viento, el pH alcalino y las altas temperaturas, por lo tanto un buen almacenamiento deberá considerar la compactación del material, circulación de la fracción líquida y protección contra el sol, el viento, la lluvia y escurrimiento. Puede incluso utilizarse aditivo minerales, como superfosfato, roca fosfórica, ácido, etc. para estabilizar al nitrógeno y enriquecer la materia orgánica. En su aplicación al terreno, el estiércol debe incorporarse al suelo lo más rápidamente posible mediante barbecho (Monroy, 1990).

### **3.7.2. Composición química del estiércol**

El estiércol esta formado por una mezcla de la cama de animales y de deyecciones, que han sufrido fermentaciones más o menos avanzado en el establo y después en el estercolero la composición varía entre límites muy amplios según los animales, la naturaleza de la cama, la proporción de pajas y de deyecciones, la alimentación de los animales, la fertilización que haya realizado el agricultor, la forma de explotación del ganado, el procedimiento de fabricación del estiércol, los cuidados proporcionados para conservarlos, su estado de descomposición, etc. De acuerdo a lo anteriormente mencionado Gros y Domínguez (1992) reportan los siguientes valores (Cuadro3: Sobre composición química promedio de estiércol)

**Cuadro 3: Composición química promedio de estiércol por tonelada métrica**

| <b>Nutrientes</b>                  | <b>Cantidad extraída (TM de peso seco)</b> |
|------------------------------------|--|
| N (Kg)                             | 3 – 5.5 Kg/TM                              |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (Kg) | 2 – 4 Kg/TM                                |
| K <sub>2</sub> O (kg)              | 5 – 6 Kg/TM                                |
| Azufre (Kg)                        | 0.5 Kg/TM                                  |
| Magnesio (Kg)                      | 2 Kg/TM                                    |
| Calcio (Kg)                        | 5 Kg/TM                                    |
| Manganeso (g)                      | 30 a 40 gr/TM                              |
| Boro (g)                           | 4 gr/TM                                    |
| Cobre (g)                          | 2 gr/TM                                    |

Fuente: Gros y Domínguez 1992

También, estos autores mencionan que el estiércol de caballo es notablemente más rico que el de vacuno, y el de oveja, más rico que el de caballo. El estiércol de ave es cinco veces más rico que el de vacuno, especialmente en ácido fosfórico y calcio

Por otro lado, Fuentes (1999) aporta a modo de orientación las cifras siguientes (Cuadro 4)

**Cuadro 4: Porcentaje de nitrógeno fósforo y potasio en las diferentes muestras de estiércoles por especies de animales**

| <b>Especie</b> | <b>% N</b> | <b>% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b> | <b>% K<sub>2</sub>O</b> |
|----------------|------------|-------------------------------------|-------------------------|
| Caballar       | 0.6        | 0.25                                | 0.6                     |
| Vacuno         | 0.35       | 0.15                                | 0.4                     |
| Porcino        | 0.45       | 0.2                                 | 0.6                     |
| Ovino          | 0.8        | 0.2                                 | 0.7                     |

Fuente: Fuentes, 1999.

Finalmente, en el Cuadro 5 se puede ver las composiciones de los nutrientes aportados por el estiércol en las diferentes zonas del Valle del Mantaro, se aprecia que la más alta relación C/N promedio aparentemente es del estiércol de vacuno : 32.71 y la más baja relación

C/N promedio es del estiércol de cuy : 22.50. En el Cuadro 6 sobre la composición química de las diferentes muestras de cenizas, se observa que el elemento mineral K<sub>2</sub>O en promedio es 10.13%

**Cuadro 5: Composición química de las diferentes muestras de estiércoles de las zonas de: Sincos, Quilcas, Molino y Aramachay años 2005 y 2006 del Valle del Mantaro**

| <b>Especie</b>      | <b>Elementos</b> | <b>Mínimo</b> | <b>Máximo</b> | <b>Promedio</b> | <b>D.E</b> | <b>% C.V</b> |
|---------------------|------------------|---------------|---------------|-----------------|------------|--------------|
| <b>Vacuno</b>       | <b>% Hd</b>      | 66.12         | 88.02         | 79.47           | 7.43       | 9.35         |
|                     | <b>% N</b>       | 0.90          | 1.48          | 1.21            | 0.23       | 18.90        |
|                     | <b>% C</b>       | 30.10         | 40.70         | 38.21           | 3.74       | 9.79         |
|                     | <b>C/N</b>       | 21.50         | 44.67         | <b>32.71</b>    | 7.93       | 24.24        |
| <b>Cuy</b>          | <b>% Hd</b>      | 8.33          | 17.91         | 14.57           | 3.79       | 26.04        |
|                     | <b>% N</b>       | 1.37          | 2.10          | 1.80            | 0.28       | 15.82        |
|                     | <b>% C</b>       | 20.40         | 42.70         | 35.86           | 8.85       | 24.67        |
|                     | <b>C/N</b>       | 14.89         | 22.50         | <b>19.67</b>    | 2.88       | 14.65        |
| <b>Burro</b>        | <b>% Hd</b>      | 5.56          | 74.42         | 33.56           | 31.06      | 92.55        |
|                     | <b>% N</b>       | 1.04          | 1.68          | 1.26            | 0.29       | 23.15        |
|                     | <b>% C</b>       | 35.50         | 41.90         | 39.30           | 2.27       | 5.78         |
|                     | <b>C/N</b>       | 21.13         | 38.65         | <b>32.57</b>    | 6.81       | 20.90        |
| <b>Ovino</b>        | <b>% Hd</b>      | 4.17          | 74.51         | 27.02           | 31.10      | 115.11       |
|                     | <b>% N</b>       | 0.70          | 1.88          | 1.36            | 0.42       | 31.21        |
|                     | <b>% C</b>       | 30.30         | 39.20         | 35.08           | 3.27       | 9.31         |
|                     | <b>C/N</b>       | 18.94         | 46.29         | <b>28.23</b>    | 9.84       | 34.86        |
| <b>Mezcla total</b> | <b>% Hd</b>      | 4.17          | 88.02         | 41.04           | 33.18      | 80.84        |
|                     | <b>% N</b>       | 0.70          | 2.10          | 1.38            | 0.37       | 26.67        |
|                     | <b>% C</b>       | 20.40         | 42.70         | 37.30           | 4.81       | 12.89        |
|                     | <b>C/N</b>       | 14.89         | 46.29         | <b>28.99</b>    | 8.65       | 29.85        |

Fuente: Elaboración propia. Datos obtenidos del Laboratorio de análisis de suelos, plantas, aguas y fertilizantes UNALM.

**Cuadro 6: Composición química de las diferentes muestras de cenizas de la zona de Sincos y Aramachay año 2005**

| <b>Nutrientes</b>              | <b>Mínimo</b> | <b>Máximo</b> | <b>Promedio</b> | <b>D.E</b> | <b>% C.V</b> |
|--------------------------------|---------------|---------------|-----------------|------------|--------------|
| %P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | 1.02          | 1.70          | 1.45            | 0.32       | 21.79        |
| %K <sub>2</sub> O              | 9.15          | 11.19         | 10.13           | 0.82       | 8.09         |
| %CaO                           | 18.20         | 37.38         | 26.53           | 7.25       | 27.32        |
| %MgO                           | 2.39          | 3.53          | 3.12            | 0.46       | 6.66         |

Fuente: Elaboración propia. Datos obtenidos del Laboratorio de análisis de suelos, plantas, aguas y fertilizantes UNALM.

### **3.7.3. Producción de estiércol por animales**

Se puede admitir aproximadamente que un animal en estabulación permanente produce anualmente alrededor de veinte veces su peso en estiércol.

Así el estiércol producido por cada cabeza de ganado vacuno adulto en estabulación es del orden de 10 a 12 Tn/ año, siendo de 5 a 6 Tn , si pasa sólo 6 meses en el prado suponiendo que el estiércol pesa de 650 a 700 Kg/m<sup>3</sup>, deberá preverse un espacio de 10 m<sup>3</sup> para el almacenamiento del estiércol producido por cada cabeza de Ganado durante el periodo invernal de estabulación (Gros y Domínguez, 1992).

Por otro lado, se presenta unos datos obtenidos en el valle central en cuanto a excreción de estiércol del ganado bovino (Cuadro7). Se nota claramente una mayor deposición del estiércol durante las fase activas que tiene el ganado bovino; durante el pastoreo, el ordeño, etc. (Augstburger, 1989).

**Cuadro 7: Cantidad de estiércol depositado en el establo de diferentes grupos de animales en Kg M.S. por día**

| <b>Grupo</b>        | <b>Estabulado 24 h<br/>Kg MS</b> | <b>Estabulado 16h<br/>Pastoreo 8h Kg Ms</b> |
|---------------------|----------------------------------|---|
| Vacas en producción | 6.25                             | 1.88  |
| Vacas secas         | 2.72                             | 0.96  |
| Vaquillas           | 1.61                             | 0.94  |
| Terneritas          | 0.51                             | 0.32  |

Fuente: Augstburger, 1998

### **3.8. Nitrógeno en el suelo**

El nitrógeno en el suelo es uno de los elementos más ampliamente distribuidos en la naturaleza. La mayor cantidad se presenta fijada por las rocas y sedimentos de la corteza terrestre. Pero del suelo solo una pequeña cantidad es directamente disponible a las plantas, bajo las formas de los iones  $\text{NO}_3^-$  o  $\text{NH}_4^+$ . El nitrógeno es un elemento muy móvil entre la atmósfera y el suelo, y los organismos vivientes (Davelouis, 1991).

Por otro lado, el contenido medio de nitrógeno total en el suelo es muy variable y principalmente esta en función del nivel de materia orgánica. En zonas templadas, la capa arable de la mayoría de los suelos cultivados contienen de 0.02 a 0.4%.

En zonas áridas, suele encontrarse menos del 0.1% e incluso niveles inferiores de 0.025 % de nitrógeno (Domínguez, 1989).

### **3.9. Mineralización del nitrógeno en el suelo**

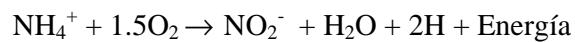
La expresión mineralización del nitrógeno se utiliza, generalmente, para designar la transformación del N combinado orgánicamente (principalmente como grupos amino o nitrato, aunque no exclusivamente) a formas inorgánicas como amonio o nitrato. La conversión en nitrato es un proceso separado que requiere la actuación de organismos especializados, por lo que debe considerarse independientemente de la primera etapa que designamos, específicamente como amonificación o amonización.

La capacidad de un suelo para proporcionar el N mineral que demandan los cultivos durante el ciclo completo de desarrollo depende en gran medida de sus reservas de N orgánicos, de la naturaleza de los residuos orgánicos y de la capacidad amonizadora de la población microbiana (Wild, 1992).

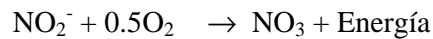
### 3.9.1. Bioquímica de la nitrificación

La transformación del amonio en nitrato requiere la oxidación del nitrógeno desde su forma más reducida (estado de oxidación -3) hasta la más oxidada (estado de oxidación +5). El proceso se realiza en dos etapas en las que intervienen organismos distintos. Aunque se produce un cambio considerable de energía libre, este cambio se distribuye de forma desigual entre ambas etapas, como se indica a continuación.

a) Etapa *Nitrosomonas*



b) Etapa *Nitrobacter*



(Fassbender y Bornemisza, 1986)

### 3.9.2. Factores que afectan la nitrificación

Los factores que afectan los pasos de la nitrificación en los suelos son: en una enumeración rápida. 1) el suministro del ión amonio; 2) la población de organismos nitrificantes; 3) la reacción del suelo; 4) la aireación del suelo; 5) la humedad del suelo; y 6) la temperatura (Tisdale, 1991).

Las bacterias nitrificantes requieren temperaturas elevadas, entre 25 y 30 °C, para su actividad óptima. Por ejemplo, en suelos cuyas temperaturas medias sean aun más altas, pueden así mismo, ser superiores a la óptima, demostrando una gran capacidad de adaptación a las condiciones climáticas. Por otra parte, a temperaturas inferiores a 4 o 5 °C, la nitrificación es muy lenta y el nitrógeno amoniacal aportado al suelo en forma de fertilización durante el otoño puede permanecer sin nitrificar hasta la primavera.

La humedad del suelo juega un papel importante en la nitrificación, por sí misma y por su influencia en la aireación. Para bajos

niveles de humedad. La actividad microbiana es reducida y la mineralización del N orgánico es pequeña por lo que la cantidad de amonio es limitada (Wild, 1992). Por otro lado, los límites de reacción entre los que la nitrificación ha dado lugar han sido dados generalmente entre pH 5.5 y pH 10 con el óptimo alrededor de 8.5 (Fassbender y Bornemisza, 1986).

En nuestras condiciones los valores óptimos de estos factores son: una temperatura de 28 °C, un pH de 6.8 a 8, humedad a capacidad de campo y condiciones aeróbicas. Bajos estas condiciones se produce una mineralización del suelo de 3%/Ha/año del contenido de nitrógeno orgánico del suelo. Como en el humus la relación C/N guarda una proporción de 10 a 1 y el contenido de carbono del mismo es de 50%, se deduce que el contenido de nitrógeno orgánico del suelo en humus, fuente estable de materia orgánica del suelo es de alrededor del 5%.

En condiciones adversas de clima y manejo, el coeficiente de mineralización del nitrógeno del suelo es reducido a 1% o menos, con el consiguiente perjuicio para la planta y para el agricultor, quien tiene que suplir esta necesidad con una fuente externa, sea esta orgánica o mineral vía fertilizantes (Davelouis, 1991).

### **3.9.3. Consideraciones en la descomposición de la materia orgánica**

Como regla general, cuando los materiales orgánicos con una relación C:N mayor de 30 se añaden a los terrenos hay una inmovilización del nitrógeno del terreno durante el proceso de descomposición inicial. Para relaciones entre 20-30, puede que no haya ni inmovilización ni liberación de nitrógeno mineral. Si los materiales orgánicos tienen una relación C:N de menos de 20, hay usualmente una liberación de nitrógeno mineral al principio del proceso de descomposición (Tisdale, 1991). Además, hay que considerar que cuando un abono verde o un residuo de cosecha con bajo contenido de N o una amplia relación C:N, se asocia con una lenta descomposición del mismo. Sin embargo, esto no debe generalizarse, porque existen otros componentes del material orgánico que deben considerarse también, como la lignina y los polifenoles, los cuales varían no solo con la edad de la planta sino con la especie o variedad de la

misma. A mayor contenido de lignina y/o polifenoles menor será la velocidad de descomposición de los abonos verdes o residuos de cosecha (Davelouis, 1991).

### **3.10. Fertilización en el cultivo de papa**

La finalidad de la fertilización es alcanzar los niveles de producción deseados y una cosecha de calidad. Además de las exigencias específicas en nutrientes, la papa tiene preferencia por suelos de textura arenosa-(suelos ligeros). Estos, se caracterizan por ser muy permeables y con débil retención de los nutrientes, sobre todo nitratos, que se pierden por lixiviación a capas profundas, no alcanzables por las raíces, y como consecuencia, se produce una deficiente absorción de nitrógeno. Otro factor importante en la fertilización es el pH del suelo, cuyo valor óptimo se estima entre 6-7. También debemos tener presente que el cultivo de la papa es exigente en nutrientes, sobre todo en potasio (determinante en la calidad de la cosecha).

Para realizar una correcta fertilización de la papa, debemos considerar el rendimiento obtenido en relación con los nutrientes extraídos del suelo. Lógicamente, la producción esperada estará directamente relacionada con otras variables como el potencial genético de la planta y las condiciones ambientales donde se desarrolla el cultivo (suelo, clima, agua, etc.) (Alonso, 2002)

### **3.11. Funciones de los elementos nitrógeno, fósforo y potasio en la nutrición vegetal**

#### **3.11.1. Nitrógeno**

Es el motor del crecimiento de las plantas, que suple de uno a cuatro por ciento del extracto seco de ésta y es absorbido del suelo bajo la forma de nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) o de amonio ( $\text{NH}_4^+$ ) (FAO, 2002).

Sin embargo, casi todo el nitrógeno que absorben las plantas se hallan en forma de nitratos. Debido a que, existen dos razones básicas para ello. Primero, el nutriente es móvil en el suelo y se desplaza en el agua hacia las raíces de las plantas, donde es absorbido. Por otra parte, el amonio esta ligado a la superficie de las partículas del suelo y no se puede mover hacia las raíces. Segundo, en condiciones adecuadas de temperatura, aireación, humedad y pH del suelo, los organismos

transforman todas las formas de nitrógeno del suelo a nitrato (CPHA, 2004).

Una vez en la planta, el nitrato es convertido rápidamente en amonio el cual se combina con los hidratos de carbono formados en la fotosíntesis para dar lugar a aminoácidos y finalmente, a proteínas (Simpson, 1991), también, esta involucrado en todos los procesos principales de las plantas y en la absorción del rendimiento (FAO, 2002).

### **3.11.2. Fósforo**

Que suple del 0.1 a 0.4 por ciento del extracto seco de la planta, las raíces de ésta absorben el fósforo bajo la forma de ión ortofosfatos ( $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ,  $\text{HPO}_4^{2-}$ ) (Simpson, 1991) Por otra parte, las investigaciones han demostrado que la plantas absorben una mayor cantidad cuando se agrega nitrógeno amoniacal junto con fertilizantes fosfatados. Este efecto sinérgico aumenta al máximo cuando el fertilizante se aplica en banda. Existen varias teorías para explicar esto: el aumento en el crecimiento de la raíz, cambios fisiológicos que hacen a las células de la raíz más receptiva al fósforo, mayor transferencia del fósforo a través de la membrana de la raíz al xilema y disminución del pH del suelo como resultado de la nitrificación del nitrógeno amoniacal. (CPHA, 2004).

Tiene un papel absolutamente indispensable para la planta, por formar parte del núcleo de las células, es imprescindible en la división celular y aquí que sea sobre todo importante a nivel de los puntos de crecimiento de ésta, es decir en el tejido de los meristemas, importante en la transferencia de energía, por eso es esencial para la fotosíntesis y para otros procesos químicos fisiológicos (FAO, 2002). La técnica autoradiográfica, utilizada en plantas tratadas con fosfatos radioactivos, proporciona imágenes de una extraordinaria concentración de fósforo al nivel de los puntos de crecimiento, tanto de las hojas como de las raíces. También, la concentración de fósforo en las células que se hallan en división puede ser hasta mil veces superior a la existente en las células maduras (Simpson, 1991).

### 3.11.3. Potasio

El potasio que suple del uno al cuatro por ciento del extracto seco de la planta, Es fácilmente absorbido por las raíces de estas bajo la forma de ión potasio ( $K^+$ ) y este es principalmente retenido en el jugo celular (FAO, 2002). A diferencia de los demás elementos mayores el potasio no forma parte ni de las proteínas, ni de los hidratos de carbono, ni de cualquier otro de los componentes principales de la planta. Este elemento tiene una gran movilidad para pasar del suelo a la planta y también para pasar de una parte a otra dentro de la misma planta. En consecuencia, si en el suelo existe una gran cantidad de potasio asimilable, se puede producir una absorción excesiva de potasio que puede impedir la absorción de otros iones, sobre todo el ión magnesio, determinando una carencia de magnesio en la planta (Simpson, 1991).

Tiene un papel importante en la planta, interviniendo en la regulación de la presión osmótica y en el mantenimiento de la turgencia de la planta, en los procesos indispensables de la fotosíntesis y de la respiración así como el transporte de los hidratos de carbono desde una parte a otra dentro de la misma planta. Por ejemplo, la transferencia de los azúcares de las hojas a los tubérculos de las papas donde se convierten en almidones. También, tiene muchas funciones activas más de 60 enzimas (sustancias químicas que regulan la vida), estimula el crecimiento de la raíz y mejora la resistencia de los cultivos a las enfermedades. Favorece la formación de vasos xilemáticos más grandes y distribuidos de manera uniforme en todo el sistema radical. Y finalmente, mejora el tamaño y la calidad de los frutos, granos y hortalizas (CPHA, 2004).

### 3.12. Extracción de nutrientes de la papa

El cultivo de la papa para producir una tonelada de tubérculo fresco (cosecha económica) necesita extraer del suelo (Cuadro 8).

**Cuadro 8: Cantidad de elementos extraídos por la papa para producir una tonelada de tubérculo**

| <b>Elemento</b> | <b>Cantidad extraída</b> |
|-----------------|--------------------------|
| N (Kg)          | 4 – 6                    |
| P (Kg)          | 0.2 – 1.1                |
| K (Kg)          | 6 – 7.5                  |
| Mg (Kg)         | 0.6 – 0.8                |
| Ca (Kg)         | 0.6 – 0.8                |
| S (Kg)          | 0.6 – 0.8                |
| Mn (g)          | 12 – 60                  |
| Zn (g)          | 12 – 60                  |
| Cu (g)          | 2 – 6                    |
| B (g)           | 12 – 40                  |
| Mo (g)          | 2 – 6                    |

Fuente: Villagarcía (1990)

Las variaciones de la cantidad extraída de los nutrientes minerales por la papa dependen de la riqueza natural del sustrato de la fertilización aplicada y de la variedad sembrada (Villagarcía, 1990)

**Cuadro 9: Extracciones de los elementos por toneladas en el cultivo de papa obtenidas por varios Autores**

| Fuente                        | Rdto T/Ha | Elementos extraídos (Kg/Ha) Tubérculo |                               |                  |      | Restos de cultivos | Elementos extraídos (Kg/Ha) planta |                               |                  |      | Elementos extraídos (Kg/Ha) total |                               |                  |     |
|-------------------------------|-----------|---------------------------------------|-------------------------------|------------------|------|--------------------|------------------------------------|-------------------------------|------------------|------|-----------------------------------|-------------------------------|------------------|-----|
|                               |           | N                                     | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O | MgO  |                    | N                                  | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O | MgO  | N                                 | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O | MgO |
| Jacob y Uexkull (1968)        | 17.5      |                                       |                               |                  |      |                    |                                    |                               |                  |      | 85                                | 30                            | 140              |     |
| Jacob y Uexkull (1968)        | 25        |                                       |                               |                  |      |                    |                                    |                               |                  |      | 103                               | 47                            | 190              |     |
| Knott (1962)                  | 20        |                                       |                               |                  |      |                    |                                    |                               |                  |      | 224                               | 50                            | 291              | 30  |
| Knott (1962)                  | 27        |                                       |                               |                  |      |                    |                                    |                               |                  |      | 235                               | 50                            | 392              |     |
| Darpoux (1967)                | 35        |                                       |                               |                  |      |                    |                                    |                               |                  |      | 175                               | 65                            | 300              | 28  |
| Tarazona (1997)               | 52.7      |                                       |                               |                  |      |                    |                                    |                               |                  |      | 218                               | 22                            | 316              | 31  |
|                               | 53.8      |                                       |                               |                  |      |                    |                                    |                               |                  |      | 290                               | 35                            | 498              | 61  |
| Robo Herrera, M (2004)        | 56.9      | 141                                   | 55.1                          | 353              | 21.1 | 26.4               | 66.0                               | 10.4                          | 133              | 37.1 | 207                               | 65                            | 486              | 58  |
|                               | 56.9      | 154                                   | 51.8                          | 357              | 24.6 | 25.7               | 62.9                               | 9.30                          | 105              | 30.5 | 217                               | 61                            | 462              | 55  |
| E. Ekeberg y HCF Riley (1996) | 30.53     | 84                                    | 39.8                          | 169.9            |      | 1.86*              | 41                                 | 11.0                          | 75.9             |      | 125                               | 51                            | 246              |     |
|                               | 30.57     | 88                                    | 41.7                          | 166.3            |      | 2.25*              | 52                                 | 13.8                          | 96.4             |      | 140                               | 56                            | 263              |     |
|                               | 26.65     | 71                                    | 34.8                          | 145.8            |      | 2.23*              | 55                                 | 15.1                          | 102              |      | 126                               | 50                            | 248              |     |
|                               | 31.45     | 88                                    | 41.9                          | 171.1            |      | 2.11*              | 47                                 | 12.6                          | 85.5             |      | 135                               | 55                            | 257              |     |
|                               | 33.55     | 99                                    | 45.8                          | 188.0            |      | 1.82*              | 37                                 | 9.85                          | 71.1             |      | 136                               | 56                            | 269              |     |

Fuente: Oltra *et al.*, (2006).

**Cuadro 10: Extracciones de los elementos por toneladas en el cultivo de papa  
obtenidas por varios Autores (Kg)**

| Fuente                           | Elementos extraídos (Kg/Ha)<br>Tubérculo |                               |                  |      | Elementos extraídos<br>(Kg/Ha) planta |                               |                  |      |
|----------------------------------|--|-------------------------------|------------------|------|---------------------------------------|-------------------------------|------------------|------|
|                                  | N  | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O | MgO  | N                                     | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O | MgO  |
| Robo Herrera, M<br>(2004)        | 141                                      | 55.1                          | 353              | 21.1 | 66.0                                  | 10.4                          | 133              | 37.1 |
|                                  | 154                                      | 51.8                          | 357              | 24.6 | 62.9                                  | 9.30                          | 105              | 30.5 |
| E. Ekeberg y HCF<br>Riley (1996) | 84                                       | 39.8                          | 169.9            |      | 41                                    | 11.0                          | 75.9             |      |
|                                  | 88                                       | 41.7                          | 166.3            |      | 52                                    | 13.8                          | 96.4             |      |
|                                  | 71                                       | 34.8                          | 145.8            |      | 55                                    | 15.1                          | 102              |      |
|                                  | 88                                       | 41.9                          | 171.1            |      | 47                                    | 12.6                          | 85.5             |      |
|                                  | 99                                       | 45.8                          | 188.0            |      | 37                                    | 9.85                          | 71.1             |      |
| Promedio (Rdto)                  | 2.75                                     | 1.22                          | 5.71             | 0.40 | 2.31                                  | 0.54                          | 4.29             | 1.30 |

Fuente: Oltra *et al.*, (2006)

Los resultados del Cuadro 9 muestran disparidad entre las cantidades extraídas de los diferentes nutrientes, según el autor o autores. Sin embargo, al calcular los valores medios extraídos en función del rendimiento de los tubérculos y parte aérea (Cuadro 10), se aprecian valores de extracción similares. Además, podemos observar que la cantidad de nutrientes extraídos es mayor en tubérculos que en la parte aérea, porque actúan como sumideros de fotoasimilados y nutrientes minerales, especialmente en el caso de azúcares y la síntesis de almidón en el tubérculo (Oltra *et al.*, 2006).

Villagarcía, (1968) en un trabajo realizado en la zona de Huancayo no encontró diferencias significativas en el rendimiento de papa al comparar tres fuentes de nitrógeno fertilizante: ùrea, nitrato de amonio, y sulfato de amonio. Esto fue debido a que las condiciones de suelo y clima fueron favorables para la nitrificación de las fuentes amoniacaes y amídicas. La dosis recomendada es de 80 a 120 Kg/ha en promedio

Para el fósforo, las fuentes usadas fueron las siguientes: 2/3 guano pobre + 1/3 súper simple, 2/3 súper simple + 1/3 de guano pobre, súper simple, guano de isla pobre. No encontrándose diferencia significativa en el

rendimiento, ya que los suelos están provistos en fósforo, en cuanto a la dosis no existe una respuesta significativa.

Para el potasio, encontraron que no existe diferencia en el rendimiento, con valores promedio para las fuentes empleada. Entre el cloruro de potasio y el sulfato de potasio, talvez porque los suelos no presentan problemas de sales; o sea en la solución suelo presenta bajo contenido de cloruros y en consecuencia la cantidad de cloruros aplicadas con el fertilizantes no afecta el desarrollo de la planta; Para la dosis, igualmente, no existe diferencia significativa en promedio, lo curioso es que a pesar de que los análisis de K disponible en los suelos demuestran ser bajos, no existe respuesta a la fertilización potásica, esto quiere decir que otras formas de potasio no disponibles pasaron durante el período vegetativo de la planta a la forma disponible.

En resumen la fórmula que dio el máximo rendimiento fueron las siguientes que se muestran en el Cuadro 11, a diferencia de la dosis recomendada 160-160-80

**Cuadro 11: Dosis de abonamiento que produjeron el máximo rendimiento en el cultivo de papa**

| <b>Localidad</b>  | <b>Formula</b> | <b>Rendimiento TM/Ha</b> |
|-------------------|----------------|--------------------------|
| Junín (Ocopa)     | 160-80-160     | 27.0                     |
| Junín (Marcatuna) | 192-108-128    | 33.0                     |

Fuente: Villagarcía, 1968

## **4. MATERIALES Y METODOS**

### **4.1. Ubicación:**

El presente trabajo experimental tomó como base a campos agrícolas de la comunidad campesina de Aramachay, ubicada en el Distrito de Sincos Provincia de Jauja, Valle del Mantaro (Región Junín). Cuyas coordenadas geográficas son: -75.41257 Longitud Oeste y -11.91748 Latitud Sur. Su territorio tiene una extensión de 1684 hectáreas y está situado entre los 3680 y 4200 m.s.n.m. El poblado está ubicado aproximadamente en los 3750 m.s.n.m. (Swindale, 1985) y pertenece a la zona agroecológica intermedia (Mayer, 1981).

### **4.2. Población**

La comunidad de Aramachay en el año 1966 contaba con 137 habitantes (Fernández *et al.*, 1986). Según el censo del año 2005 indica que la comunidad actualmente tiene 667 habitantes (INEI).

### **4.3. Cultivo:**

Treinta y tres parcelas agrícolas cultivadas con papa (primer cultivo del ciclo de rotación) durante la campaña agrícola 2004 – 2005 y evaluadas en el estudio de optimización del uso de compost de residuos verdes en suelos altoandinos del Perú serán seleccionadas para el presente estudio.

### **4.4. Materiales**

La mayor parte de materiales para las fases de planificación, levantamiento de información en campo, fase de laboratorio y la fase de gabinete fueron proporcionados por: la División de Manejo Integrado de Cultivos del Centro Internacional de la papa ( CIP ) y el Instituto de la Pequeña Producción Sustentable ( IPPS – UNALM).

#### **4.4.1. Fase de planificación:**

- Mapas participativos de recursos de la comunidad de Aramachay.

- Información sobre las diversas preparaciones de materia para aplicación al cultivo de papa.
- Papelógrafos.
- Cuadernos de campo.
- Plumones.

#### **4.4.2. Fase de campo y levantamiento de información:**

- Herramientas: (lampas, espátulas, recipientes de plástico, latas de aluminio, etc.)
- Bolsas de plástico y papel.
- Útiles de escritorio: (etiquetas, lápices, plumones indelebles, pabilo).
- Balanza romana.

#### **4.4.3. Fase de laboratorio**

- Balanza analítica.
- Estufa.

#### **4.4.4. Fase de gabinete:**

- Hojas de resultados de análisis de suelos de las parcelas en estudio.
- Hojas de datos de campo de labores culturales de las parcelas en estudio.
- Base de datos

### **4.5. Metodología**

#### **4.5.1. Fase de planificación:**

La planificación del presente estudio se inició con los contactos iniciales y la presentación del estudio a la comunidad de Aramachay. Posteriormente, un grupo de 12 familias de agricultores interesados fue formado para la ejecución de las actividades del estudio. Los objetivos del mismo fueron presentados al grupo y se definieron responsabilidades.

Los responsables del estudio de investigación, fueron presentados a las autoridades locales y representantes de la comunidad y junto con los agricultores se elaboró el cronograma de trabajo en campo.

A través de talleres participativos facilitados por el IPPS, se elaboraron los mapas participativos de zonas agroecológicas y de recursos naturales de la comunidad de Aramachay: (suelos, pastizales, recursos forestales, etc). El mapa de zonas agroecológicas fue elaborado por los agricultores, quienes identificaron tres principales pisos y definieron las rotaciones de cultivos aplicadas comúnmente en cada uno de ellos.

En talleres participativos, se determinaron asimismo los principales tipos de abonos orgánicos empleados, los cuales fueron caracterizados mediante la proporción de sus componentes y las labores para el procesamiento de los mismos, seleccionándose los tipos existentes en la zona de estudio para el presente trabajo de investigación.

Para la evaluación de los sistemas de cultivo de papa en la comunidad, un total de 33 parcelas a ser cultivadas con papa durante la campaña 2004 – 2005 fueron seleccionadas y distribuidas en las tres zonas agroecológicas definidas, procurando ocupar todos los suelos identificados en el mapa participativo. Las variedades fueron elegidas en forma libre por cada agricultor dentro del grupo de estudio.

Un formato de recolección de datos de campo fue diseñado por el equipo técnico del estudio, para uniformizar la información a ser colectada de cada campo de papa y poder realizar comparaciones adecuadas (Anexo 16)

#### **4.5.2. Fase de campo y levantamiento de información:**

A partir de la información obtenida en los talleres participativos y validando la información a través de entrevistas personales y familiares a los agricultores responsables de las parcelas en estudio; se identificaron los componentes de las mezclas de materia orgánica utilizadas para el abonamiento del cultivo de papa, así como el proceso de preparación de dicha materia orgánica. Muestras representativas de las preparaciones de materia orgánica fueron tomadas para el análisis físico químico respectivo.

La capa arable del suelo de cada parcela del ensayo fue muestreada antes de la siembra y aplicación de materia orgánica, y enviada al Laboratorio

de Análisis de Suelos, Plantas Aguas y Fertilizantes (LASPAF) para su análisis físico químico.

El área de cada parcela de papa seleccionada para el estudio fue medida al momento de la siembra. La cantidad de semilla de cada variedad de papa sembrada y los insumos aplicados junto con la semilla (abonos orgánicos, fertilizantes, etc.) fueron pesados en cada parcela de papa en estudio.

Durante la campaña del cultivo de papa (desde inicios de octubre del 2004 a inicios de mayo del 2005) las parcelas seleccionadas fueron visitadas con una frecuencia de al menos de dos veces al mes, para evaluar y registrar los insumos aplicados durante la misma (segundo abonamiento, pesticidas, etc.) así como los problemas bióticos y abióticos: (heladas, sequías, plagas, enfermedades, etc.) que se presentaron en la papa durante el período de cultivo y que pudieran afectar los rendimientos.

Al finalizar la campaña (cosecha), el rendimiento del cultivo de papa fue determinado en las parcelas experimentales, ya sea mediante el pesado de la producción total (en parcelas pequeñas) o estimándose a partir de los tubérculos cosechados en secciones de surco de 10 m de longitud (en parcelas grandes).

El suelo de la parcela fue muestreado luego de la cosecha para el análisis químico respectivo.

#### **4.5.3. Fase de laboratorio:**

Muestras de los tubérculos cosechados, así como del follaje presente en campo antes de la cosecha, fueron tomadas en cada parcela, llevados al LASPAF de la UNALM, secados a 70 °C hasta peso constante, y luego analizadas químicamente para estimar la cantidad de materia seca, carbono y nitrógeno asimilados por el cultivo de papa.

Una muestra representativa de cada forma de preparación de materia orgánica, así como de los insumos empleados en la preparación (estiércoles, residuos vegetales, cenizas, etc.) fueron llevados al LASPAF para el análisis físico químico respectivo: (humedad, contenido de materia orgánica, nitrógeno, fósforo, potasio, etc.).

Las muestras de suelo obtenidas previamente a la siembra y antes de la aplicación de la materia orgánica al cultivo de papa en cada parcela, fueron llevadas al LASPAF y sometidas al análisis de caracterización.

#### **4.5.4. Fase de gabinete:**

A partir de la información colectada en campo y laboratorio se realizó:

- Un registro detallado del proceso de preparación, manejo y almacenamiento de la materia orgánica, más empleados en la comunidad de Aramachay.
- Estimación de la cantidad de nutrientes mayores (C, N, etc.) provenientes de fuentes orgánicas, aplicados al cultivo de papa en la comunidad de Aramachay, a partir de la composición química de las materias orgánicas.
- Estimación de las dosis de fertilización química (N,  $P_2O_5$ ,  $K_2O$ ) más frecuentemente aplicadas al cultivo de papa en la comunidad de Aramachay, a partir de la cantidad de fertilizantes químicos empleados.
- Estimar el balance de nitrógeno en el sistema suelo en el cultivo de papa y rotación papa - cebada, a partir de la cantidad de nitrógeno extraído por los cultivos y la cantidad de nitrógeno aportado por: el suelo, el estiércol y el fertilizante.

#### **4.5.5. Tratamiento estadístico**

Para analizar los datos se hizo uso de los parámetros descriptivos (mínimo, máximo, promedio, desviación estándar, y coeficiente de variabilidad), en las variables de: cantidades de semillas empleadas, densidades de siembra, distribución de la mano de obra, tiempo de ejecución de las diferentes labores agronómicas, tamaño de las parcelas, dosis de fertilización, cantidad de nitrógeno aportado por la materia orgánica, y cantidad de nitrógeno extraído en el tubérculo, también se estimó el área sembrada con cada variedad en términos porcentuales.

## 5. RESULTADOS Y DISCUSIONES

### 5.1. Característica de los suelos y condiciones climáticas en la comunidad de Aramachay

#### 5.1.1. Características físicas

Respecto a las características físicas, los suelos de clima frío de la zona de Aramachay presentan texturas medias, en el Cuadro 12 se puede observar un predominio de las texturas Franca (Fr) con 64.5 %, la Franca arcillosa (Fr.Ar.) con 25.8%, la Arcillosa (Ar) con 6.5% y la Franco- Limoso (Fr.L) con 3.2%, éstas dos últimas con un bajo predominio.

**Cuadro 12: Clase textural de los suelos de Aramachay.(campaña 2004-2005)**

| Clase textural     |              |              |             |             |             |
|--------------------|--------------|--------------|-------------|-------------|-------------|
|                    | Fr.          | Fr.Ar.       | Ar.         | Fr.L.       | Total       |
| <b>Muestras</b>    | <b>20</b>    | <b>8</b>     | <b>2</b>    | <b>1</b>    | <b>31</b>   |
| <b>Porcentajes</b> | <b>64.5%</b> | <b>25.8%</b> | <b>6.5%</b> | <b>3.2%</b> | <b>100%</b> |

#### 5.1.2. Características químicas.

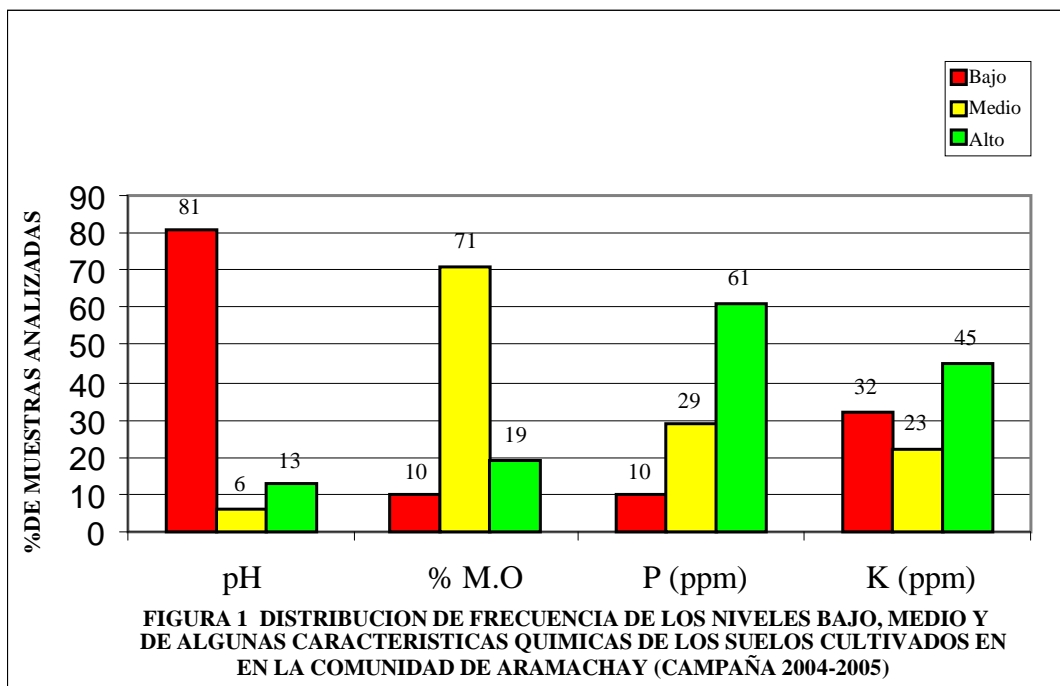
En el estudio se procesaron 33 análisis de suelos y se agruparon en los niveles: bajo, medio, y alto de acuerdo a los siguientes valores (Cuadro 13).

**Cuadro 13: Características químicas de los suelos en la comunidad de Aramachay (Campaña 2004-2005)**

| Características      | Bajo | Medio   | Alto |
|----------------------|------|---------|------|
| Materia Orgánica (%) | <2   | 2-3     | >3   |
| Fósforo (ppm)        | <10  | 10-14   | >14  |
| Potasio (ppm)        | <120 | 120-240 | >240 |
| pH(1:1)              | <5.5 | 5.5-6.5 | >6.5 |

En la figura 1 se observa que predominan los pH ácidos y los altos contenidos de P. se presentan un amplio predominio de los contenidos medios de la materia orgánica, esto puede tener su origen principalmente por la baja

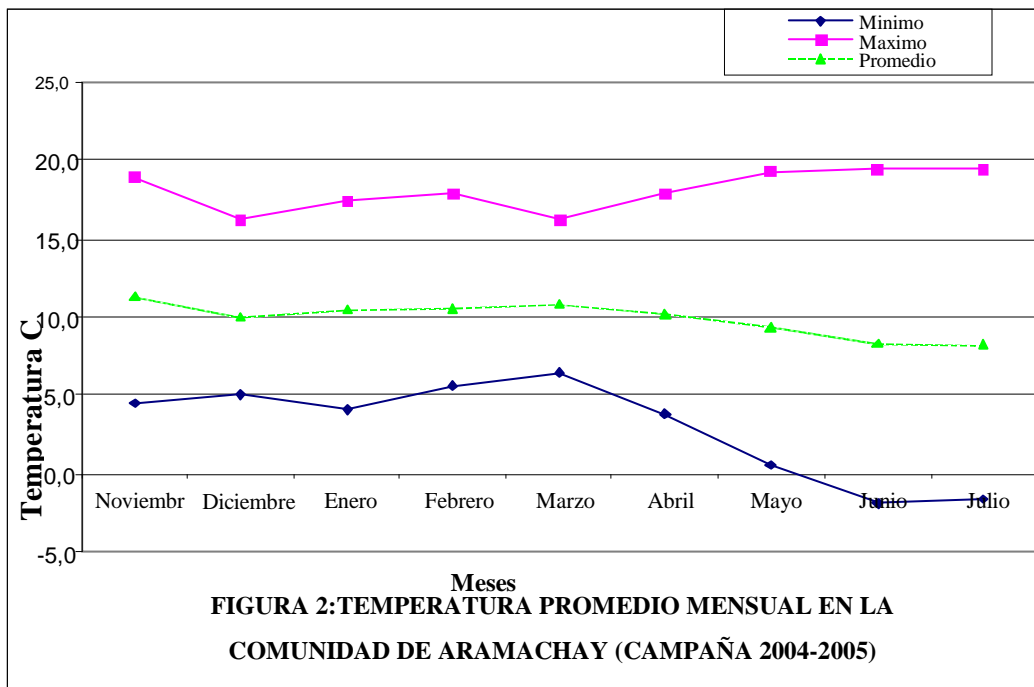
temperatura y la cantidad de estiércol de origen animal que aplican los agricultores más de 11Tn/ha (Gamarra, 1989), también el contenido de K esta entre alto y medio principalmente, confirmando con los datos de Cano (1968); sobre un total de 6524 muestras realizadas en región de la Sierra manifestando que la disponibilidad de potasio y materia orgánica es media.



### 5.1.3. Condiciones climáticas.

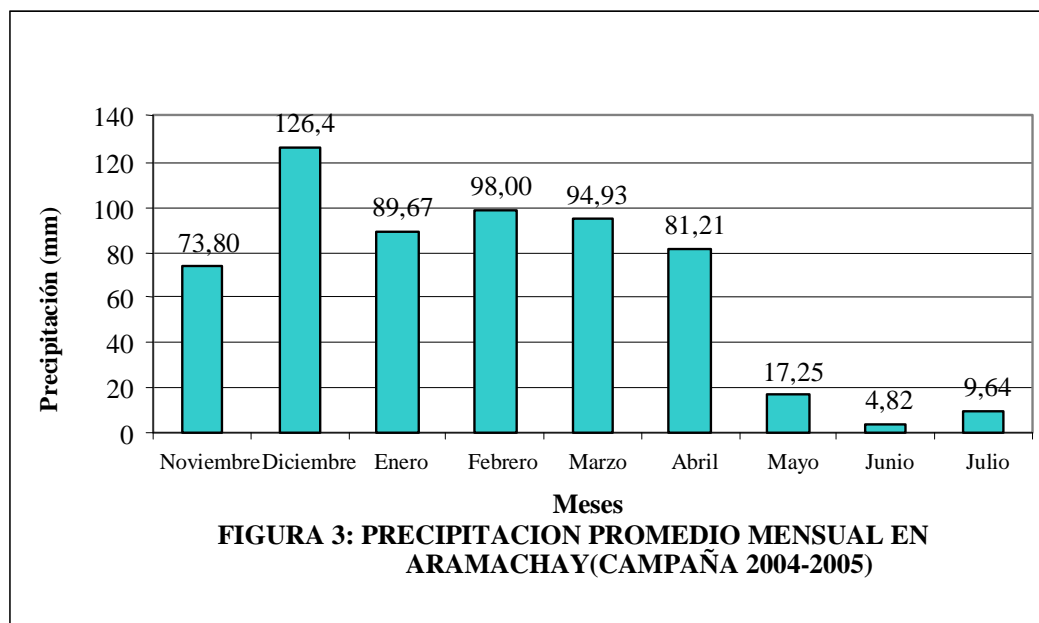
#### 5.1.3.1. Temperatura.

La temperatura del aire promedio mensuales en la comunidad de Aramachay, durante el período vegetativo fue de 11.3°C y 8.2°C para los meses de noviembre y julio respectivamente. Por otro lado, en el mes de noviembre la diferencia de temperatura entre el mínimo (noche) y el máximo (día) fue de 14.5 °C. Mientras que, para el mes de julio la diferencia de temperatura entre el mínimo (noche) y el máximo (día) fue de 21.08°C (Figura 2). También, se puede ver que estas diferencias de temperaturas comienzan a incrementarse en el mes de abril hacia adelante y es en la quincena de mayo aproximadamente cuando la temperatura desciende sobre los cero grados centígrados.



### 5.1.3.2. Precipitación

La precipitación en la comunidad de Aramachay, fue medido para los meses de noviembre a Julio. En estos meses se reporta una precipitación de 595.72 mm. Por otro lado, el mes más lluvioso en este periodo fue en diciembre con 126.4 mm y el mes más seco en junio con solo 4.82mm. (Figura 3). Por otra parte, se puede ver que la distribución de la precipitación de noviembre a abril promedio es de 112.82mm



## **5.2. Descripción del sistema producción del cultivo de papa en la comunidad**

Las principales características y prácticas agronómicas empleadas en la producción de papa en la comunidad campesina de Aramachay se resumen a continuación:

### **5.2.1. Preparación del terreno**

La preparación del terreno comprende dos actividades: el barbecho, que es generalmente realizado en el mes de marzo y consiste en un volteo del suelo, y la cruz, realizada pocos días antes de la siembra y que consiste en un mullido del suelo.

El barbecho se realiza aprovechando la época de lluvia y sirve adicionalmente para controlar las malezas, ya que los terrenos corresponden a zonas en descanso en donde la cubierta vegetal ha crecido considerablemente. Las herramientas que se utilizan son: el pico, el arado de yunta y el tractor.

- a. En terrenos de menor pendiente se barbecha con yunta (o tractor) y
- b. En terrenos con pendiente pronunciada se barbecha con pico

Esta distribución coincide con la reportada por Gamarra (1989), quien también encontró las dos formas de realizar esta labor en la comunidad anteriormente descritas.

Las cruza de arado antes de la siembra tienen como objetivo desterronar y mullir el suelo, acondicionándolo para la siembra. Gamarra (1989), menciona asimismo que un objetivo de la cruz es retener la carga de agua en el suelo mojado al romper las raíces de las malezas que han germinado con las primeras lluvias. Las funciones de la preparación del terreno son:

- a. Asegurar adecuadas relaciones hídricas en el suelo.
- b. Asegurar un buen crecimiento de las raíces y,
- c. Reducir la presencia de malas hierbas (Egúsquiza, 2000).

### **5.2.2. Siembra**

La campaña de siembras en el cultivo de papa en la comunidad campesina de Aramachay, se encuentra entre la segunda quincena de octubre hasta finales de noviembre (Cuadro 14), más allá de esta última fecha los

agricultores siembran con el objetivo de obtener papa para semilla, también corren el riesgo del problema de heladas. Para esta labor se emplean 162 horas efectivas de trabajo (20 jornales/Ha) ver el (Cuadro 20 sobre uso de mano de obra en el cultivo de papa). Estos resultados coinciden por lo reportado por Marina (1986), quien realizó un estudio en el empleo de la mano de obra en el Valle de Mantaro, para el cultivo de la papa.

**Cuadro 14: Época de siembra del cultivo de papa en las diferentes zonas agroecológicas de la Comunidad de Aramachay (Campaña 2004-2005)**

| Período de siembra | Parcelas sembradas por zona agroecológica |            |           | Porcentaje |
|--------------------|---|------------|-----------|------------|
|                    | Zona Baja                                 | Zona Media | Zona Alta |            |
| <b>01Oct-15Oct</b> | 1   | 0          | 1         | 6.1        |
| <b>16Oct-31Oct</b> | 1   | 8          | 4         | 39.4       |
| <b>01Nov-15Nov</b> | 0   | 6          | 3         | 7.3        |
| <b>16Nov-30Nov</b> | 2   | 3          | 2         | 21.2       |
| <b>01Dic-15Dic</b> | 0   | 1          | 0         | 3.0        |
| <b>16Dic-31Dic</b> | 0   | 1          | 0         | 3.0        |
| <b>TOTAL</b>       | 4   | 19         | 10        | 100.0      |

n = 33 Parcelas

### 5.2.3. Semilla

Los agricultores de la comunidad de Aramachay obtienen sus semillas de parcelas sembradas en la campaña anterior en las diferentes zonas agroecológicas. La selección de las semillas para la próxima siembra es realizada en el momento de la cosecha, y es una labor exclusiva de las mujeres. Esta selección es simultánea a la selección de tubérculos comerciales y puede ser realizada en el campo, antes de la venta a los intermediarios o en el corral de sus casas de los agricultores, cuando se transporta toda la cosecha de papa desde el campo con una movilidad propia o alquilada.

Por otro lado, Gamarra y Flórez (1989), mencionan que en la comunidad las modalidades de selección dependen de las necesidades del manejo de cada semilla. Por ejemplo, la semilla de papa debe ser pequeña (que “ande” más porque cubre mayor área de sembrío con menor peso).

La cantidad de semilla empleada en el cultivo de papa en la comunidad de Aramachay para la campaña 2004 - 2005 esta comprendida entre 1,382 a 3,175 Kg/Ha (Cuadro 15).

**Cuadro 15: Cantidades de semillas empleadas por variedades en el cultivo de papa en la comunidad de Aramachay (Campaña 2004-2005)**

| Variedad          | Cantidad de semillas utilizadas (Kg) |        |          | D.E | %C.V |
|-------------------|--------------------------------------|--------|----------|-----|------|
|                   | Mínimo                               | Máximo | Promedio |     |      |
| <b>Yungay</b>     | 1,382                                | 3,175  | 2,157    | 387 | 18   |
| <b>Andina</b>     | 1,910                                | 2,433  | 2,254    | 239 | 11   |
| <b>A. Centro</b>  | 1,917                                | 2,167  | 2,022    | 129 | 6    |
| <b>Huayro</b>     | 1,934                                | 2,353  | 2,187    | 179 | 8    |
| <b>Perricholi</b> | 1,928                                | 2,362  | 2,080    | 193 | 9    |
| <b>Canchán</b>    | 2,115                                | 2,200  | 2,158    | 60  | 3    |
| <b>Peruanita</b>  | 2,045                                | 2,045  | 2,045    | 0   | 0    |
| <b>Total</b>      | 1,382                                | 3,175  | 2,155    | 322 | 15   |

**n = 51 Rendimientos contenidas en 33 parcelas**

**Claves:**

**D.E:** Desviación estándar

**% C.V:** Porcentaje de coeficiente de variabilidad

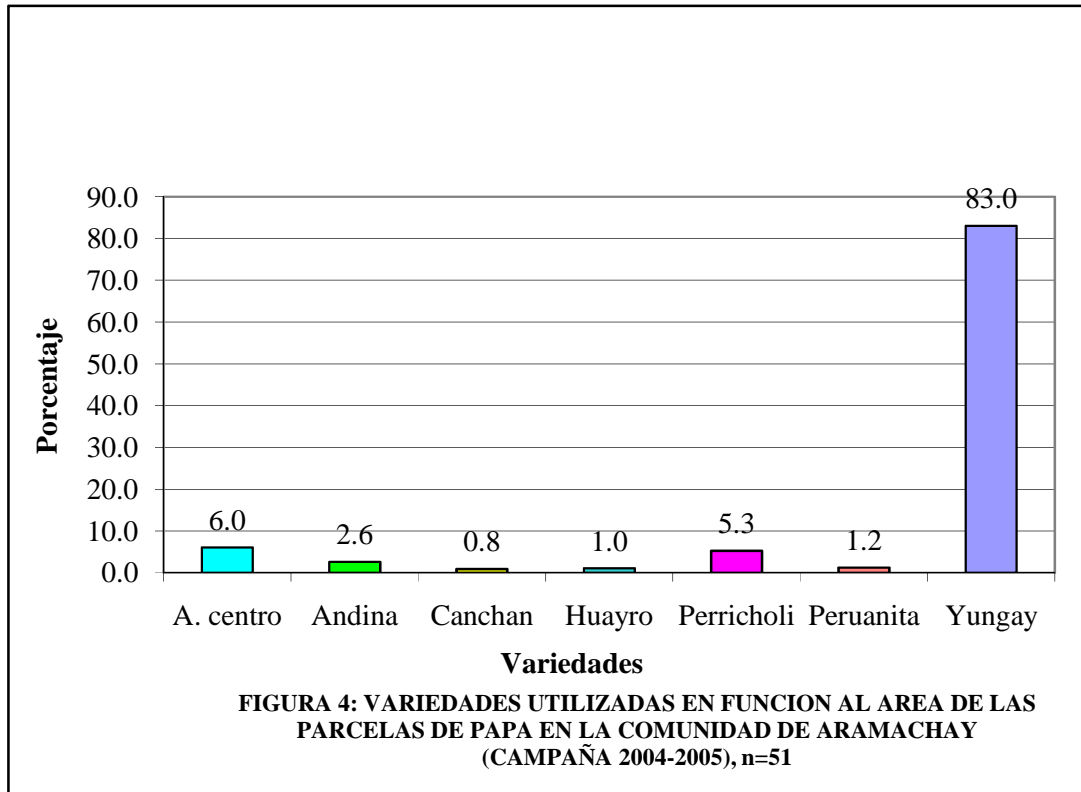
**A. Centro:** Amarilla del centro

En la comunidad de Aramachay los agricultores no están incurriendo en el costo de la semilla de papa, según Egúsqiza, (2000), en el País el costo de la semilla representa entre el 30 y 40 % del costo total de producción.

**5.2.4. Variedades sembradas**

Las variedades se pueden clasificar por su origen en nativas y mejoradas (Egúsqiza, 2000). Las variedades nativas registradas en la campaña 2004-2005 fueron: Amarilla del centro, Huayro y Peruanita, sumando un total de 8.3% del área evaluada. Las variedades mejoradas fueron:

Yungay, Andina, Perricholi y Canchán haciendo un total de 91.7%. De éstas, la variedad más sembrada fue Yungay, que representó un 83% del área total evaluada (Figura 4).



Las variedades nativas identificadas en la campaña 2004-2005 en la comunidad de Aramachay coinciden con las reportadas previamente por Salvatierra, (1985) como preferidas en la comunidad (Cuadro 16).

Entre las variedades mejoradas sin embargo, la única variedad coincidente con las reportadas por Salvatierra es Yungay. Puede apreciarse la introducción de nuevas variedades comerciales en un lapso de 20 años, desplazando a las anteriormente cultivadas. Este cambio puede asociarse a las preferencias del mercado y al rendimiento obtenido.

**Cuadro 16: Variedades de papa preferidas en la Comunidad de Aramachay**

| <b>NATIVAS</b>                   | <b>MEJORADAS</b> |
|----------------------------------|------------------|
| 1. Huayro (roja o negra)         | 1. Yungay        |
| 2. Amarilla                      | 2. Tarmaña       |
| 3. Pashón (blanca, roja o negra) | 3. Mi Perú       |
| 4. Ploma                         | 4. Renacimiento  |
| 5. Común (blanca o negra)        | 5. Revolución    |
| 6. Cuchi Ismay                   | 6. Huancayo      |
| 7. Negra                         | 7. Huaytapallana |
| 8. Canteña                       | 8. Mariva        |
| 9. Señorita                      | 9. Capiro        |
| 10. Viuda                        | 10. Renovación   |
| 11. Vieja                        |                  |
| 12. Peruana                      |                  |
| 13. Shiri                        |                  |

Fuente: Salvatierra (1985)

#### **5.2.5. Densidad de siembra**

Los distanciamientos de siembra variaron mucho de acuerdo a los siguientes factores: fertilidad del suelo en el cual se va sembrar, la variedad empleada y la profundidad del suelo. Los distanciamientos encontrados en las parcelas de papa en la comunidad de Aramachay fueron en promedio de 0.4 m para el distanciamiento entre plantas y 1.0 m para el distanciamiento entre surcos. La densidad de plantación promedio fue de 25.293 golpes/Ha (Cuadro 17).

La distribución de la semilla en campo es una labor casi exclusiva de la mujer. Por lo general, se siembran dos tubérculos semilla por golpe si son pequeños (de 24 a 56 g) y un tubérculo de semilla por golpe si tiene un peso mayor de 94 gr. Ver (anexo 12 sobre selección de tubérculo de papa durante la cosecha y anexo 17 y 18 sobre clasificación de tubérculo). Es una práctica común el intercalar la semilla pequeña con la más grande entre golpes.

**Cuadro 17: Distanciamientos de siembra y número de golpes/Ha en el cultivo de papa en la comunidad de Aramachay (Campaña 2004-2005)**

| Distancias   | Distanciamiento de siembra (m) y número de golpes/Ha |        |          | D.E   | %C.V |
|--------------|--|--------|----------|-------|------|
|              | Mínimo   | Máximo | Promedio |       |      |
| Entre golpes | 0.2  | 0.5    | 0.4      | 0.1   | 24.8 |
| Entre surcos | 0.9  | 1.2    | 1.0      | 0.1   | 6.9  |
| Golpes/Ha    | 18,182   | 47,619 | 25,293   | 6,269 | 34   |

**n = 51 Rendimientos contenidas en 33 parcelas**

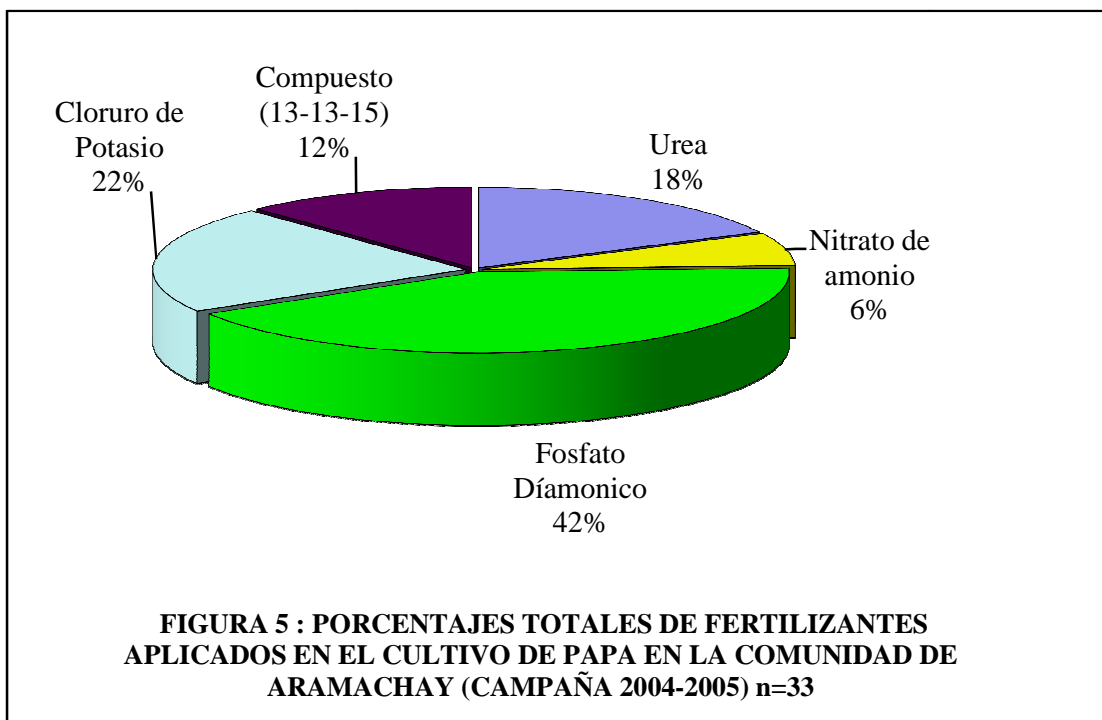
### 5.2.6. Abonamiento y fertilización

Todas las parcelas de papa evaluadas en la comunidad de Aramachay recibieron un abonamiento que incluyó una aplicación de abono orgánico y de fertilizantes químicos en la siembra, en la cual la mezcla de estiércol es colocada en el fondo del surco a línea corrida o por golpe y la mezcla de fertilizantes es depositada sobre la materia orgánica. El 75% de las parcelas recibieron una segunda fertilización en el momento del aporque. Por otro lado, del total de fertilizantes químicos empleados en las 33 parcelas en el momento de la siembra y el aporque durante la campaña evaluada tuvieron una participación en porcentaje como sigue: fosfato diamónico con un 41%, seguido del cloruro de potasio con un 22%, úrea con 18%, un Compuesto (13-13-15) con 12% y finalmente el nitrato de amonio con un 7% (Figura 5) Estos fertilizantes son obtenidos al contado por los agricultores generalmente después de la cosecha de papa

### 5.2.7. Desmalezado

El deshierbo o desmalezado, fue realizado entre los 14 y 82 días después de la siembra (Cuadro 18), empleando para esta labor 134 horas (17 jornales por hectárea) (Cuadro 20). Esta información coincide con datos reportados anteriormente por Marina (1986).

La herramienta más frecuentemente empleada para el deshierbo es el pico. No se registró la aplicación de ningún tipo de herbicidas en el control de las malezas en papa en la comunidad.



### 5.2.8. Aporque

El aporque es una labor que nunca es descuidada por el agricultor. Es una labor agronómica que consiste en elevar los camellones de los surcos trasladando la tierra al cuello de la planta de papa.

El aporque fue realizado entre los 31 y 84 días después de la siembra (Cuadro 18), empleando para esta actividad 140 horas (18 jornales por hectárea) (Cuadro 20). Mediante el aporque los agricultores controlan malezas, protegen a la planta contra el ataque de insectos y enfermedades, y aprovechan para incorporar los fertilizantes químicos.

### 5.2.9. Manejo de insectos

La principal plaga es el gorgojo de los andes (*Premnotrypes* spp), para el control de esta plaga se realizan entre dos a tres aplicaciones de productos químicos durante la campaña. La primera aplicación es realizada aproximadamente a los 35 días después de la siembra. Los agricultores mencionan que el momento de aplicación es reconocer algunas comeduras en las hojas, ya que es muy difícil encontrar a los insectos adultos de día pues estos permanecen debajo de la tierra.

Las dosis y el gasto de agua por hectárea se muestra en el anexo 11, también hay que subrayar que el gasto de agua es mayor conforme aumenta el follaje del cultivo y las aplicaciones son mayores en los campos con variedades comerciales que en los de variedades nativas, porque las primeras son destinadas para el comercio, mientras que las últimas son para su autoconsumo.

#### **5.2.10. Manejo de Enfermedades**

La enfermedad que se presentó más frecuentemente en los campos evaluados fue la racha o hiello fungoso (*Phytophthora infestans*). Los productos químicos más empleados fueron los recomendados para el control de esta enfermedad. Los ingredientes activos identificados fueron: oxamil cymoxamil y propineb. Las dosis aplicadas fueron superiores a las recomendadas por los fabricantes ver (anexo 11 sobre plaguicidas aplicados al cultivo de papa) Entre uno a dos aplicaciones de productos fitosanitarios son realizadas durante la campaña. Ellos manifiestan que el criterio de decisión para la aplicación preventiva es la ocurrencia de condiciones de alta precipitación y temperatura durante el día seguida de noches frías, lo cual requiere prevenir contra el ataque de la enfermedad.

Se encontró un mayor énfasis en el tiempo y la dosis de aplicaciones en las variedades comerciales que para las variedades nativas.

#### **5.2.11. Cosecha**

La labor de cosecha es realizada con la participación de toda la familia, siendo necesario en algunos casos contratar mano de obra adicional. La cosecha demandó 289 horas, equivalentes a 36 jornales por hectárea ver el (Cuadro 20), siendo efectuada entre los 143 y 286 días después de la siembra (Cuadro 18). La cosecha en la comunidad puede realizarse empleando arado de yunta o tractor. Cabe señalar que la cantidad de jornales depende de la modalidad de cosecha. Si es empleada la tracción animal se requieren entre 25 a 30 operarios, pero si la cosecha es mecánica es de 15 a 20 operarios por hectárea (Egúsqüiza, 2000). Marina (1986), reporta por su parte 41 jornales por hectárea para el cultivo de papa en el caso de una unidad agrícola familiar, donde la cosecha fue realizada en forma manual empleando picos.

Por otra parte en el anexo 12 , 17 y 18 se puede ver la selección de tubérculos de papa en la cosecha realizados principalmente por las mujeres; cabe señalar que esta selección depende del tamaño de las variedades de papas

**Cuadro 18. Tiempo de ejecución de las diferentes labores agronómicas en el cultivo de papa con relación a la siembra en la comunidad de Aramachay (Campaña 2004-2005)**

| Actividad          | Tiempo de ejecución de las diferentes labores agronómicas (Días después de la siembra) |        |          | D.E | %C.V |
|--------------------|--|--------|----------|-----|------|
|                    | Mínimo   | Máximo | Promedio |     |      |
| <b>Desmalezado</b> | 14   | 82     | 44       | 15  | 35   |
| <b>Aporque</b>     | 31   | 84     | 63       | 11  | 17   |
| <b>Cosecha</b>     | 180  | 286    | 221      | 34  | 15   |

**n = 33** Parcelas

### 5.2.12. Procedencia de la mano de obra

Los miembros de la familia constituyen la principal fuente de mano de obra para el cultivo de papa en la comunidad. Los resultados muestran que un 52.2 % de la mano de obra es aportada por la misma familia (Cuadro 19). Un 32.6 % es obtenido mediante la modalidad de contrata y finalmente el 15.1 % bajo la forma del *Ullay* (forma directa de Intercambio igual de mano de obra) Bilinsky (1986). Esto revela que la mano de obra que no es remunerada con dinero representa el 67.3 %.

La distribución de la mano de obra por género, indica una fuerte predominancia de la mano de obra masculina (79.6%). Se pudo ver que las mujeres participan principalmente en las labores de siembra y cosecha Esta información coincide por lo reportado por Fernández (1989b), que menciona que las mujeres son responsables del cuidado, selección y siembra de la semilla y del procesamiento de los alimentos.

**Cuadro 19: Distribución de la mano de obra empleada en el cultivo de papa por procedencia y género comunidad de Aramachay**

**(Campaña 2004-2005)**

| <b>Género</b>  | <b>Procedencia de la mano de obra (%)</b> |                 |              | <b>Total</b> |
|----------------|---|-----------------|--------------|--------------|
|                | <b>Familiar</b>                           | <b>Contrata</b> | <b>Ullay</b> |              |
| <b>Varones</b> | 40.7                                      | 27.6            | 11.3         | <b>79.6</b>  |
| <b>Mujeres</b> | 11.5                                      | 5.1             | 3.8          | <b>19.4</b>  |
| <b>Total</b>   | 52.2                                      | 32.7            | 15.1         | <b>100</b>   |

**n = 33** Parcelas

La cosecha es la labor que consume mayor número de horas de trabajo (Cuadro 20). Le sigue en importancia la siembra, el aporque y el desmalezado. La cantidad de trabajo requerida para la fertilización química y orgánica del cultivo no fue considerada ya que esta se realiza aprovechando labores culturales como la siembra y el aporque.

En la Figura 1 se observa que la mayor mano de obra requerida al cultivo de papa se encuentra entre la quincena de noviembre y finales de diciembre sumando en promedio 53 jornales/ha durante este periodo. Por otro lado, el momento de la cosecha de papa es realizado a los 180 – 280 días después de la siembra teniendo un rango de dispersión de 100 días. El primer momento de cosecha el agricultor sembró la papa con el objetivo de obtener semilla y el segundo momento de cosecha el agricultor dejó un mayor tiempo del promedio requerido por la papa en el campo por tratar de conseguir un mejor precio en el mercado de dicho producto.

Por otra parte, la precipitación durante el periodo fonológico del cultivo de la papa sumó aproximadamente 600 mm, siendo muy marcado durante los meses de noviembre a abril favoreciendo el desarrollo del cultivo de papa. Se considera un año seco por la cantidad de precipitación medida esperándose un mejor rendimiento si la cantidad de precipitación hubiera sido mayor (Figura 2)

**Cuadro 20: Distribución de la mano de obra empleada para las diferentes labores agronómicas en el cultivo de papa en la comunidad de Aramachay**

(Campaña 2004-2005)

| Actividad   | Cantidad efectiva de trabajo en el cultivo de papa (Horas/Ha) |        |          | D.E | %C.V |
|-------------|---|--------|----------|-----|------|
|             | Mínimo  | Máximo | Promedio |     |      |
| Siembra     | 56  | 412    | 162      | 100 | 62   |
| Desmalezado | 34  | 524    | 134      | 92  | 69   |
| Aporque     | 50  | 425    | 140      | 78  | 55   |
| Cosecha     | 89  | 734    | 289      | 159 | 55   |

n = 33 Parcelas

### 5.2.13. Extensión de las parcelas

De un total de 33 parcelas evaluadas en el estudio, se encontró que el 54.5 % tenía menos de 2500m<sup>2</sup>, el 33.3 % estaba entre 2500 y 5000 m<sup>2</sup> y solo un 12% tenía más de 5000m<sup>2</sup>. Están distribuidas en los diferentes pisos altitudinales de la comunidad. Además, la parcela más pequeña es de 426m<sup>2</sup> y la más grande es de 9011m<sup>2</sup> (Cuadro 21).

**Cuadro 21: Tamaño de las parcelas evaluadas en el cultivo de papa en la comunidad de Aramachay (Campaña 2004-2005)**

| Rango       | Tamaño de las parcelas (m <sup>2</sup> ) |        |          | Número de parcelas | Porcentaje |
|-------------|--|--------|----------|--------------------|------------|
|             | Mínimo                                   | Máximo | Promedio |                    |            |
| < 2500      | 426                                      | 2483   | 1629     | 18                 | 54.5       |
| 2500 – 5000 | 2576                                     | 4862   | 3395     | 11                 | 33.3       |
| > 5000      | 5162                                     | 9011   | 6223     | 4                  | 12.2       |
| Total       | 426                                      | 9011   | 2774     | 33                 | 100        |

n = 33 Parcelas

#### 5.2.14. Rotación de cultivo

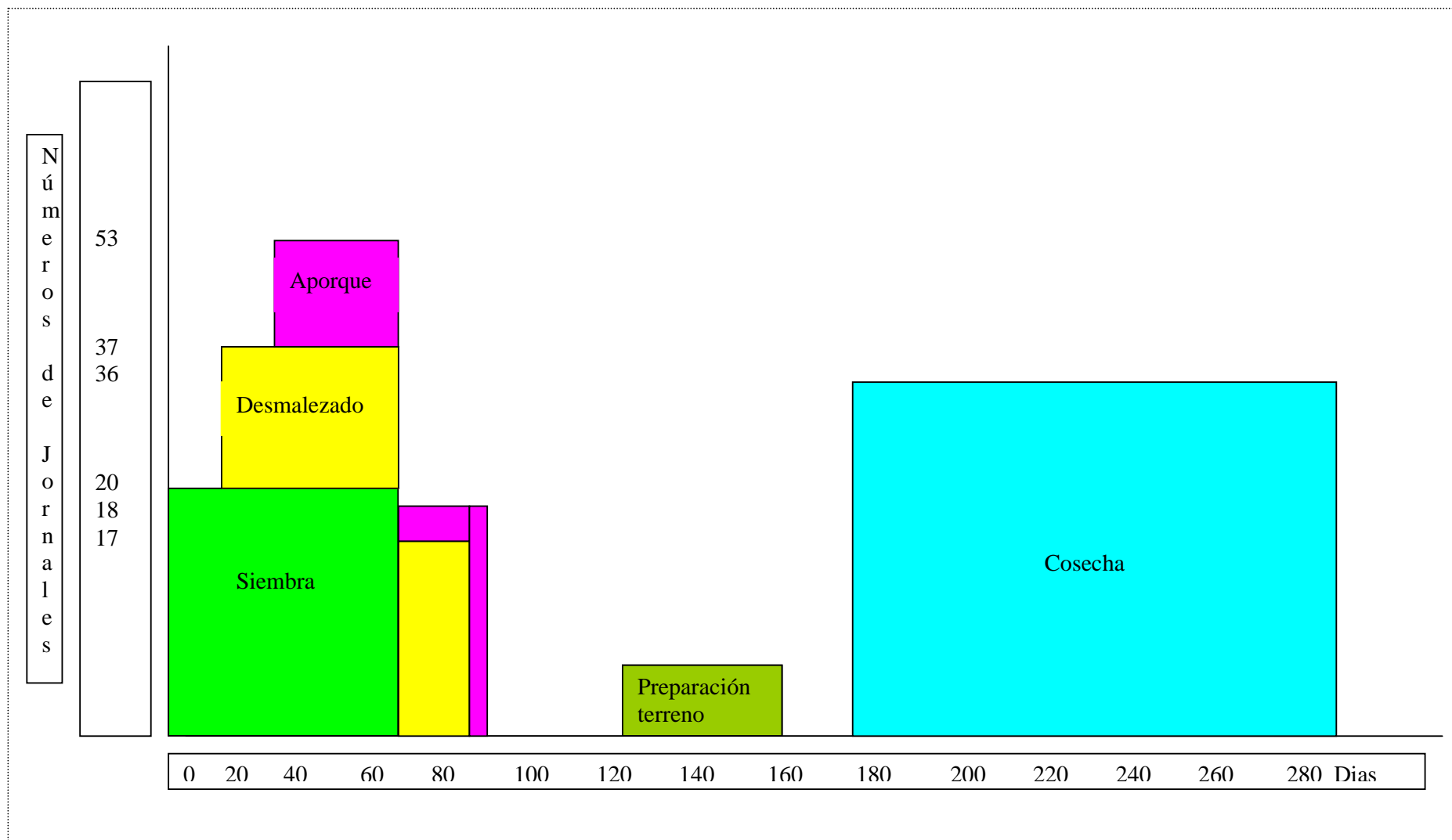
Los principales sistema de rotación, identificados en la comunidad de Aramachay se resumen en el Cuadro 22; puede apreciarse que a mayor altura los años de secuencia de cultivos disminuyen y los años de descanso se incrementan en comparación con las zonas más bajas. Esta variación puede deberse a que a altitudes mayores se incrementa las condiciones adversas del clima, tales como sequías, heladas, granizadas, etc. También el cultivo de maíz no sobrepasa los 3600 m.s.n.m. siendo una característica principal de la zona baja que los agricultores de la comunidad determinaron. Por otra parte, en un informe de Salvatierra (1985) señala haber encontrado 13 especies de cultivos diferentes que se cultivan; pero los cultivos en rotación son coincidente al que se esta reportando en el estudio.

**Cuadro 22: Sistema de rotación de los principales cultivos en la comunidad de Aramachay**

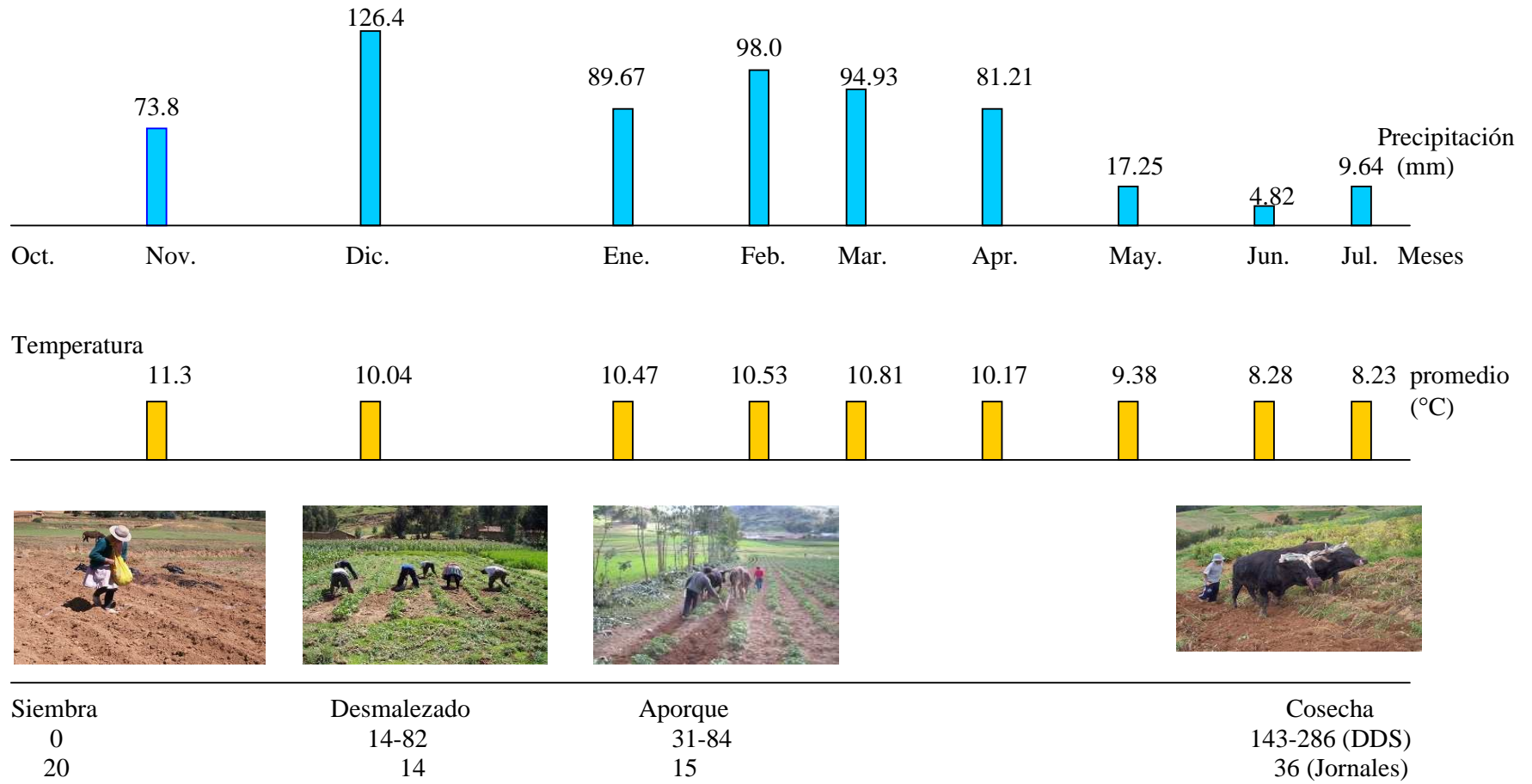
| Zonas                                | Rotaciones de cultivos en años |                     |                |             |                   |
|--------------------------------------|--------------------------------|---------------------|----------------|-------------|-------------------|
|                                      | 1                              | 2                   | 3              | 4           | 5                 |
| <b>Alta</b><br>3800-4000<br>m.s.n.m  | Papa                           | Avena/cebada/mashua | Descanso       | Descanso    | Papa              |
| <b>Media</b><br>3600-3800<br>m.s.n.m | Papa                           | Cebada / trigo      | Haba           | Descanso    | Papa              |
|                                      | Papa                           | Cebada / trigo      | Haba/ arveja   | Papa        | Cebada /<br>trigo |
| <b>Baja</b><br>3400-3600<br>m.s.n.m  | Papa                           | Maíz/haba           | Cebada / trigo | Haba/arveja | Papa/trigo        |

**n = 153 parcelas de rotación en cuatro años anteriores a la campaña 2004-2005**

Figura 6.- Calendario agrícola en la comunidad campesina de Aramachay (Campaña 2004-2005)



**Figura 7.- Resumen de las prácticas culturales realizadas en el cultivo de papa en la comunidad de Aramachay**



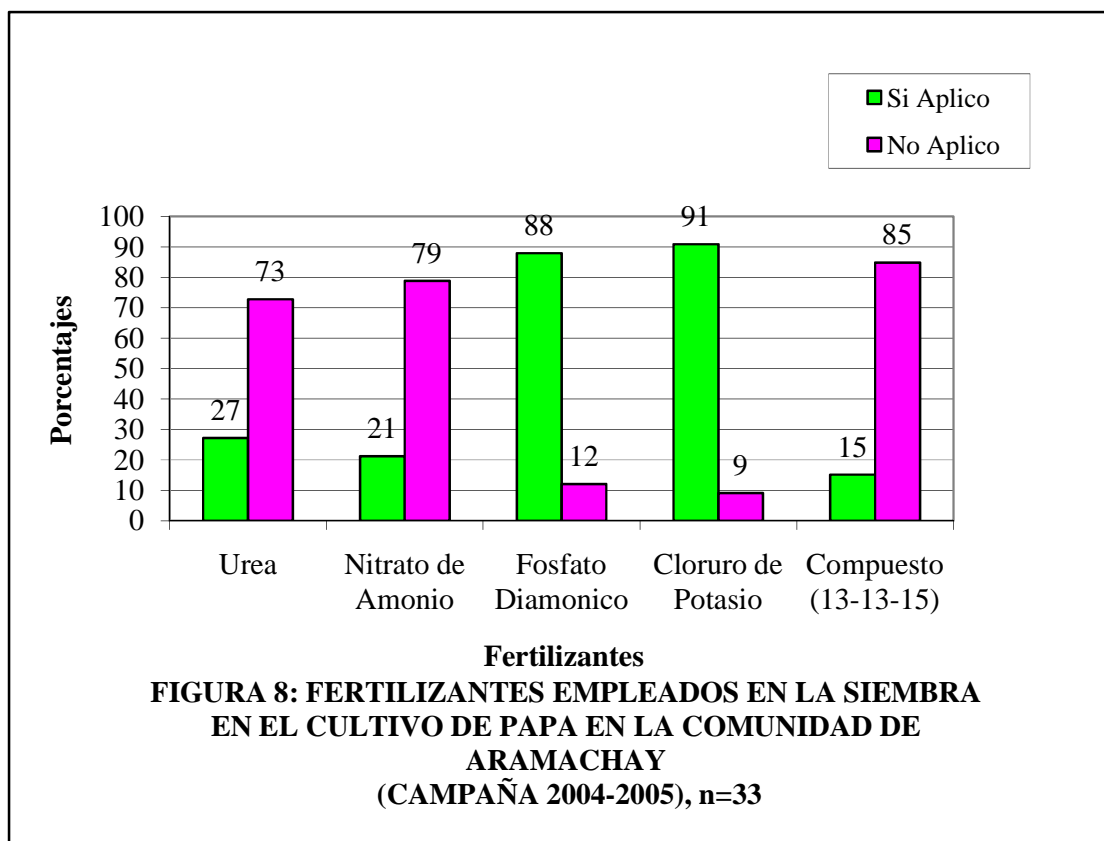
DDS: Días después de la siembra

### 5.3. Identificar y cuantificar las diferentes fuentes de nutrientes que utilizan para fertilizar el cultivo de papa

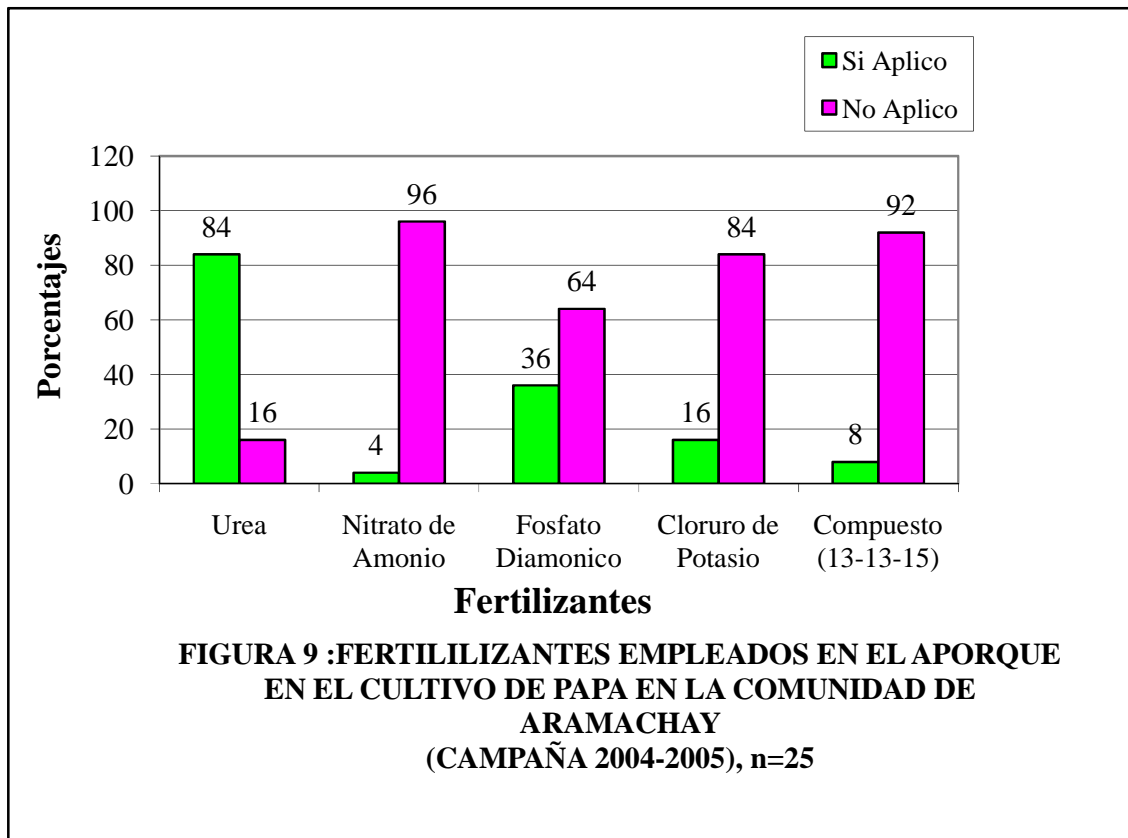
Las diferentes fuentes de nutrientes orgánicos e inorgánicos que se emplearon en el cultivo de papa se resumen a continuación.

#### 5.3.1. Épocas de aplicación de las diferentes fuentes inorgánicas

De las 33 parcelas evaluadas en el cultivo de papa, se encontró que en la siembra las parcelas que aplicaron los fertilizantes fueron: un 91% el cloruro de potasio, un 88% el fosfato diamónico, un 27% la urea, un 21% el nitrato de amonio y finalmente un 15% el compuesto (13-13-15), de estos se puede ver que los fertilizantes más utilizados fueron el fosfato diamónico y el cloruro de potasio, debido a que, éstos son la base para la fertilización en el momento de la siembra, además son las fuentes más conocidas por los agricultores en la comunidad (Figura 8).



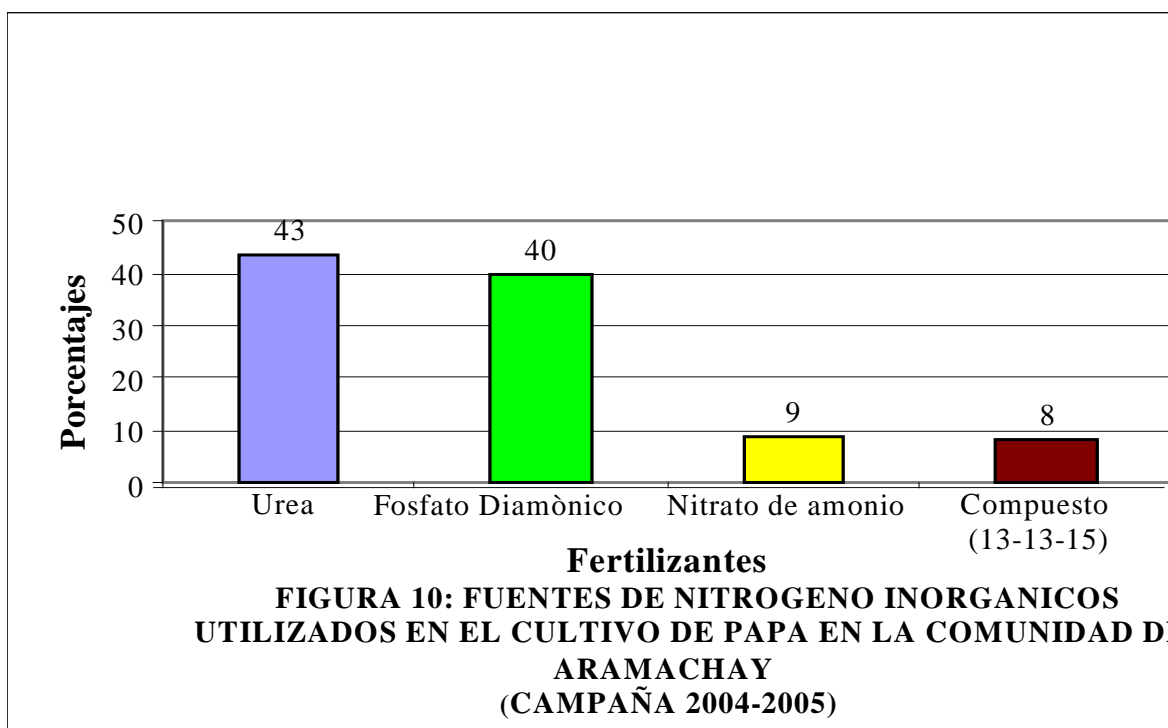
Por otro lado, en el momento del aporque de las 33 parcelas evaluadas al inicio sólo 25 parcelas realizaron la segunda fertilización y de éstas se registro lo siguiente: el 84% de las parcelas aplica la úrea, un 36% el fosfato diamónico, un 16% el cloruro de potasio, un 8% el compuesto (13-13-15) y finalmente un 4% el nitrato de amonio, de estos datos se puede ver que las parcelas que aplicaron en mayor porcentaje el fertilizante inorgánico fue la úrea, debido a que, es la fuente de nitrógeno que más se conoce y esta al alcance por el agricultor (Figura 9).



### 5.3.2. Fuentes de nitrógeno inorgánico

Durante la campaña del cultivo de papa los agricultores utilizan diferentes fuentes que proporcionan nitrógeno inorgánico para fertilizar el cultivo estos son: la ùrea aporta un 43 %, el fosfato diamónico el 40%, el nitrato de amonio un 9% y finalmente el

compuesto (13-13-15) con sólo un 8% de estos los fertilizantes los más empleados son la urea y el fosfato diamónico ambos suman un 83%, siendo las principales fuentes nítricas registradas (Figura 10).

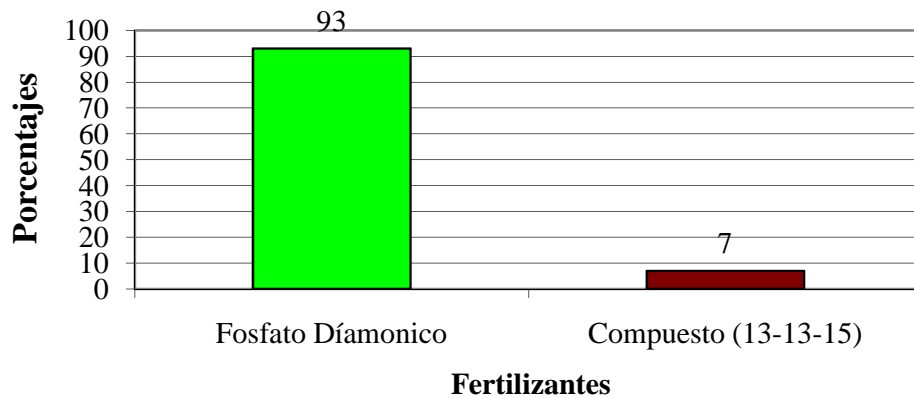


### 5.3.3. Fuentes de fósforo inorgánico

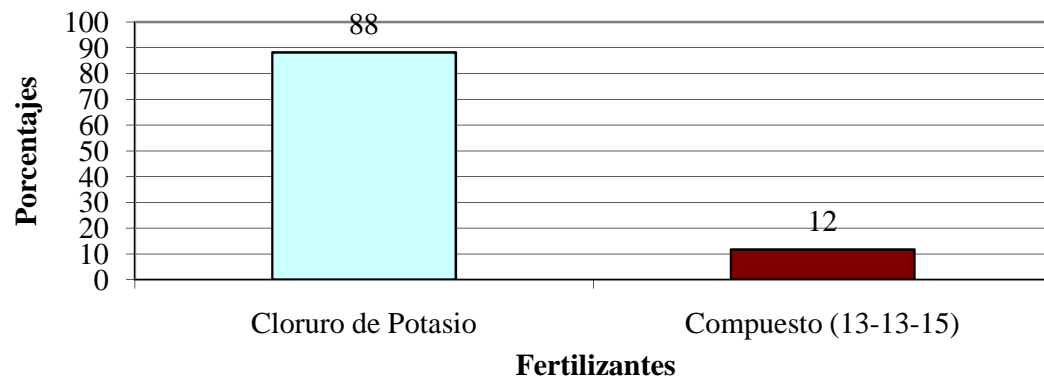
Las fuentes de fósforo inorgánico aplicadas en la campaña de papa en la comunidad son: el fosfato diamónico y el compuesto (13-13-15), los que aportan 93% y 7% del  $P_2O_5$  aplicado, respectivamente (Figura 11) además, cabe señalar que el fosfato diamónico también aporta nitrógeno (Figura 10).

### 5.3.4. Fuentes de potasio inorgánico

Las diferentes fuentes de potasio aplicado en el cultivo de papa son: cloruro de potasio y el compuesto (13-13-15). Éstos aportan 88 % y 12% del  $K_2O$  aplicado, respectivamente (Figura 12).



**FIGURA 11: FUENTES DE FOSFORO INORGANICO UTILIZADO EN EL CULTIVO DE PAPA EN LA COMUNIDAD DE ARAMACHAY (CAMPAÑA 2004-2005)**



**FIGURA 12: FUENTES DE POTASIO INORGANICO UTILIZADO EN EL CULTIVO DE PAPA EN LA COMUNIDAD DE ARAMACHAY (CAMPAÑA 2004-2005)**

Puede afirmarse que la principal fuente de K<sub>2</sub>O es el cloruro de potasio. Debido a que, es la fuente más barata y su empleo no causa problema al cultivo ya que los suelos de la zona tienen un bajo nivel de salinidad. Ver el (Anexo 2).

### 5.3.5. Dosis de Fertilizantes

#### 5.3.5.1. Dosis de nitrógeno

Las dosis promedio aplicados de nitrógeno en el cultivo de papa en la siembra es de 85 Kg/Ha, mientras que, en el aporque el promedio aplicado es de 48 Kg/Ha, por otro lado la dosis total promedio es de 133 Kg/Ha (Cuadro 23).

**Cuadro 23: Dosis de nitrógeno inorgánico aplicados en la siembra y el aporque en el cultivo de papa en la comunidad de Aramachay (Campaña 2004-2005)**

| Épocas  | Dosis de nitrógeno inorgánico (Kg/Ha) |        |          | D.E | %C.V |
|---------|---------------------------------------|--------|----------|-----|------|
|         | Mínimo                                | Máximo | Promedio |     |      |
| Siembra | 24                                    | 236    | 85       | 45  | 53   |
| Aporque | 0                                     | 163    | 48       | 43  | 90   |
| Total   | 31                                    | 399    | 133      | 76  | 57   |

n = 33 Parcelas

#### 5.3.5.2. Dosis de fósforo

La dosis de fósforo promedio aplicada en el cultivo de papa en la siembra es de 131 Kg/Ha, mientras que, en el aporque el promedio aplicado es de 19 Kg/Ha, lo cual totaliza 150 Kg/Ha (Cuadro 24)

**Cuadro 24: Dosis de fósforo inorgánico aplicados en la siembra y el aporque en el cultivo de papa en la comunidad de Aramachay (Campaña 2004-2005)**

| Épocas  | Dosis de fósforo inorgánico (Kg/Ha) |        |          | D.E | %C.V |
|---------|-------------------------------------|--------|----------|-----|------|
|         | Mínimo                              | Máximo | Promedio |     |      |
| Siembra | 26                                  | 442    | 131      | 92  | 71   |
| Aporque | 0                                   | 95     | 19       | 32  | 167  |
| Total   | 33                                  | 536    | 150      | 103 | 69   |

n = 33 Parcelas

### 5.3.5.3. Dosis de potasio

La dosis aplicadas de potasio en promedio en el cultivo de papa en la siembra es de 99Kg/Ha, mientras que, en el aporque el promedio aplicado es de 11Kg/Ha, por otro lado la dosis total promedio es de 110Kg/Ha (Cuadro 25).

**Cuadro 25: Dosis de potasio inorgánico aplicados en la siembra y el aporque en el cultivo de papa en la comunidad de Aramachay (Campaña 2004-2005)**

| Épocas  | Dosis de potasio inorgánico (Kg/Ha) |        |          | D.E | %C.V |
|---------|-------------------------------------|--------|----------|-----|------|
|         | Mínimo                              | Máximo | Promedio |     |      |
| Siembra | 33                                  | 189    | 99       | 36  | 37   |
| Aporque | 0                                   | 99     | 11       | 24  | 213  |
| Total   | 33                                  | 189    | 110      | 40  | 36   |

**n = 33 Parcelas**

En resumen se puede ver que la dosis de fertilización en promedio fue de (133-150-110) de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O respectivamente. Sin embargo, dosis inferiores de fertilización (53-0-0 de N P K) han sido reportadas por Salvatierra (1985). Esto demuestra que los agricultores en la comunidad de Aramachay, realizan una alta dosis de aplicación de fertilizantes inorgánicos, porque están cultivando con destino comercial.

### 5.3.6. Aplicación de la materia orgánica

Las fuentes orgánicas aplicadas en el cultivo de papa son provenientes de mezclas de estiércoles de ovinos, vacunos, porcinos, cuyes, aves, y burros, que son acumulados durante un año en el corral.

### 5.3.7. Dosis de estiércoles aplicados

Las dosis promedio aplicadas para abonar al cultivo de papa en la comunidad de Aramachay se encuentra entre 3,175 y 21,948 Kg/Ha de estiércol fresco (Cuadro 26). Detrás de estas cantidades aplicadas al cultivo de papa hay que considerar el número de animales que tienen los agricultores ver (anexo 12) y también la facilidad con que cuenta para trasladar el estiércol hacia sus parcelas y poder traerlas de otras

comunidades (*canchallo*) como lo realizan algunos de ellos que compran a tres nuevos soles un saco de 70-80 Kg

La cantidad promedio de estiércol aplicada en las parcelas de estudio en la comunidad fue de 10,862 Kg/Ha. Este valor es un poco menor que el reportado por Salvatierra (1985) de 11,179 Kg/Ha.

**Cuadro 26: Cantidad de estiércol aplicado al cultivo de papa en la comunidad de Aramachay (Campaña 2004 - 2005)**

| Estiércol | Cantidad de estiércoles utilizadas (Kg) |        |          | D.E  | %C.V |
|-----------|---|--------|----------|------|------|
|           | Mínimo                                  | Máximo | Promedio |      |      |
| Siembra   | 3175                                    | 21948  | 10862    | 4911 | 45   |

n = 33 Parcelas

### 5.3.8. Aporte de nutrientes por la materia seca del guano aplicado

Las cantidades de nitrógeno, fósforo y potasio aportados por el estiércol son: 163, 106, 363 Kg/Ha respectivamente en la materia seca del guano agregado (Cuadro 27). Cabe señalar que la cantidad de potasio aportada es alto, debido principalmente por un alto porcentaje en la materia seca de este elemento, ya que los estiércoles contenían cenizas y es justamente en este residuo donde se encuentra en un alto porcentaje (Cuadro 28). Por otro lado, el contenido de materia orgánica promedio es de 35.58 %. Los contenidos promedio de nitrógeno y fósforo son de 1.36 y 1.06%, respectivamente (Cuadro 29).

**Cuadro 27: Cantidad de nutrientes aplicados por la materia seca en el guano agregado al cultivo de papa en la Comunidad de Aramachay (Campaña 2004-2005)**

| Nutrientes | Cantidad de nutrientes (Kg) |        |          | D.E | %C.V |
|------------|-----------------------------|--------|----------|-----|------|
|            | Mínimo                      | Máximo | Promedio |     |      |
| Nitrógeno  | 40                          | 275    | 136      | 61  | 45   |
| Fósforo    | 31                          | 213    | 106      | 48  | 45   |
| Potasio    | 106                         | 733    | 363      | 164 | 45   |

n = 33 Parcelas

**Cuadro 28: Análisis de cenizas aplicadas a la mezclas de estiércoles en el cultivo de papa en la comunidad de Aramachay (Campaña 2004-2005)**

| Muestras | Contenido de elementos (%)    |                  |      |      |
|----------|-------------------------------|------------------|------|------|
|          | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O | CaO  | MgO  |
| 1        | 1.7                           | 10.6             | 18.2 | 2.4  |
| 2        | 1.2                           | 9.2              | 37.4 | 3.1  |
| Promedio | 1.8                           | 9.9              | 27.8 | 2.75 |

**n = 2 Muestras**

**Cuadro 29: Contenido de elementos nutritivos de diferentes estiércoles de corral procedentes de la comunidad de Aramachay (Campaña 2004-2005)**

| Muestras        | pH   | C.E<br>ds/m | Nutrientes en (%) calculados a 100% materia seca |      |                               |                  |      |      |      |       |
|-----------------|------|-------------|--|------|-------------------------------|------------------|------|------|------|-------|
|                 |      |             | M.O  | N    | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O | CaO  | MgO  | Na   | Hd    |
| 1               | 8.50 | 7.59        | 43.6   | 1.56 | 1.19                          | 3.90             | 4.07 | 1.09 | 0.23 | 10.73 |
| 2               | 8.00 | 10.94       | 33.2   | 1.40 | 1.19                          | 3.62             | 4.35 | 0.99 | 0.21 | 9.90  |
| 3               | 7.90 | 9.10        | 26.4   | 1.14 | 0.72                          | 3.02             | 2.12 | 0.85 | 0.11 | 9.65  |
| 4               | 7.80 | 9.12        | 36.80  | 1.45 | 1.34                          | 3.58             | 7.25 | 1.60 | 0.23 | 5.04  |
| 5               | 8.00 | 7.60        | 37.90  | 1.26 | 0.85                          | 4.06             | 5.57 | 1.32 | 0.21 | 5.30  |
| <b>Promedio</b> | 8.04 | 8.87        | 35.58  | 1.36 | 1.06                          | 3.64             | 4.67 | 1.17 | 0.20 | 8.12  |

**n = 5 Muestras**

## **5.4. Descripción del proceso de preparación de materia orgánica en la comunidad**

### **5.4.1. Componentes:**

Los estiércoles de diferentes animales: vacunos, ovinos, burros, cerdos cuyes, gallinas, etc. Son las principales fuentes de materia orgánica de las cuales disponen los agricultores de la comunidad para el abonamiento de los cultivos. Los estiércoles son generalmente fermentados en mezcla con materiales de origen vegetal como restos de cosecha (siendo la paja de cebada el principal residuo), alimento de animales (heno) y desechos de cocina.

La descomposición aeróbica de éstos materiales incluye la adición de cenizas, las cuales proceden principalmente de las cocinas a leña de las casas de los agricultores. Dentro de las especies más frecuentemente empleadas como combustible destacan el eucalipto (*Eucalyptus* sp), el quinal (*Polylepis* sp) y el aliso (*Alnus* sp.). Cabe señalar que las cenizas no constituyen un aporte significativo de carbono, pero sí de elementos minerales como el potasio, calcio y magnesio, enriqueciendo de esta manera los estiércoles.

El agua es otro componente importante durante el proceso de maduración de los estiércoles, pudiendo ser aplicada en forma de riego o ser aportada por la lluvia.

Siendo la papa, el cultivo “de caja” para los agricultores de la sierra peruana, recibe por lo general las mayores dosis de fertilizante químico, y casi la totalidad del abonamiento orgánico. Esto fue encontrado en la comunidad de Aramachay, donde la disponibilidad de materia orgánica por lo agricultores, fue empleada en las parcelas de papa a ser sembradas durante la campaña.

### **5.4.2. Procesos:**

Un proceso común para la preparación y el manejo de los estiércoles disponibles fue identificado entre los agricultores de papa en la comunidad de Aramachay:

**5.4.2.1.Acumulado:** La acumulación constante de las deyecciones de los animales en el corral permite formar capas de estiércol en el mismo piso. El espesor de estas capas varía dependiendo de la cantidad y peso de los animales en el corral, pudiendo el estiércol encontrarse muy compactado y apisonado. El proceso de acumulación ocurre entre los meses de Septiembre a Agosto del año siguiente.



**Foto 1: Acumulado del estiércol en el corral por diferentes especies de animales en la comunidad de Aramachay (campaña 2004-2005)**

**5.4.2.2.Escarbado y picado:** Una vez al año, las capas de estiércol acumulado en el piso del corral son removidas empleando picos, trinchas y rastrillos. Los bloques grandes de estiércol apisonado son posteriormente fragmentadas mediante el empleo de picos, para incrementar su superficie. Esta labor es realizada entre los meses de Septiembre a Octubre, poco antes del inicio de la campaña de siembras.

**5.4.2.3.Apilado y mezclado:** Luego de las labores de escarbado y picado, el estiércol obtenido de las capas es acumulado en pilas altas para favorecer su descomposición aeróbica. Los estiércoles de animales que no son criados en el corral (cuyes, cerdos, etc.) así como los restos de la alimentación del ganado y residuos de cocina son mezclados en las pilas, las cuales son luego uniformemente mezcladas. Esta labor es realizada en Octubre.



**Foto 2.:Apilado y mezclado del estiércol en los corrales en la comunidad de Aramachay (campaña 2004-2005)**

**5.4.2.4.Fermentado:** Las pilas de estiércol anteriormente descritas, son regadas por los agricultores o se permite que sean convenientemente mojadas por las primeras lluvias de la temporada, para permitir una rápida descomposición aeróbica. Estas pilas pueden permanecer a la intemperie entre uno a dos meses, lo cual ocurre comúnmente entre los meses de Octubre a Noviembre; y pueden asimismo ser volteadas una vez durante este proceso para facilitar la maduración de la capa más externa de la pila que se seca mas rápidamente. En el volteo, la parte exterior de la pila es colocada en el centro del nuevo apilado. Es frecuente asimismo en este período, la adición de cenizas procedentes de los fogones o cocinas a leña. El fermentado tiene por objetivo disipar el calor generado por la respiración microbiana, permitiendo su aplicación directa sobre los tubérculos semilla, así como el enriquecimiento del abono con microorganismos benéficos. El proceso de fermentado culmina con un estiércol maduro y altamente poblado de actinomicetos (*Streptomyces*, etc.), la cual puede ser identificada por la coloración blanco-grisácea y el olor a tierra fresca del estiércol maduro.



**Foto 3: Fermentado del estiércol en los corrales en la comunidad de Aramachay (campaña 2004-2005)**

**5.4.2.5. Traslado a las parcelas:** Una vez maduro el estiércol, este es ensacado en bolsas de polipropileno, las cuales pueden pesar aproximadamente 60 – 70 Kg. Estos sacos de abono ya preparado son llevados a los campos a ser sembrados con papa. El traslado puede ser realizado con camiones, con carretas tiradas por tractor o por tracción animal; o sobre el lomo de animales de carga; siendo los burros, los mas frecuentemente empleados. El traslado de los abonos al campo es realizado poco antes de la siembra. Lo cual coincide con los meses de Octubre a Diciembre.



**Foto 4: Traslado del estiércol a las diferentes parcelas de papa en la comunidad de Aramachay (Campaña 2004-2005)**

**5.4.2.6. Distribución del abono en campo:** Cuando el campo a ser sembrado es extenso, el estiércol trasladado es inicialmente depositado en pilas distribuidas uniformemente en el campo para ser colocado sobre los tubérculos semilla durante la siembra. Si el campo es pequeño, el estiércol puede ser transportado el mismo día de la siembra y ser aplicado directamente del saco.



**Foto 5: Distribución del abono orgánico en las parcelas papa en la comunidad de Aramachay (Campaña 2004-2005)**

### **5.5. Pérdidas y ganancias relativas de nitrógeno en el cultivo de papa en la comunidad de Aramachay**

Un balance relativo de las entradas y salidas de nitrógeno en el sistema de producción de papa fue realizado en las parcelas evaluadas en la comunidad de Aramachay, a fin de explicar el destino del nitrógeno aplicado en la fertilización del cultivo de papa. La cantidad exacta de nitrógeno que se pierde en el sistema es muy difícil de cuantificar por las diferentes rutas posibles que puede tomar este elemento (extracción por el cultivo, lixiviación, volatilización, desnitrificación, erosión, etc.). Las pérdidas de nitrógeno son más difíciles de establecer que las correspondientes al fósforo y potasio. Se puede tratar de hacer un balance de pérdidas y ganancias de nitrógeno en una explotación, pero todavía existen problemas de medición en el balance de nitrógeno para químicos y agrónomos. Puede medirse el nitrógeno extraído de las cosechas y el lixiviado en el agua de drenaje; pero es más difícil medir el nitrógeno por volatilización, desnitrificación o inmovilización.

Las pérdidas y ganancias relativas por varios mecanismos varían con los distintos suelos. En una agricultura de altos insumos, la mayor salida del nitrógeno del suelo se produce en la extracción por las plantas. Las pérdidas por erosión, lavaje o volatilización son controladas mayormente por las precipitaciones y las prácticas de manejo del agua; por lo tanto las generalizaciones son difíciles. Sin embargo, las prácticas adecuadas de manejo de suelos y producción de cultivos, minimizan estas pérdidas.

Las salidas de nitrógeno del sistema pueden ser repuestas mediante la adición de residuos de cosechas y de abonos orgánicos; mediante la rotación de cultivos con leguminosas y con la aplicación de fertilizantes nitrogenados (Davelouis, 1991).

Las parcelas bajo estudio fueron agrupadas en tres categorías de acuerdo al nivel de aplicación de nitrógeno disponibles totales en el cultivo de papa, para un mejor análisis del balance de salidas de este elemento del suelo en el sistema productivo de papa:

Nivel bajo: Menor de 190 Kg N totales/Ha

Nivel medio: Entre 190 a 260 Kg N totales/Ha

Nivel alto: Mayor de 260 Kg N totales/Ha

## 5.6. Fuentes de nitrógeno en el cultivo de papa

### 5.6.1. Nitrógeno aportado por la materia orgánica del suelo

El contenido de materia orgánica en los suelos analizados en el presente estudio arrojó un promedio similar entre las parcelas agrupadas bajo los tres niveles de aplicación de N fertilizante. Las parcelas con niveles bajo medio y alto de fertilización nitrogenada, presentaron contenidos promedio de materia orgánica fue de 2.5 %, 2.4% y 2.5%, respectivamente (Cuadro 30).

La cantidad de nitrógeno aportada por la mineralización de la materia orgánica del suelo al cultivo de papa durante un año fue estimada a partir de los siguientes valores: el contenido promedio de materia orgánica en los suelos de las parcelas con niveles bajo, medio y alto de nitrógeno disponible total (Cuadro 30); el peso promedio de la capa arable del suelo (2500 TM), cuyo valor fue obtenido multiplicando la densidad aparente de un suelo de textura franca (predominante en la zona; Cuadro 12) por el volumen de la capa arable del suelo (considerando una profundidad promedio de 0.20 m); el contenido de nitrógeno en el humus estable del suelo (asumido en 5%; Nazario y Aguirre, 2004); y un coeficiente de mineralización de 1% considerado para zonas altoandinas (Davelouis, 1991).

**Cuadro 30: Porcentaje de nitrógeno de la materia orgánica de los suelos antes de campaña de siembra del cultivo de papa de la comunidad de Aramachay (Campaña 2004-2005)**

| NDNT  | Rango<br>(Kg N/Ha/año) | % de materia orgánica de los suelos |        |          | D.E. | %C.V. |
|-------|------------------------|-------------------------------------|--------|----------|------|-------|
|       |                        | Mínimo                              | Máximo | Promedio |      |       |
| Bajo  | 190                    | 1.7                                 | 3.3    | 2.5      | 0.41 | 16.0  |
| Medio | 190 – 260              | 1.5                                 | 3.2    | 2.4      | 0.55 | 22.6  |
| Alto  | 260                    | 1.5                                 | 3.7    | 2.5      | 0.71 | 28.9  |

**n = 47 rendimientos contenidos en 33 parcelas**

**NDNT:** Niveles disponibles de nitrógenos totales

Los resultados de nitrógeno mineral estimado anteriormente mostraron poca variación entre las parcelas bajo diferentes niveles de disponibilidad de nitrógeno. Así, en las parcelas con niveles bajo, medio y alto de nitrógeno

disponible total, esta mineralización tuvo un promedio de 32, 31 y 31 Kg/Ha/año, respectivamente (Cuadro 31).

Estos resultados parecen indicar que el contenido de materia orgánica del suelo no es usado por los agricultores de la comunidad de Aramachay como un criterio para definir la dosis de fertilización nitrogenada a aplicar en el cultivo de papa y que la cantidad de nitrógeno mineralizado de la materia orgánica del suelo no influyó en la fertilización aplicada.

**Cuadro 31: Cantidad de nitrógeno aportado por la materia orgánica del suelo al cultivo de papa de la comunidad de Aramachay (Campaña 2004-2005)**

| NDNT  | Rango<br>(Kg N/Ha/año) | Cantidad de nitrógeno aportado (Kg/Ha) |        |          | D.E. | %C.V. |
|-------|------------------------|--|--------|----------|------|-------|
|       |                        | Mínimo                                 | Máximo | Promedio |      |       |
| Bajo  | 190                    | 21.0                                   | 41.0   | 32.0     | 5.10 | 15.9  |
| Medio | 190 – 260              | 19.0                                   | 40.0   | 31.0     | 7.75 | 25.0  |
| Alto  | 260                    | 19.0                                   | 46.0   | 31.0     | 8.33 | 26.9  |

**n = 47 rendimientos contenidos en 33 parcelas**

### **5.6.2. Nitrógeno aportado por el abonamiento orgánico**

La cantidad de nitrógeno aportada al suelo por el abonamiento orgánico (estiércoles fermentados) fue estimada a partir del contenido promedio de nitrógeno en las cinco muestras de estiércoles analizadas en el LASPAF (Capítulo 2). La variación en el aporte de nitrógeno es por ello proporcional a la cantidad de estiércol aplicado a las parcelas de estudio (Cuadro 32).

La disponibilidad del nitrógeno procedente de los estiércoles para el cultivo de papa (asimilación rápida) fue estimada en 50% del total de nitrógeno aplicado. Asumiendo que el 50% restante es consumido por los microorganismos o incorporado en la formación de humus del suelo.

**Cuadro 32: Cantidad de nitrógeno aportado por el estiércol al cultivo de papa en la comunidad de Aramachay (Campaña 2004-2005)**

| NDNT  | Rango (Kg N/Ha/año) | Cantidad de nitrógeno aportado (Kg/Ha) |        |          | D.E   | %C.V |
|-------|---------------------|--|--------|----------|-------|------|
|       |                     | Mínimo                                 | Máximo | Promedio |       |      |
| Bajo  | 190                 | 25.0                                   | 96.0   | 49.0     | 21.87 | 44.6 |
| Medio | 190 – 260           | 39.0                                   | 144.0  | 86.0     | 33.80 | 39.3 |
| Alto  | 260                 | 63.0                                   | 120.0  | 85.0     | 22,4  | 26.4 |

**n = 47 rendimientos contenidos en 33 parcelas**

### 5.6.3. Nitrógeno aportado por los fertilizantes

La cantidad de nitrógeno aplicada al cultivo de papa a través de la fertilización química fue calculada a partir de las dosis aplicadas y de las leyes de los fertilizantes empleados. Las cantidades promedio de nitrógeno fertilizante aplicadas en los niveles bajo, medio y alto de disponibilidad total de nitrógeno fueron: 69.0, 111 y 202 Kg/Ha de N, respectivamente (Cuadro 33). Estos resultados muestran amplia variación entre niveles de disponibilidad de nitrógeno para la cantidad de N fertilizante; pudiéndose apreciar una diferencia entre los niveles bajo y alto de fertilización de 300%.

**Cuadro 33: Cantidad de nitrógeno aportado por el fertilizante al cultivo de papa en la comunidad de Aramachay (Campaña 2004-2005)**

| NDNT  | Rango (Kg N/Ha/año) | Cantidad de nitrógeno aportado (Kg/Ha) |        |          | D.E   | %C.V |
|-------|---------------------|--|--------|----------|-------|------|
|       |                     | Mínimo                                 | Máximo | Promedio |       |      |
| Bajo  | 190                 | 31.0                                   | 123.0  | 69.0     | 30.6  | 44.3 |
| Medio | 190 – 260           | 38.0                                   | 155.0  | 111.0    | 41.55 | 37.4 |
| Alto  | 260                 | 142.0                                  | 281.0  | 202.0    | 42.3  | 20.9 |

**n = 47 rendimientos contenidos en 33 parcelas**

### 5.6.4. Rendimientos obtenidos en el cultivo de papa

Los rendimientos promedios obtenidos durante la campaña para los niveles bajo, medio y alto de disponibilidad total de nitrógeno fueron: 29,196, 28,053, 23,754 Kg/Ha, respectivamente (Cuadro 34). Pudiéndose apreciar que conforme aumenta la disponibilidad total de nitrógeno, los rendimientos

disminuyen. Los rendimientos varían en función de una serie de variables ecológicas, botánicas tecnológicas y económicas (Meyer, *et. al*, 1992) hay que señalar que estos rendimientos obtenidos son altos por las condiciones ecológicas de la zona, ya que la altura tiene un profundo impacto en los rendimientos a mayor altura, las bajas temperaturas retardan el desarrollo de las plantas y los hacen susceptibles de sufrir pérdidas por heladas. Por otra parte, en el nivel bajo de disponibilidad de nitrógeno, el rendimiento aumenta con respecto al nivel medio en 1,143 Kg/Ha y respecto al nivel alto en 5,442 Kg/Ha.

**Cuadro 34: Rendimiento del cultivo de papa en la comunidad de Aramachay  
(Campaña 2004-2005)**

| NDNT  | Rango<br>(KgN/Ha/año) | Rendimiento de papa (Kg/Ha) |          |          | D.E.     | %C.V  |
|-------|-----------------------|-----------------------------|----------|----------|----------|-------|
|       |                       | Mínimo                      | Máximo   | Promedio |          |       |
| Bajo  | 190                   | 9,363.9                     | 43,103.4 | 29,196   | 10,68.6  | 36.59 |
| Medio | 190-260               | 11,667                      | 46,805   | 28,053   | 10,654.4 | 37.98 |
| Alto  | 260                   | 8,182                       | 43,966   | 23,754   | 10,976.9 | 46.21 |

**n = 47 rendimientos contenidos en 33 parcelas**

Por otro lado, la eficiencia de uso del nitrógeno para los niveles de disponibilidad total de nitrógeno bajo, medio y alto fueron: 195, 123 y 75 Kg de papa/Kg de N (Cuadro 35). Puede apreciarse una mayor eficiencia en el nivel bajo, la cual disminuye progresivamente si la disponibilidad total de nitrógeno se incrementa. Estos resultados parecen indicar, que elevadas dosis de fertilización nitrogenada química y orgánica no son aprovechadas por el cultivo, pudiendo resultar en pérdida de nitrógeno del sistema suelo.

La eficiencia de uso del nitrógeno en parcelas que presentaron un nivel bajo de disponibilidad de nitrógeno total coincide con lo reportado por Villagarcía (1990) quien halló una extracción de 4 a 6 Kg de N para producir una tonelada de tubérculo; aunque esta extracción puede variar dependiendo de la variedad sembrada, el tipo de suelo, y de la fertilización aplicada.

**Cuadro 35: Relación de eficiencia del rendimiento y el nitrógeno en el cultivo de papa en la comunidad de Aramachay (Campaña 2004 – 2005)**

| NDNT  | Rango<br>(Kg N/Ha/año) | Relación de eficiencia papa / nitrógeno |          |                   |
|-------|------------------------|---|----------|-------------------|
|       |                        | Kg .N                                   | Kg .papa | Kg papa/<br>1Kg N |
| Bajo  | 190                    | 150                                     | 29,200   | 195               |
| Medio | 190-260                | 228                                     | 28,100   | 123               |
| Alto  | 260                    | 318                                     | 23,800   | 75                |

**n = 47 rendimientos contenidos en 33 parcelas**

#### **5.6.5. Extracción del nitrógeno por la cosecha**

La extracción de nitrógeno por los tubérculos de papa cosechados, fue calculada a partir del contenido de materia seca de los tubérculos; el contenido de nitrógeno en la materia seca de los mismos (Anexos 13, 14, 15) y el rendimiento total (Cuadro 34). La extracción de nitrógeno por el follaje no fue considerada dentro de las salidas de nitrógeno del sistema, ya que este es incorporado al suelo al momento de la cosecha. Para los niveles bajo, medio y alto de disponibilidad total de nitrógeno, las extracciones por los tubérculos fueron: 130, 123 y 103 Kg de N/Ha, respectivamente (Cuadro 36). El contenido de nitrógeno analizado en la materia seca de los tubérculos fue semejante en los niveles de disponibilidad de nitrógeno bajo, medio alto (2.0, 1.84 y 2.10%, respectivamente). La diferencia entre las extracciones de nitrógeno en los niveles disponibilidad puede atribuirse fundamentalmente al rendimiento obtenido, que fue superior en las parcelas que presentaron un nivel bajo de disponibilidad total de nitrógeno, reduciéndose en los niveles medio y alto (Anexos 13, 14 y 15).

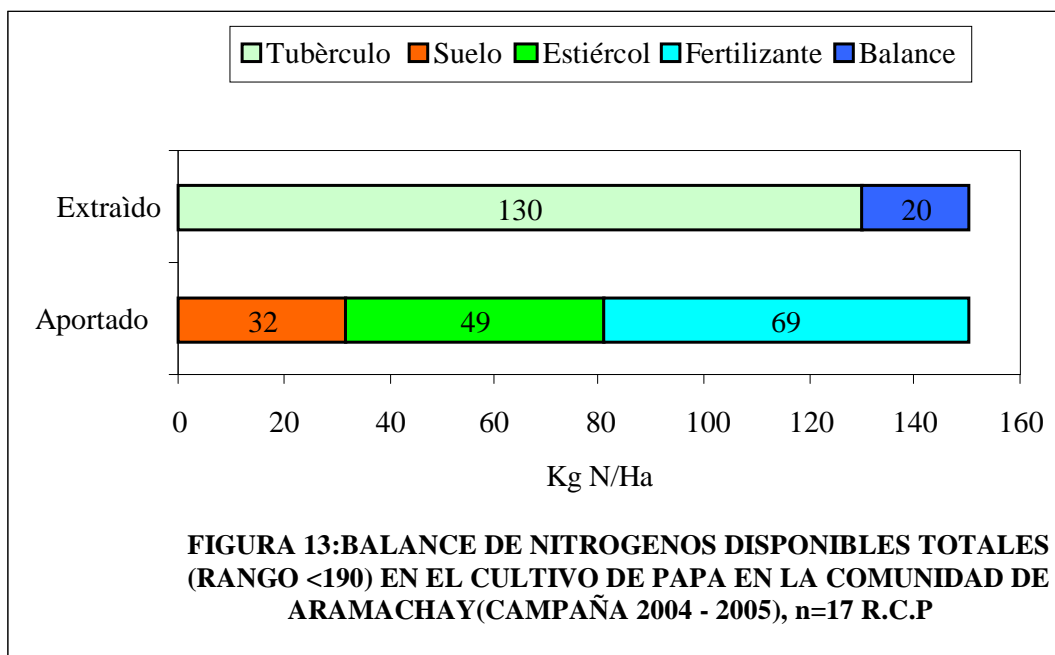
**Cuadro 36: Cantidad de nitrógeno extraído en el tubérculo de papa en la comunidad de Aramachay (Campaña 2004-2005)**

| NDNT  | Rango<br>(Kg N/Ha/año) | Extracción de nitrógeno en el tubérculo<br>(Kg/Ha) |        |          | D.E   | %C.V |
|-------|------------------------|--|--------|----------|-------|------|
|       |                        | Mínimo   | Máximo | Promedio |       |      |
| Bajo  | 190                    | 24,0   | 205,0  | 130,0    | 46.3  | 35.6 |
| Medio | 190 – 260              | 32,0   | 264,0  | 123,0    | 67.5  | 54.9 |
| Alto  | 260                    | 37,0   | 185,0  | 103,0    | 50,21 | 48,7 |

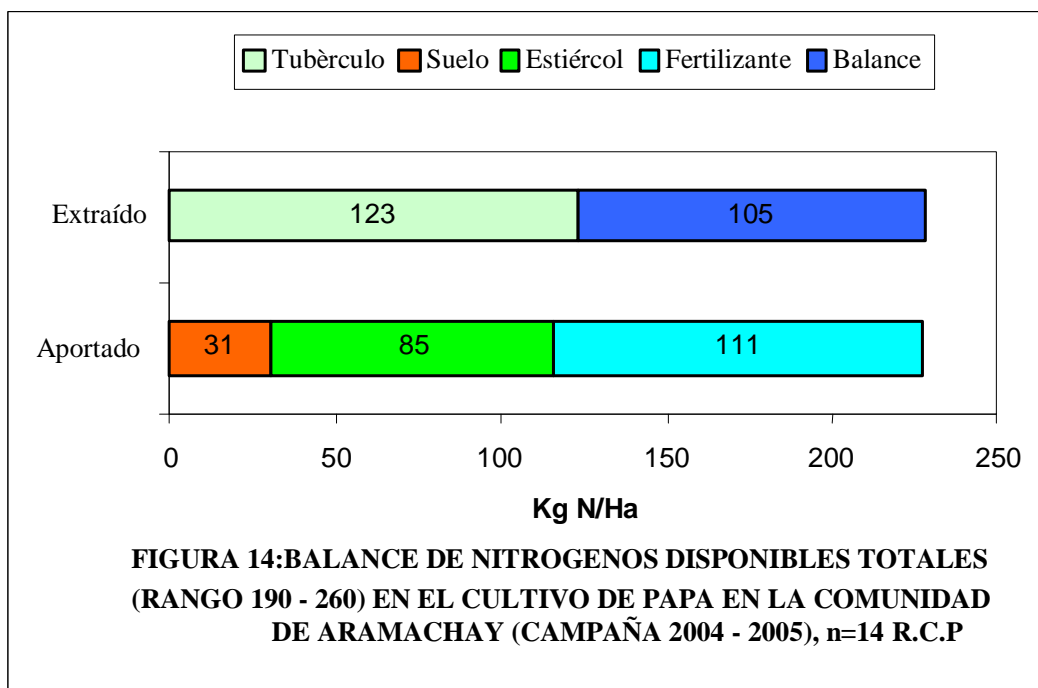
**n = 47 rendimientos contenidos en 33 parcelas**

#### **5.6.6. Balance de nitrógeno en los sistemas de rotación**

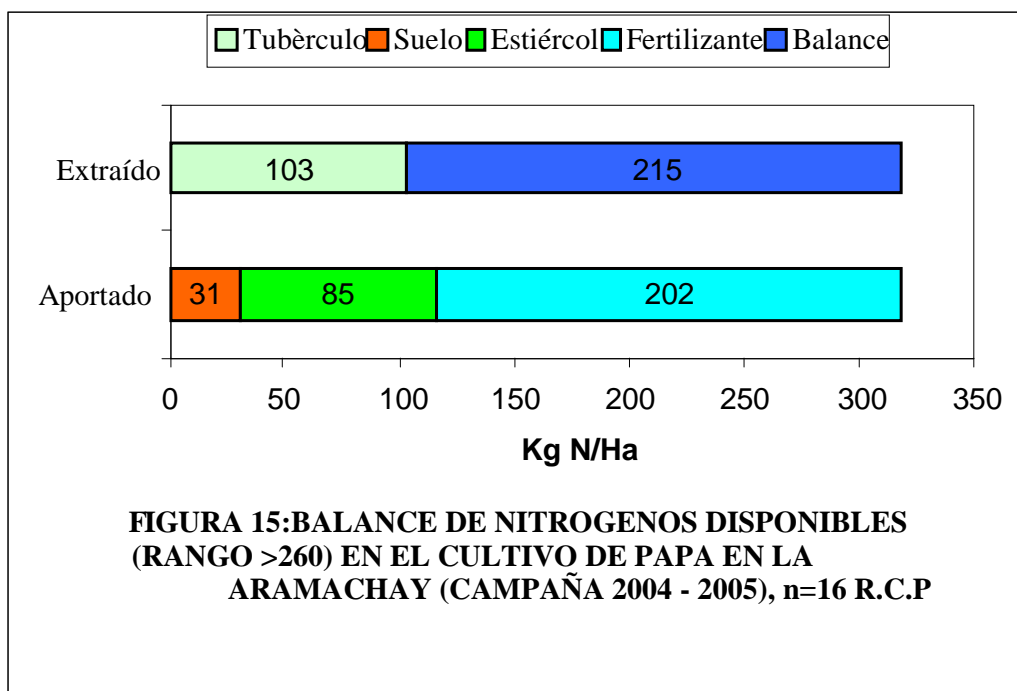
El balance de nitrógeno en el suelo después de campaña del cultivo de papa 2004 – 2005 en la comunidad de Aramachay mostró los siguientes resultados: En el nivel de disponibilidad total de nitrógeno bajo (menor de 190 Kg/Ha), a pesar de que los rendimientos obtenidos tuvieron un promedio de 29.200 TM/Ha (Cuadro 34), el balance resulta ser ligeramente positivo para el nitrógeno en el sistema, quedando un efecto residual de 20 Kg de nitrógeno en el suelo (Figura 13). Por otro lado, en el nivel medio de disponibilidad de nitrógeno (190 – 260 Kg/Ha) la cantidad no extraída fue de 105 Kg de N, lo cual es claramente positivo en el sistema de cultivo de papa (Figura 14, Cuadro 34). En el nivel alto de disponibilidad de nitrógeno (mayor 260 Kg/Ha) la cantidad no extraída fue de 215 Kg de N (Figura 15), siendo el rendimiento promedio de 23.800 TM/Ha (Cuadro 34). Este último balance es asimismo positivo, por lo que se puede afirmar que hay efecto residual de nitrógeno en el suelo para los siguientes cultivos de la rotación.



n = 17 rendimientos contenidos en 33 parcelas (R.C.P)



n = 14 rendimientos contenidos en 33 parcelas (R.C.P)



**n = 16 rendimientos contenidos en 33 parcelas (R.C.P)**

Estos resultados parecen indicar que en el sistema de cultivo de papa en la comunidad de Aramachay, el incremento en las dosis de fertilización aplicada no se traduciría en rendimientos más altos. Por el contrario, el rendimiento aparentemente tiende a disminuir, en tanto que la cantidad de nitrógeno no utilizada por el cultivo se incrementa.

La cantidad de nitrógeno fertilizante aplicado al cultivo de papa es superior a lo recomendado por Villagarcía (1990) en los rangos medio y alto de disponibilidad total de nitrógeno. Esto puede deberse a que los agricultores cuentan con los recursos económicos para comprarlos. En el Capítulo 1 pudo apreciarse que los bajos costos de producción de papa están relacionados con fuente de mano de obra que emplean los agricultores, la cual es no remunerada en un 67.3%. La tenencia de la tierra es propia. La obtención de semilla de campañas anteriores es a bajo costo, en tanto que el estiércol es obtenido de sus propios animales o comprada de corrales vecinos o de otras comunidades en el caso de aquellos agricultores que manejan una mayor extensión de terrenos ya que estos están cultivando con fines principalmente comerciales por lo tanto los costos de producción representados en términos monetarios

son: la compra de fertilizantes químicos, fertilizantes orgánicos y los pesticidas para el cultivo de la papa. Estos factores resultan en un bajo costo de producción. El costo de los insumos representa el 37 – 52% del costo de producción dependiendo de la tecnología empleada para la sierra incluyendo el costo de la semilla (Quevedo, 2006).

El balance de nitrógeno después de la campaña de papa se ha realizado considerando los sistemas de rotación más frecuentemente practicados en la comunidad (Capítulo 1), que son:

1. Papa-cebada-descanso
2. Papa-cebada-haba-descanso.

No se esta considerando el sistema de rotación número 3 debido a que existe pocas muestras para realizar un balance más detallado.

**Cuadro 37: Nitrógeno extraído (grano y follaje) por el cultivo de haba y cebada en la comunidad de Aramachay (campaña 2005-2006)**

| Cultivos |         | Peso<br>Kg/Ha | M.S.<br>(%) | M.S.<br>(Kg/Ha) | N<br>(%) | N<br>extraído | N total<br>extraído |
|----------|---------|---------------|-------------|-----------------|----------|---------------|---------------------|
| Haba     | Grano   | 1,474         | 93          | 1,368           | 4.34     | 59            | 85                  |
|          | Follaje | 1,876         | 91          | 1,710           | 1.51     | 26            |                     |
| Cebada   | Grano   | 1,773         | 93          | 1,645           | 2.94     | 48            | 91                  |
|          | Follaje | 2,448         | 93          | 2,267           | 1.90     | 43            |                     |

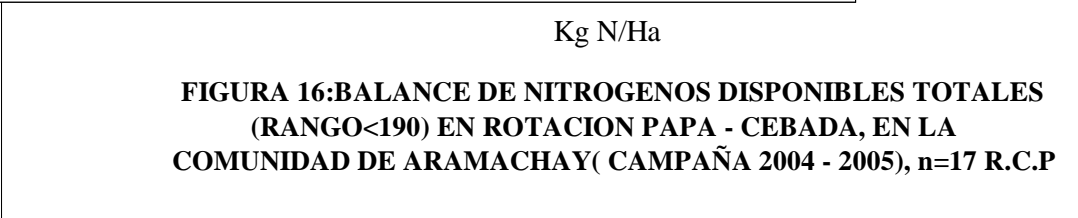
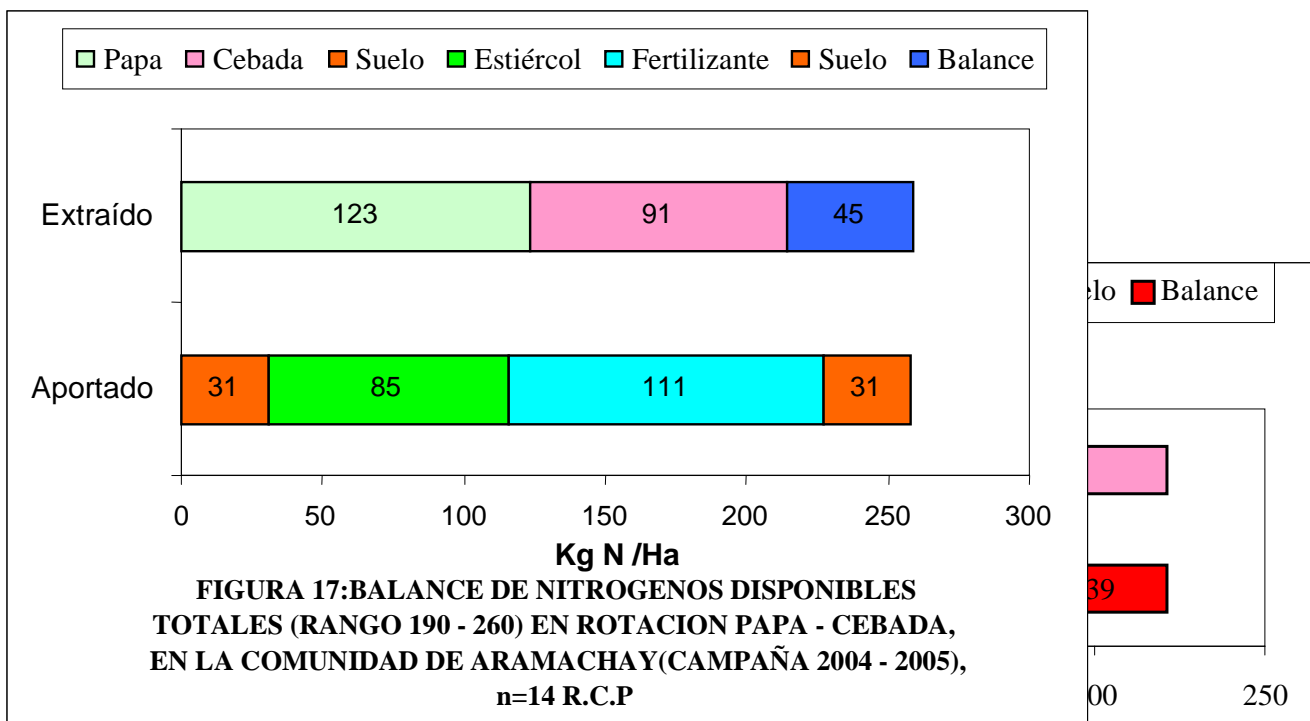
Para analizar estos sistemas de rotación se esta considerando modelos de rotación y la cantidad de N extraída por el cultivo de cebada fue estimada a partir de la suma de la extracción correspondiente al grano, considerando los rendimientos promedios obtenidos en Aramachay y otras comunidades cercanas reportadas por el MINAG (2006) (anexo 6 datos promedios de 10 campañas) y Arias, (2006) quien realizo una encuesta de hogares sobre consumo y encuesta agropecuaria (anexo 7 y 8), más la extracción correspondiente al follaje, estimando la cantidad de follaje total a partir del índice de cosecha (I.C.) de 0.42 propuesto por Cano (1989). Los contenidos de

nitrógeno de grano y follaje fueron obtenidos de los resultados de análisis de muestras procedentes de la comunidad y analizadas en el LASPAF (anexo 9). Hay que señalar que el manejo de la paja de cebada por los agricultores es destinada para la preparación del alimento para sus animales que serán guardados en el corral en tiempos de escasez y el pastoreo de estos. La cantidad total de nitrógeno extraída por la cebada en la comunidad de Aramachay fue de 91 Kg/Ha (Cuadro 36).

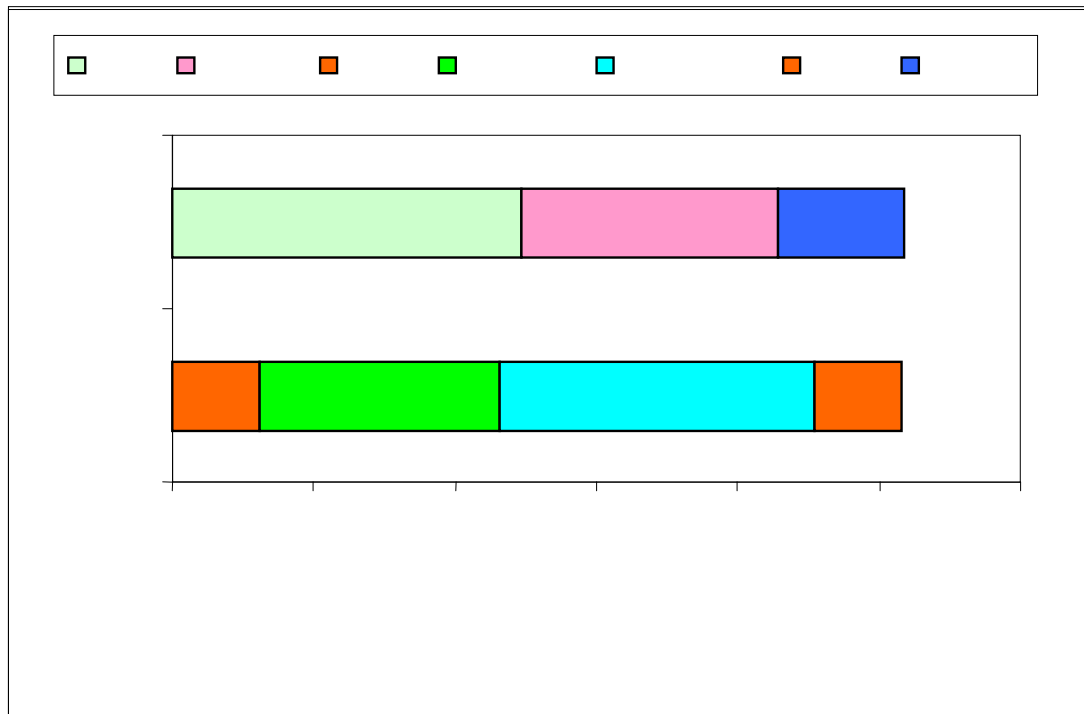
Siguiendo el mismo procedimiento se estimó la cantidad de nitrógeno extraído por el cultivo de haba, pero aplicando un índice de cosecha de 0.44 (Livz *et al.*, 1986). Este índice corresponde a la producción con aplicación de una alta tecnología, un buen manejo de plagas y enfermedades y una buena disponibilidad de la humedad para el cultivo del haba. Este cultivo se rota con la finalidad de incrementar la fertilidad del suelo y como fuente de alimento para los agricultores. La cantidad de nitrógeno extraído por el cultivo de haba fue estimado en 85 Kg/Ha.

En el primer sistema de rotación para el rango menor de 190 Kg de nitrógeno, si se toma en cuenta el cultivo anterior la papa dejó un residuo de 20 Kg de nitrógeno, más los 32 Kg de Nitrógeno aportado por el suelo para la presente campaña y, para cubrir el requerimiento de nitrógeno de la cebada (91 Kg/Ha) se necesitaría adicionalmente 39 Kg/Ha de nitrógeno (Figura 16).

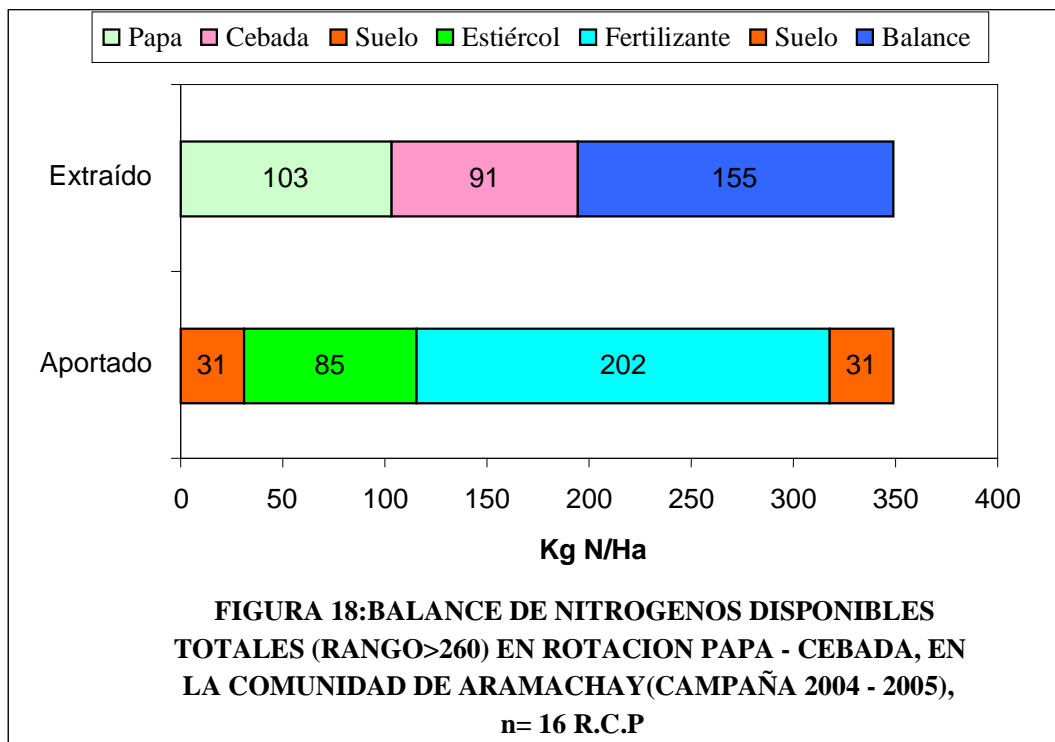
Por otro lado, cuando el rango está comprendido entre 190 – 260 Kg/Ha de nitrógeno, el cultivo de papa deja un residuo de 105 Kg de nitrógeno más los 31 Kg de Nitrógeno aportado por el suelo para la presente campaña, suficientes para satisfacer toda la demanda de nitrógeno que la cebada requiere, dejando incluso un residuo de 45 Kg de nitrógeno (Figura 17). Finalmente en el rango mayor de 260 Kg/Ha de nitrógeno el cultivo de papa deja un residuo de 215 Kg de nitrógeno, más los 31 Kg de Nitrógeno aportado por el suelo para la presente campaña, de los cuales la cebada extraerá lo necesario, dejando un residuo de 155 Kg/Ha de nitrógeno (Figura 18).



n = 17 rendimientos contenidos en 33 parcelas (R.C.P)



n = 14 rendimientos contenidos en 33 parcelas (R.C.P)



**n = 16 rendimientos contenidos en 33 parcelas (R.C.P)**

En el segundo sistema de rotación, el cultivo de haba necesita extraer 85 Kg de nitrógeno para cubrir sus necesidades (Cuadro N° 37). Este cultivo sigue después de la papa y puede ser considerado como un cultivo neutral; es decir que en el modelo no aporta ni extrae nitrógeno ya que este cultivo presenta una alta capacidad de fijar nitrógeno atmosférico, pudiendo satisfacer hasta el 75% de sus requerimientos de N por esta vía (Hardarson, 1988). El haba puede fijar hasta 14 Kg/Ha de N (Mulongoy *et al.*, 1992). Sin embargo, hay que considerar algunos factores que influyen en la capacidad de fijar el nitrógeno como pueden ser:

- Competencia de las cepas inoculadas con las cepas nativas.
- Contenido de nitrógeno combinado en el suelo.
- pH del suelo.
- Contenido de agua del suelo.
- Temperatura.

Se ha estimado por ejemplo, que la temperatura óptima para la fijación de nitrógeno se encuentra entre 20 y 25 °C, y que temperaturas inferiores o superiores afectan tanto la capacidad infectiva como la actividad de la enzima nitrogenasa (Almaraz *et. al*, 2000).

No todas las leguminosas necesitan ser inoculadas, puesto que un gran número de ellas establece simbiosis efectivas con las cepas nativas del suelo, tal es el caso del haba y alfalfa (Almaraz *et.al*, 2000). También se han reportado de manera general mayores tasas de actividad de la nitrogenasa a mayores altitudes que a nivel del mar debido a la influencia de los fotoperíodos y la temperatura media como factores determinantes. Por ello la cantidad promedio de N<sub>2</sub> fijado en este caso para el fríjol es de 33 Kg/Ha, mientras que en zonas templadas es de 73 Kg/Ha (Schroder, 1992)

Realizando un resumen de lo sucedido en el sistema de cultivo de papa en la comunidad de Aramachay, los agricultores siembran este cultivo con fines comerciales con el objetivo de obtener una ganancia y concentrar sus ahorros de dinero. Por otro lado, ellos están manejando su riesgo climático y asegurando su alimentación sembrando variedades nativas y de las variedades mejoradas cosechadas se quedan con los calibres denominados quinta y sexta para su autoconsumo. Por otro lado, el manejo de la fertilización las dosis de nitrógeno fósforo y potasio aplicadas en promedio (133-150-110) Kg/Ha que es superior a las dosis reportadas por Salvatierra (1985) se puede ver que durante estos 20 años transcurridos el sistema se ha hecho dinámico, orientándose hacia el progreso (Fulcran y Ríos, 1988). Sin embargo con respecto a las dosis de abonos orgánicos ha permanecido constante en el tiempo, también hay que señalar que las dosis de materia orgánica aplicadas son superiores a otras comunidades de la sierra para el cultivo de papa. Pero, mencionar que los agricultores no fertilizan después de la siembra de papa cuando siembran otros cultivos de rotación como: el haba y la cebada principalmente ya que la elección de estos cultivos que se reportan son influenciados para el agricultor por el clima y el mercado preferentemente.

El manejo de la materia orgánica es de vital importancia para el sistema de cultivo de papa en la comunidad, esto se demuestra porque ningún agricultor dejó de aplicar este insumo en el momento de la siembra. Los agricultores mencionan los siguientes beneficios de la materia orgánica:

conservan la humedad, el fertilizante aguanta más, la papa se cocina mejor. Aparte de ello esta, el manejo que se da antes de ser aplicado al suelo aproximadamente de 2 a 3 meses constituyendo una de las herramientas esenciales, ya que proporciona nutriente al cultivo y todo este proceso que los agricultores realizan antes de la incorporación al suelo en el momento de la siembran lo hace más disponibles y sostenible en el tiempo.

El recurso nitrógeno que se esta analizando en el balance de los diferentes niveles disponibles al cultivo de papa se aprecia que al término de la campaña todas las parcelas están dejando un residuo. Pero cuando se realiza la rotación del cultivo papa - cebada, el 36 % de las parcelas evaluadas tienen un déficit de nitrógeno para satisfacer sus requerimientos de nitrógeno en la cebada y el 64 % reportan un balance positivo de nitrógeno. Esto demuestra que más de la mitad de las parcelas son manejadas de tal manera que se conserva su fertilidad en términos de nitrógeno en el suelo.

## 6. CONCLUSIONES

Presentamos a continuación las conclusiones del presente trabajo, basados en el análisis y la descripción del sistema de cultivo de papa en la comunidad campesina de Aramachay (campaña 2004-2005)

1. La campaña de siembras del cultivo de papa en la comunidad se concentra entre el 15 de Octubre y 30 de Noviembre. La actividad que requiere mayor cantidad de mano de obra es la cosecha con 36 jornales, seguida de la siembra con 20 jornales, el aporque con 18 jornales y finalmente el desmalezado con 17 jornales por hectárea.
2. La variedad más frecuentemente sembrada fue Yungay, representado un 83% del área en estudio.
3. La procedencia de la mano de obra que no es remunerada con dinero represento el 67%, y la distribución por genero de la mano de obra masculina es 80%
4. Los fertilizantes químicos más utilizados en la comunidad de Aramachay fueron: fosfato diamónico, cloruro de potasio y úrea. La dosis promedio aplicada al cultivo de papa fue 133-150-110 Kg/Ha. de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O, respectivamente.
5. La principal fuente de materia orgánica es de origen animal (mezcla de estiércoles de diferentes especies) y en menor proporción de restos de cocina y cenizas, la dosis promedio aplicada al cultivo de papa fue de 10,900 Kg/Ha.
6. El balance de nitrógeno en el suelo después de la campaña de papa en todas las parcelas, arrojó un efecto residuo de este elemento en todos los niveles de disponibilidad de nitrógeno totales. Pero esta cantidad de nitrógeno corre el riesgo que pueda perderse por las condiciones climáticas propias de la zona para el siguiente cultivo de rotación.
7. El residuo de nitrógeno dejado en la campaña de papa cubre la necesidad de nitrógeno para el cultivo de cebada en rotación en el 64% de las parcelas evaluadas.

## **7. RECOMENDACIONES**

Como recomendaciones que se desprenden del presente trabajo de investigación tenemos:

1. Se recomienda para trabajos posteriores, evaluar la extracción de nutrientes en un sistema de rotación de cultivos en las zonas altoandinas que comienza con el cultivo de papa-haba-cebada-descanso o cualquier otro sistema, para poder determinar el balance de nutrientes en el suelo luego de un ciclo de rotación.
2. Para poder determinar el efecto de algunas propiedades químicas del suelo, se sugiere evaluar el efecto de la cantidad de carbono luego de la aplicación de nutrientes de origen orgánico al final de la campaña de cultivo, analizando preferentemente este elemento durante un período de 3 años como mínimo
3. Se recomienda que la cantidad aplicada de nitrógeno disponible bajo la forma de fertilizante al cultivo de papa por considerarlo un cultivo de caja, debe ser suministrada al siguiente cultivo de rotación (cebada) de manera independiente, ya que el nitrógeno residual presente en el suelo corre el riesgo de perderse por las condiciones climáticas de la zona y el propio manejo de agricultor, desaprovechando de ésta manera su uso.

## 8. BIBLIOGRAFIA

- ALMARAZ, J.Y FERRERA, R. (2000) Inoculación de leguminosa con cepas de Rizobios. En Peña, J. (2000) La fijación biológica de Nitrógeno en América Latina: el aporte de las técnicas isotópicas. Editora IMPROSA. México 117pp
- ALONSO, F. (2002) El cultivo de la patata. Editorial Mundi prensa, Madrid-España.
- ARIAS, A. (2006) Encuesta de Hogares sobre consumo y Encuesta agropecuaria. Proyecto sobre la cadena Agropecuaria de Cebada y Menestras. Caritas –Huancayo 104pp (datos no publicados)
- AUGSTBURGER, F. (1989). Abonos orgánicos en el cultivo de la papa en la zona andina de Bolivia. Ediciones-CAGRUCO. Cochabamba-Bolivia
- BILINSKY, P. R. (1986). Trueque e intercambio no remunerado de mano de obra en una comunidad altoandina del Perú. Programa Colaborativo de Investigación en Rumiantes Menores. Lima – Perú. Serie Comunidades, 77
- BONNET. J. (1968). La Ciencia del suelo, San Juan- Puerto Rico
- CALIFORNIA PLANT HEALTH ASSOCIATION. (2004). Manual de fertilizantes para cultivos de altos rendimientos Editorial. Limusa. México, DF-México
- CANO, J. (1989) La Cebada. Ediciones Mundi prensa. Madrid-España 252pp.
- CEPEDA. J. (2002). Química del suelo. Ediciones Trillas México DF-México 167pp.
- CRUZADO. A (1977). Manual de fertilización para diferentes cultivos en el Perú. Lima- Perú.
- DAVELOUIS, J. (1991) Fertilidad del suelo. Segunda Edición. Lima –Perú.
- EGUSQUIZA, R. (2000).LA PAPA Producción, Transformación y Comercialización. UNALM-ADEX. Lima-Perú.
- ESCOBAR, G. (1988). Clasificación de sistemas de finca para generación y transferencia de tecnología apropiada. Seminario efectuado en la ciudad de Panamá, IDCR, Ottawa-Canadá.

- FAO (2002). Los fertilizantes y su uso. Una guía de bolsillos para los oficiales de extensión. Roma – Italia, 77pp
- FASSBENDER, H y E. BORNEMISZA (1986). Química de suelo con énfasis en los suelos de América Latina. 2da Edición. Editora. Instituto Interamericano de ciencias agrícolas de la OEA: Costa Rica
- FERNÁNDEZ L. M. (1989)a. La organización de la producción en Comunidades campesinas altoandinas Lluvia editores. Serie comunidades. Reporte técnico
- FERNÁNDEZ L. M. (1989)b. El trabajo familiar y el rol de la mujer en la ganadería en comunidades alto-andinas de producción mixta. Lluvia editores. Serie comunidades. Reporte técnico N° 101.
- FERNÁNDEZ L. M. (1989)c. Consideraciones para la investigación participativa en comunidades campesinas altoandinas. Pp 13 – 27. Serie comunidades. Reporte Técnico N° 98.
- FERNÁNDEZ L. M. y A. HUAYLINOS (1986). Sistemas de producción agropecuarios y zonas agroecológicas del Valle del Mantaro. SR-CRSP. Proyecto de investigación y validación de sistemas agropecuarios para comunidades campesinas altoandinas. Lima – Perú.
- FERNÁNDEZ, M., GUTIERREZ, N. Y SWINDALE, A. (1986) Como son las comunidades de la zona intermedia del valle del Mantaro. Ediciones Beta Praint SR. Lima Perú. Proyecto de investigación y validación de sistemas agropecuarios para comunidades campesinas altoandinas.
- FIJIMOTO, A.; MIYAURA, R. Y UGAS, R. (2004) Cultivation practices and economies of the major crops in a central andean village, Peru: a case study of Pucara in Junin province in Mantaro Valley. Jour. Agri. Sci. Tokio Univ. of Agri.
- FUENTES. J (1989). El suelo y los fertilizantes. Ediciones Mundi- Prensa. Madrid-España 279 pp.
- FUENTES. J. (1999). Manual practico sobre utilización de suelos y fertilizantes. Ediciones Mundi prensa. Madrid-España. 155pp
- FULCRAND, B. Y RIOS, O. (1988). Sistema de producción y sistemas de crianza en comunidades de Cusco. Asociación Araiwa-Cusco presentado en el

- boletín de sistemas agrarios, año 3, Numero 12 convenio UNALM-ORSTON, para proyecto políticas Agrarias y estrategia campesina.
- GAMARRA B. J. y A. FLOREZ M. (1989). Un sistema de clasificación de suelos y su aplicación en el manejo de cultivos. En: GAMARRA B. J. y J. CHÁVEZ (1989). Sistemas propios de manejo de tierras y animales en comunidades campesinas. Lluvia editores. Serie comunidades. Reporte técnico N° 102.
- GRAFTZ. A. (1997) Suelos y fertilización. Traducido por: F. Luna. Ediciones trillas. México.
- GROS. A. Y DOMINGUEZ (1992). Abonos guía práctica de la fertilización Ediciones Mundi- Prensa. . Madrid-España
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA E INFORMATICA JUNIN (2004). Almanaque estadístico de Junín 2003. Lima-Peru. 664pp
- LIVZ, S; ZHAO Z; Y BAOS, Y (1986) Temperature and Fabaneans (*Vicia faba L.*) yield, yunnan Academy of Agricultural science Kunming China. En DIAS, E (1992) Comportamiento Agronómico de tres cultivares introducidos de habas (*Vicia faba L.*) en la Sierra Nor – Centro del Perú. Tesis optar : Ing Agrónomo UNALM. Lima-Perú.
- MARINA, J.(1986) Empleo de la Mano de Obra en la Agricultura Comercial del Valle del Mantaro: el caso de la papa. Tesis optar: Ing. Economista. UNALM. Lima-Perú
- MARSHALL. F. (1992). New encyclopedy of organic gardening. rodale press, Emanaus Pennsylvania. USA. 102-129PP. En Ponce, C. (2003) Efecto de fertilización Orgánica Mineral en el rendimiento de los cultivos de mashua, oca y papa Valle del Mantaro. Tesis: Ing. Agrónomo. UNALM Lima-Perú
- MAYER, E. (1981) Uso de la Tierra en los Andes: Ecología y Agricultura en el Valle del Mantaro del Perú con Referencia Especial a la Papa. Departamento de Adiestramiento y Comunicaciones; Centro Internacional De la Papa, Lima-Perú. Pág. 125

- MAYER, E.; GLAVE, M. y STEPHEN, B. (1992) La chacra de papa economía y ecología. Ediciones talleres grafico de asociación grafica educativa tarea. Lima –Perú
- MINAG (2006). Intenciones de siembra. Campaña agrícola. Agosto 2006-julio2007. editorial DGIA–Minag. Lima-Perú. 517pp.
- MONROY, O. Y VINIEGRA. G. (1981). Biotecnología para el aprovechamiento de los desperdicios orgánicos Ediciones. AGT Editor S.A. México DF- México
- MULONGOY, K.; GUEYE, M. Y SPENCER, (1992) Biological nitrogen fixation and sustainability of tropical agriculture. En Peña, J. (2000) La fijación biológica de Nitrógeno en América Latina: el aporte de las técnicas isotópicas. Editorial IMPROSA. México 117pp
- NAZARIO, J; AGUIRRE, G. (2004) Problemas de edafología, departamento de suelo y fertilizantes, UNALM, Lima - Perú
- NORMAN, D. (1980). Components of farming systems research: FSR credibility and experiences in Botswana. Para el texto: tipificación de sistemas de producción agrícola Santiago De Chile, 1990
- OLTRA, M.; MANGAS, V.; GARMENDIA, I. (.2006). La nutrición mineral de la patata. Alicante – España.
- QUEVEDO, M. (2006) Cadena productiva de la papa: situación actual y avances. Ediciones MINAG; Dirección general de Promoción Agraria; Lima-Perú
- SALVATIERRA H. (1985). Agricultura en el área de influencia de Aramachay – Huancayo. Proyecto de la Investigación y Validación de Sistemas de Producción Agropecuaria para Comunidades campesinas alto-andinas Programa colaborativo de Investigación en Rumiantes Menores, 16 p., mec, doc, int.
- SANCHEZ, C. (2003) Abonos orgánicos. Ediciones Ripalme. Lima –Perú
- SCHRODER, E. (1992) Improvement of the Phaseolus / Rhizobium symbiosis, with particular reference to the Caribbean region. Biological nitrogen fixation and sustainability of tropical agriculture.

- SIMPSON, K. (1991) Abonos y fertilizantes. Ediciones Acribia S.A Zaragoza-España. 267pp
- SWINDALE, A. (1985). Characterization of Highland Andean Peasant Communities, Mantaro Valley, Peru. Final report for the dairy module report. Inter-American Foundation and IVITA. Lima – Perú.
- TAPIA, M. (1997) Cultivos Andinos Sub explotados y su aporte a la alimentación. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. Santiago de Chile. 249pp.
- TAPIA, M (1988). Sistema de producción de papa en los andes del Perú. En el IV Seminario Sistema de Producción de papa en los Andes del Perú Editora IICA. Bogota-Colombia.
- TISDALE, S. (1991) Fertilidad de los suelos y Fertilizantes. Editorial-Limusa. México 735pp
- VASQUEZ, A. (2000) Manejo de cuencas alto andinas, Tomo II UNALM, Lima-Perú
- VILLAGARCIA, S. (1990). Resultados de ensayos de campo sobre fertilización y nutrición mineral en el cultivo de papa. Lima-Perú. Centro Internacional de la Papa, Universidad Nacional Agraria La Molina.
- WILD, A. (1992). Condiciones del suelo y desarrollos de las plantas según RUSSELL, Ediciones Mundi- Prensa. Madrid-España 1025 pp.
- YAGODIN, B. (1986) Agroquímica II. Editorial MIR. Moscú-Ex U.R.S.S.

## ANEXOS

### Anexo 1: Resultados de los Análisis Físicos y Químicos de Suelos antes de la Campaña de papa en la comunidad de Aramachay (Campaña 2004-2005)

| Numero de Muestra | Análisis Físicos |        |           | Clase Textural | pH ( 1:1 ) | C.E (1:1) dS/m | CaCO <sub>3</sub> % | M.O % | P ppm | K ppm |
|-------------------|------------------|--------|-----------|----------------|------------|----------------|---------------------|-------|-------|-------|
|                   | Arena %          | Limo % | Arcilla % |                |            |                |                     |       |       |       |
| 1                 | 34               | 40     | 26        | Fr.            | 5.3        | 0.36           | 0.00                | 2.60  | 16.6  | 136   |
| 2                 | 34               | 40     | 26        | Fr.            | 5.3        | 0.36           | 0.00                | 2.60  | 16.6  | 136   |
| 3                 | 46               | 42     | 12        | Fr.            | 4.2        | 0.15           | 0.00                | 2.90  | 16.6  | 97    |
| 4                 | 32               | 38     | 30        | Fr.Ar.         | 4.2        | 0.19           | 0.00                | 3.70  | 18.6  | 90    |
| 5                 | 32               | 38     | 30        | Fr.Ar.         | 5.1        | 0.50           | 0.00                | 2.50  | 27.3  | 109   |
| 6                 | 46               | 40     | 14        | Fr.            | 4.0        | 0.12           | 0.00                | 3.60  | 21.5  | 126   |
| 7                 | 32               | 30     | 38        | Fr.Ar.         | 5.9        | 0.48           | 0.00                | 2.30  | 25.4  | 134   |
| 8                 | 46               | 42     | 12        | Fr.            | 4.2        | 0.15           | 0.00                | 2.90  | 16.6  | 97    |
| 9                 | 32               | 30     | 38        | Fr.Ar.         | 5.9        | 0.48           | 0.00                | 2.30  | 25.4  | 134   |
| 10                | 42               | 38     | 20        | Fr.            | 4.4        | 0.80           | 0.00                | 3.20  | 50.0  | 194   |
| 11                | 46               | 42     | 12        | Fr.            | 4.2        | 0.15           | 0.00                | 2.90  | 16.6  | 97    |
| 12                | 36               | 42     | 22        | Fr.            | 5.2        | 0.47           | 0.00                | 2.80  | 27.3  | 333   |
| 13                | 40               | 36     | 24        | Fr.            | 4.8        | 0.25           | 0.00                | 2.60  | 38.0  | 115   |
| 14                | 42               | 32     | 26        | Fr.            | 4.0        | 0.51           | 0.00                | 2.20  | 25.4  | 168   |
| 15                | 28               | 40     | 32        | Fr.Ar.         | 5.3        | 0.32           | 0.00                | 2.50  | 39.7  | 158   |
| 16                | 28               | 40     | 32        | Fr.Ar.         | 5.3        | 0.32           | 0.00                | 2.50  | 39.7  | 158   |
| 17                | 34               | 32     | 34        | Fr.Ar.         | 4.3        | 0.32           | 0.00                | 2.40  | 16.6  | 181   |
| 18                | 44               | 36     | 20        | Fr.            | 4.5        | 0.23           | 0.00                | 2.40  | 8.9   | 175   |
| 19                | 44               | 36     | 20        | Fr.            | 4.5        | 0.23           | 0.00                | 2.40  | 8.9   | 175   |
| 20                | 38               | 46     | 16        | Fr.            | 4.2        | 0.58           | 0.00                | 3.00  | 19.5  | 266   |
| 21                | 40               | 46     | 14        | Fr.            | 4.7        | 0.45           | 0.00                | 2.00  | 17.6  | 184   |
| 22                | -                | -      | -         | -              | 7.8        | 0.27           | -                   | 2.20  | 5.5   | 111   |
| 23                | -                | -      | -         | -              | 7.7        | 0.30           | -                   | 1.70  | 8.7   | 145   |
| 24                | 34               | 40     | 26        | Fr.            | 5.3        | 0.36           | 0.00                | 2.60  | 16.6  | 136   |
| 25                | 48               | 40     | 12        | Fr.            | 4.1        | 0.33           | 0.00                | 3.30  | 12.8  | 145   |
| 26                | 30               | 24     | 46        | Ar.            | 6.6        | 0.47           | 0.00                | 1.50  | 19.5  | 118   |
| 27                | 30               | 24     | 46        | Ar.            | 6.6        | 0.47           | 0.00                | 1.50  | 19.5  | 118   |
| 28                | 46               | 42     | 12        | Fr.            | 4.2        | 0.15           | 0.00                | 2.90  | 16.6  | 97    |
| 29                | 26               | 56     | 18        | Fr.L.          | 7.2        | 0.55           | 1.10                | 1.80  | 8.9   | 145   |
| 30                | 44               | 40     | 16        | Fr.            | 4.2        | 0.49           | 0.00                | 2.90  | 27.3  | 250   |
| 31                | 40               | 38     | 22        | Fr.            | 7.1        | 0.62           | 3.50                | 3.00  | 25.4  | 132   |
| 32                | 32               | 38     | 30        | Fr.Ar.         | 5.1        | 0.50           | 0.00                | 2.50  | 27.3  | 109   |
| 33                | 42               | 40     | 18        | Fr.            | 4.6        | 0.58           | 0.00                | 2.10  | 35.0  | 169   |

**Anexo 2: Análisis Químicos de los suelos de Aramachay  
(Campaña 2004-2005)**

| <b>Análisis Químicos</b>     |                       |                               |                               |                  |                  |                  |
|------------------------------|-----------------------|-------------------------------|-------------------------------|------------------|------------------|------------------|
| <b>Análisis Estadísticos</b> | <b>pH<br/>( 1:1 )</b> | <b>C.E<br/>(1:1)<br/>dS/m</b> | <b>CaCO<sub>3</sub><br/>%</b> | <b>M.O<br/>%</b> | <b>P<br/>ppm</b> | <b>K<br/>ppm</b> |
| Promedio                     | 5.0                   | 0.4                           | 0.1                           | 2.6              | 22.6             | 151.0            |
| Mediana                      | 4.7                   | 0.36                          | 0                             | 2.6              | 19.5             | 136              |
| Moda                         | 4.2                   | 0.15                          | 0                             | 2.9              | 16.6             | 97               |
| D.E                          | 0.92                  | 0.17                          | 0.65                          | 0.52             | 9.77             | 53.71            |
| Rango                        | 3.2                   | 0.68                          | 3.5                           | 2.2              | 41.1             | 243              |
| Mínimo                       | 4                     | 0.12                          | 0                             | 1.5              | 8.9              | 90               |
| Máximo                       | 7.2                   | 0.8                           | 3.5                           | 3.7              | 50               | 333              |
| Suma Total                   | 154.5                 | 11.94                         | 4.6                           | 80.4             | 701.7            | 4682             |
| N                            | 33                    | 33                            | 33                            | 33               | 33               | 33               |

**Anexo 3: Distanciamiento de siembra en el cultivo de papa en la  
comunidad de Aramachay (Campaña 2004-2005)**

| <b>Distanciamiento de Siembra</b> |                         |                        |                     |
|-----------------------------------|-------------------------|------------------------|---------------------|
|                                   | <b>Entre Planta (m)</b> | <b>Entre Surco (m)</b> | <b>N. Planta/Ha</b> |
| Promedio                          | 0.4                     | 1.0                    | 25,293              |
| Mediana                           | 0.4                     | 1.0                    | 23,511              |
| Moda                              | 0.4                     | 1.0                    | 25,862              |
| D.E                               | 0.1                     | 0.1                    | 6,269               |
| % C.V                             | 14.3                    | 6.1                    | 25                  |
| Rango                             | 0.3                     | 0.3                    | 29,437              |
| Mínimo                            | 0.2                     | 0.9                    | 18,182              |
| Máximo                            | 0.5                     | 1.2                    | 47,619              |
| N                                 | 51.0                    | 51.0                   | 51                  |

**Anexo 4: Tamaño de las parcelas de estudios con relación a las variedades sembradas (Campaña 2004-2005)**

| Variedad   | N  | Promedio | Mínimo | Máximo | D.E   | Suma   | % Total N | % Total Suma |
|------------|----|----------|--------|--------|-------|--------|-----------|--------------|
| A. centro  | 3  | 1,842    | 126    | 4,800  | 2,573 | 5,526  | 5.9       | 6.0          |
| Andina     | 6  | 399      | 271    | 576    | 120   | 2,395  | 11.8      | 2.6          |
| Canchan    | 2  | 380      | 260    | 500    | 170   | 760    | 3.9       | 0.8          |
| Huayro     | 4  | 240      | 34     | 362    | 157   | 958    | 7.8       | 1.0          |
| Perricholi | 4  | 1,206    | 500    | 2,268  | 759   | 4,824  | 7.8       | 5.3          |
| Peruanita  | 1  | 1,100    | 1,100  | 1,100  | .     | 1,100  | 2.0       | 1.2          |
| Yungay     | 31 | 2,451    | 100    | 9,011  | 1,778 | 75,992 | 60.8      | 83.0         |
| Total      | 51 | 1,795    | 34     | 9,011  | 1,735 | 91,555 | 100.0     | 100.0        |

**Anexo 5: Épocas de aplicación y dosis de los Fertilizantes en el cultivo de papa en la comunidad de Aramachay (Campaña 2004-2005)**

| Época    |              | Urea | Nitrato de amonio | Fosfato diamónico | Cloruro de potasio | Compuesto (13-13-15) |
|----------|--------------|------|-------------------|-------------------|--------------------|----------------------|
| Siembra  | N            | 33   | 33                | 33                | 33                 | 33                   |
|          | Promedio     | 10   | 10.9              | 67.1              | 35.5               | 18.9                 |
|          | Mediana      | 0    | 0                 | 50                | 31                 | 0                    |
|          | Mínimo       | 0    | 0                 | 0                 | 0                  | 0                    |
|          | Máximo       | 100  | 100               | 200               | 100                | 300                  |
|          | Suma         | 330  | 360               | 2213              | 1173               | 625                  |
|          | D.E          | 21.7 | 26.5              | 58.1              | 24.7               | 59.0                 |
|          | % Suma total | 31.0 | 91.1              | 87.0              | 90.0               | 86.2                 |
| %Total N | 56.9         | 56.9 | 56.9              | 56.9              | 56.9               |                      |
| Aporque  | N            | 25   | 25                | 25                | 25                 | 25                   |
|          | Promedio     | 29.4 | 1.4               | 13.2              | 5.2                | 4                    |
|          | Mediana      | 25   | 0                 | 0                 | 0                  | 0                    |
|          | Mínimo       | 0    | 0                 | 0                 | 0                  | 0                    |
|          | Máximo       | 100  | 35                | 100               | 50                 | 50                   |
|          | Suma         | 735  | 35                | 330               | 130                | 100                  |
|          | D.E          | 26.4 | 7.0               | 23.8              | 14.2               | 13.8                 |
|          | % Suma total | 69.0 | 8.9               | 13.0              | 10.0               | 13.8                 |
| %Total N | 43.1         | 43.1 | 43.1              | 43.1              | 43.1               |                      |
| Total    | N            | 58   | 58                | 58                | 58                 | 58                   |
|          | Promedio     | 18.4 | 6.8               | 43.8              | 22.5               | 12.5                 |
|          | Mediana      | 10   | 0                 | 25                | 12.5               | 0                    |
|          | Mínimo       | 0    | 0                 | 0                 | 0                  | 0                    |
|          | Máximo       | 100  | 100               | 200               | 100                | 300                  |
|          | Suma         | 1065 | 395               | 2543              | 1303               | 725                  |
|          | D.E          | 25.5 | 20.9              | 53.4              | 25.6               | 45.7                 |
|          | % Suma total | 100  | 100               | 100               | 100                | 100                  |
| %Total N | 100          | 100  | 100               | 100               | 100                |                      |

**Anexo 6: Rendimiento de cebada y haba seca en Tn/Ha en la provincia de Junín**

| <b>Cultivo</b> | <b>Rendimiento promedio de 10 campañas (1996-2006)</b> |
|----------------|--|
| Cebada         | 1.44   |
| Haba seca      | 1.50   |

Fuente:MINAG

**Anexo 7: Rendimiento promedio de cebada, según campaña agrícola en la zona de Huancayo**

| <b>Campaña Agrícola</b> | <b>Cebada (Tn/Ha)</b> |
|-------------------------|-----------------------|
| Campaña Agrícola 2002   | 1.6                   |
| Campaña Agrícola 2004   | 1.88                  |
| Campaña Agrícola 2005   | 2.4                   |

Fuente: Encuesta Agropecuaria de Producción y Comercialización 2003-2004-2005

**Anexo 8: Rendimiento promedio de haba, según campaña agrícola en la zona de Huancayo**

| <b>Campaña Agrícola</b> | <b>Cebada (Tn/Ha)</b> |
|-------------------------|-----------------------|
| Campaña Agrícola 2002   |                       |
| Campaña Agrícola 2004   | 1.47                  |
| Campaña Agrícola 2005   | 1.7                   |

Fuente: Encuesta Agropecuaria de Producción y Comercialización 2003-2004-2005

**Anexo 9: Nitrógeno, fósforo y potasio contenidos en la materia seca en el cultivo de haba y cebada (follaje y grano) de la comunidad de Aramachay (Campaña 2005-2006)**

| <b>Muestras</b> | <b>Porcentajes de nutrientes en la materia seca</b> |                                   |                       |            |
|-----------------|---|-----------------------------------|-----------------------|------------|
|                 | <b>N</b>  | <b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b> | <b>K<sub>2</sub>O</b> | <b>M.S</b> |
| Haba grano      | 4.34  | 0.47                              | 1.38                  | 92.87      |
| Haba follaje    | 1.51  | 0.07                              | 0.82                  | 91.13      |
| Cebada grano    | 2.94  | 0.17                              | 1.83                  | 92.78      |
| Cebada follaje  | 1.90  | 0.16                              | 3.25                  | 92.61      |

Fuente: Elaboración Propia. Datos obtenidos del Laboratorio de Análisis de Suelo, Planta, Agua y Fertilizante de UNALM

**Anexo 10: Números de animales por especies que tienen las familias en la comunidad de Aramachay campaña 2004-2005**

| Numero<br>Familias | Números de Animales |        |            |       |        |       |      |
|--------------------|---------------------|--------|------------|-------|--------|-------|------|
|                    | Vacunos             | Ovinos | Auquénidos | Asnos | Cerdos | Cuyes | Aves |
| 1                  | 10                  | 50     | 0          | 2     | 0      | 2     | 10   |
| 2                  | 10                  | 10     | 0          | 3     | 8      | 30    | 10   |
| 3                  | 1                   | 0      | 0          | 0     | 0      | 30    | 12   |
| 4                  | 10                  | 7      | 0          | 3     | 0      | 10    | 0    |
| 5                  | 5                   | 25     | 0          | 3     | 0      | 10    | 0    |
| 6                  | 3                   | 0      | 0          | 2     | 3      | 50    | 2    |
| 7                  | 5                   | 10     | 0          | 2     | 1      | 35    | 3    |
| 8                  | 6                   | 52     | 0          | 2     | 4      | 10    | 6    |
| 9                  | 4                   | 0      | 0          | 2     | 0      | 0     | 0    |
| 10                 | 7                   | 37     | 0          | 2     | 0      | 0     | 0    |
| <b>Promedios</b>   | 6                   | 19     | 0          | 2     | 2      | 18    | 4    |

**Anexo 11 : Plaguicidas aplicados en el cultivo de papa en la comunidad de Aramachay (campaña 2004-2005)**

| Plaguicidas  | Ingredientes<br>Activos | Nº de<br>Mochila/Ha | Dosis/Ha     | Numero de<br>aplicaciones |
|--------------|-------------------------|---------------------|--------------|---------------------------|
| Insecticidas | Carbofurano             | 15-47               | 1.65-6.65 Lt | 19                        |
|              | Metamidofos             | 15-34               | 0.97-2.51 Lt | 14                        |
|              | Cipermetrina            | 10-12               | 1.24-1.49 Lt | 3                         |
| Fungicidas   | Oxamylo                 | 18-23               | 3.57-5.77 Lt | 4                         |
|              | Propined                | 11-13               | 1.29-0.54 Kg | 3                         |

**Anexo 12: Selección del tubérculo de papa durante la cosecha en la comunidad de Aramachay**

| Variedades | Categorías | Peso Fresco (gr). | Longitud (cm) | Ancho (cm) | Grosor (cm) |
|------------|------------|-------------------|---------------|------------|-------------|
| Yungay     | Extra      | 413               | 12,38         | 9,3        | 5,75        |
|            | Primera    | 235               | 9,62          | 7,78       | 5,35        |
|            | Segunda    | 169               | 8,53          | 7,26       | 4,44        |
|            | Tercera    | 99                | 6,73          | 6,04       | 4,13        |
|            | Cuarta     | 57                | 5,52          | 4,98       | 3,44        |
|            | Quinta     | 25                | 3,91          | 3,65       | 2,76        |
|            | Sexta      | 9                 | 2,78          | 2,67       | 2,05        |
| Perricholi | Extra      | 390               | 10,53         | 9,17       | 6,57        |
|            | Primera    | 248               | 8,7           | 7,69       | 6,35        |
|            | Segunda    | 190               | 7,94          | 7,22       | 5,81        |
|            | Tercera    | 109               | 6,52          | 5,98       | 4,78        |
|            | Cuarta     | 49                | 4,83          | 4,58       | 3,69        |
|            | Quinta     | 26                | 3,89          | 3,67       | 2,99        |
|            | Sexta      | 15                | 3,409         | 3,187      | 2,609       |

**Anexo 13: Cantidad de nitrógeno extraído y aportado en el cultivo de papa en la comunidad de Aramachay**

**( Rango < 190 Kg N totales /Ha) (Campaña 2004-2005)**

| Balance de nitrógenos totales en el cultivo de papa rango menor de 190 Kg/Ha |                    |          |           |            |            |                          |           |              |       |         |
|--|--------------------|----------|-----------|------------|------------|--------------------------|-----------|--------------|-------|---------|
| Variedad   | Nitrógeno Extraído |          |           |            |            | Nitrógeno Aportado Kg/Ha |           |              |       | Balance |
|  | Rdto Kg/Ha         | % M.Seca | M.S Kg/Ha | % N en M.S | N Extraído | Suelo                    | Estiércol | Fertilizante | Total |         |
| Yungay   | 40130,8            | 0,246    | 9854      | 1,6        | 157        | 33                       | 58        | 90           | 181   | 24      |
| Yungay   | 38793,1            | 0,192    | 7454      | 1,5        | 113        | 29                       | 25        | 56           | 109   | -4      |
| Yungay   | 43103,4            | 0,200    | 8606      | 1,6        | 135        | 36                       | 38        | 76           | 150   | 15      |
| Yungay   | 17390,0            | 0,223    | 3877      | 2,7        | 106        | 33                       | 31        | 123          | 186   | 80      |
| Peruanita  | 9363,9             | 0,226    | 2115      | 1,1        | 24         | 33                       | 31        | 123          | 186   | 162     |
| Perricholi   | 14714,6            | 0,225    | 3309      | 1,6        | 52         | 33                       | 31        | 123          | 186   | 135     |
| Yungay   | 41208,8            | 0,239    | 9858      | 1,8        | 177        | 30                       | 49        | 60           | 139   | -39     |
| Yungay   | 32327,6            | 0,235    | 7609      | 1,7        | 132        | 30                       | 47        | 42           | 119   | -13     |
| Huayro   | 15517,2            | 0,243    | 3770      | 2,4        | 89         | 30                       | 47        | 42           | 119   | 30      |
| A. centro  | 19396,6            | 0,232    | 4506      | 3,2        | 145        | 30                       | 47        | 42           | 119   | -26     |
| Yungay   | 29388,7            | 0,214    | 6299      | 2,0        | 123        | 21                       | 96        | 31           | 148   | 24      |
| Canchan  | 35266,5            | 0,223    | 7858      | 2,2        | 173        | 21                       | 96        | 31           | 148   | -25     |
| Yungay   | 23496,2            | 0,244    | 5728      | 2,0        | 112        | 33                       | 60        | 96           | 189   | 76      |
| Yungay   | 31578,9            | 0,232    | 7322      | 2,8        | 205        | 41                       | 72        | 69           | 182   | -23     |
| Yungay   | 28448,3            | 0,233    | 6643      | 2,8        | 184        | 36                       | 38        | 55           | 129   | -55     |
| Perricholi   | 36206,9            | 0,230    | 8341      | 1,8        | 150        | 36                       | 37        | 55           | 128   | -22     |
| Yungay   | 40000,0            | 0,210    | 8384      | 1,6        | 134        | 36                       | 27        | 64           | 128   | -6      |
| <b>Promedios</b>   | 29,196             | 0,226    | 6561      | 2,0        | 130        | 32                       | 49        | 69           | 150   | 20      |

**Anexo 14: Cantidad de nitrógeno extraído y aportado en el cultivo de papa en la comunidad de Aramachay**

**( Rango190-260 Kg N totales /Ha) (Campaña 2004-2005)**

| Balance de nitrógenos totales en el cultivo de papa rango de 190 - 260 Kg/Ha |                    |          |           |            |            |                          |           |              |       |         |
|--|--------------------|----------|-----------|------------|------------|--------------------------|-----------|--------------|-------|---------|
| Variedad   | Nitrógeno extraído |          |           |            |            | Nitrógeno Aportado Kg/Ha |           |              |       | Balance |
|  | Rdto Kg/Ha         | % M.Seca | M.S Kg/Ha | % N en M.S | N Extraído | Suelo                    | Estiércol | Fertilizante | Total |         |
| Yungay   | 17.501             | 0,230    | 4.034     | 1,12       | 45         | 36                       | 92        | 122          | 251   | 206     |
| Andina   | 11.667             | 0,243    | 2.841     | 1,12       | 32         | 36                       | 92        | 122          | 251   | 219     |
| Yungay   | 21.748             | 0,203    | 4.419     | 1,60       | 71         | 29                       | 82        | 144          | 255   | 184     |
| Yungay   | 46.805             | 0,235    | 11.000    | 1,40       | 154        | 36                       | 39        | 145          | 220   | 66      |
| Yungay   | 31.579             | 0,238    | 7.516     | 2,80       | 210        | 40                       | 65        | 110          | 214   | 4       |
| Huayro   | 19.048             | 0,240    | 4.577     | 1,60       | 73         | 28                       | 144       | 38           | 209   | 136     |
| A. centro  | 23.810             | 0,224    | 5.344     | 2,40       | 128        | 28                       | 144       | 38           | 209   | 81      |
| Yungay   | 28.571             | 0,236    | 6.740     | 1,68       | 113        | 28                       | 144       | 38           | 209   | 96      |
| Yungay   | 37.241             | 0,209    | 7.794     | 2,21       | 172        | 38                       | 64        | 111          | 212   | 40      |
| Canchan  | 39.724             | 0,201    | 7.968     | 2,24       | 178        | 38                       | 64        | 111          | 212   | 34      |
| Andina   | 24.828             | 0,239    | 5.929     | 1,30       | 77         | 38                       | 64        | 111          | 212   | 135     |
| Yungay   | 24.812             | 0,235    | 5.828     | 2,38       | 139        | 19                       | 71        | 155          | 244   | 106     |
| Andina   | 20.301             | 0,240    | 4.864     | 1,34       | 65         | 19                       | 71        | 155          | 244   | 179     |
| Perricholi   | 45.113             | 0,232    | 10.457    | 2,52       | 264        | 19                       | 71        | 155          | 244   | -19     |
| <b>Promedios</b>   | 28.053             | 0,229    | 6.379     | 1,84       | 123        | 31                       | 86        | 111          | 228   | 105     |

**Anexo 15 : Cantidad de nitrógeno extraído y aportado en el cultivo de papa en la comunidad de Aramachay**

**( Rango >260 Kg N totales /Ha) (Campaña 2004-2005)**

| Balance de nitrógenos totales en el cultivo de papa rango mayor 250 Kg/Ha |                    |             |           |            |            |                          |           |              |       |         |
|---|--------------------|-------------|-----------|------------|------------|--------------------------|-----------|--------------|-------|---------|
| Variedad  | Nitrógeno extraído |             |           |            |            | Nitrógeno Aportado Kg/Ha |           |              |       | Balance |
|   | Rdto Kg/Ha         | %<br>M.Seca | M.S Kg/Ha | % N en M.S | N Extraído | Suelo                    | Estiércol | Fertilizante | Total |         |
| Yungay  | 21.147             | 0,206       | 4.362     | 1,12       | 49         | 33                       | 88        | 142          | 262   | 213     |
| Yungay  | 36.090             | 0,224       | 8.090     | 1,50       | 121        | 46                       | 76        | 174          | 296   | 175     |
| Yungay  | 43.966             | 0,205       | 9.033     | 2,02       | 182        | 31                       | 79        | 176          | 287   | 104     |
| A centro  | 23.922             | 0,238       | 5.688     | 2,35       | 134        | 45                       | 63        | 176          | 284   | 151     |
| Huayro  | 26.638             | 0,241       | 6.419     | 0,98       | 63         | 45                       | 63        | 176          | 284   | 222     |
| Yungay  | 37.000             | 0,224       | 8.275     | 2,24       | 185        | 35                       | 69        | 221          | 325   | 140     |
| Yungay  | 10.909             | 0,173       | 1.888     | 2,52       | 48         | 28                       | 117       | 281          | 425   | 378     |
| Huayro  | 8.182              | 0,233       | 1.909     | 2,10       | 40         | 28                       | 117       | 281          | 425   | 385     |
| Yungay  | 8.202              | 0,159       | 1.300     | 2,88       | 37         | 31                       | 96        | 259          | 387   | 349     |
| Yungay  | 13.329             | 0,234       | 3.117     | 3,19       | 99         | 31                       | 91        | 244          | 366   | 267     |
| Yungay  | 14.107             | 0,207       | 2.926     | 1,68       | 49         | 30                       | 63        | 169          | 262   | 213     |
| Andina  | 21.160             | 0,238       | 5.046     | 2,40       | 121        | 30                       | 63        | 169          | 262   | 141     |
| Yungay  | 36.207             | 0,205       | 7.419     | 1,76       | 131        | 25                       | 120       | 192          | 337   | 206     |
| Andina  | 28.448             | 0,227       | 6.463     | 1,70       | 110        | 25                       | 120       | 192          | 337   | 227     |
| Yungay  | 28.195             | 0,196       | 5.517     | 2,94       | 162        | 19                       | 68        | 189          | 275   | 113     |
| Andina  | 22.556             | 0,219       | 4.949     | 2,24       | 111        | 19                       | 68        | 189          | 275   | 164     |
| <b>Promedios</b>  | 23.754             | 0,214       | 5.150     | 2,10       | 103        | 31                       | 85        | 202          | 318   | 215     |

**Anexo 16: Formato de recolección de datos en la comunidad de Aramachay  
(campaña 2004 – 2005)**

ID Familiar:

1. TIPO DE ABONO

Componentes .....Preparación .....

2. PARCELAS DE LAS FAMILIAS

Lugar ..... Área .....Rotación de cultivos ..... Zona agroecológica

Tipo de suelo ( color.....textura.....pendiente.....profundidad )

3. BIODIVERSIDAD FAMILIAR

4. ALIMENTACIÓN DE ANIMALES

Época ..... Tipo ..... Cantidad de alimento .....

5. NUMEROS DE ANIMALES

| TIPO DE ANIMAL | PESO ( Kg ) | OBSERVACIONES |
|----------------|-------------|---------------|
| Toro           |             |               |
| Vaca           |             |               |
| Burro          |             |               |
| Carnero        |             |               |
| Borrega        |             |               |
| Cerdo          |             |               |
| Gallina        |             |               |
| Cuyes          |             |               |

6. PREPARACIÓN DEL TERRENO

Arado N° ..... Cruzas N°.....

7. INCORPORACIÓN DE LA MATERIA ORGÁNICA

Maleza ..... Estiércol ..... Restos de cosecha .....

8. ORIENTACIÓN DEL SURCO

Plano ..... Pendiente .....Contorno .....

9. SEMILLA

| Variedad | Cantidad ( Kg ) |
|----------|-----------------|
| 1.-      |                 |
| 2.-      |                 |

#### 10. ABONO ORGANICO FAMILIAR

| Fecha de aplicación | Cantidad ( Kg ) |
|---------------------|-----------------|
|                     |                 |
|                     |                 |

#### 11. ABONO INORGANICO

| Tipo | Fecha de aplicación | Cantidad ( Kg) |
|------|---------------------|----------------|
|      |                     |                |
|      |                     |                |
|      |                     |                |
|      |                     |                |
|      |                     |                |

#### 12. PESTICIDAS

| Tipo | Fecha de aplicación | Dosis / mochila | Nº de mochilas |
|------|---------------------|-----------------|----------------|
|      |                     |                 |                |
|      |                     |                 |                |
|      |                     |                 |                |
|      |                     |                 |                |
|      |                     |                 |                |

#### 13. RENDIMIENTO

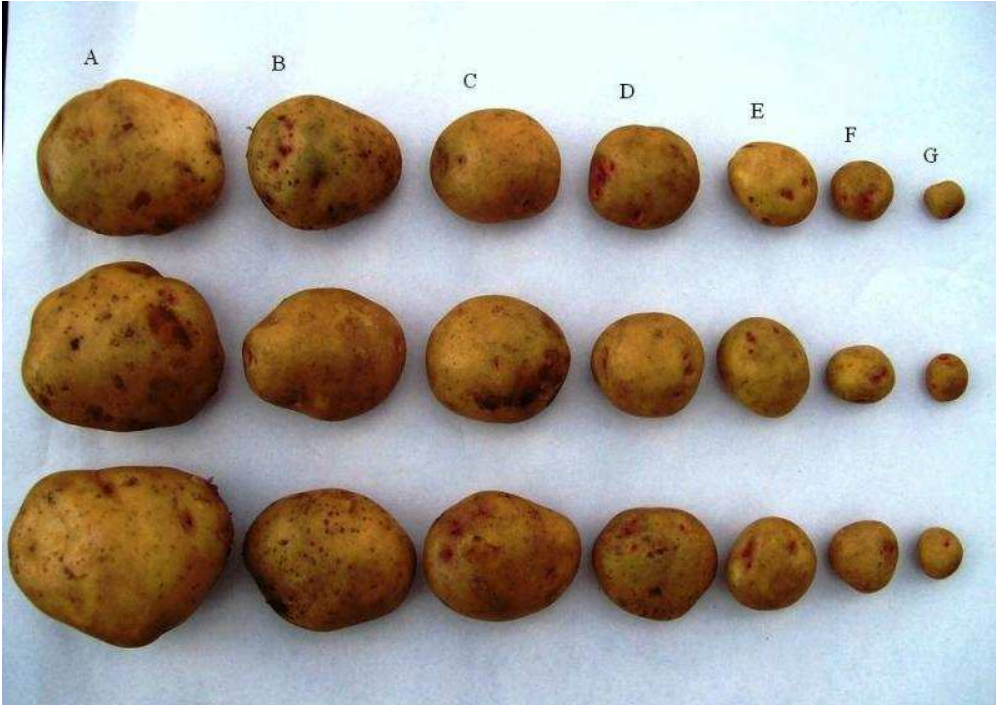
| Cultivo | Variedad | Rendimiento ( Kg) |
|---------|----------|-------------------|
|         |          |                   |
|         |          |                   |
|         |          |                   |
|         |          |                   |
|         |          |                   |

#### 14. RESTOS DE COSECHA

#### 15. DESTINO DE LA PRODUCCIÓN

Consumo ..... Intercambio ..... Comercio.....

**Anexo 17 Clasificación del tubérculo de papa durante la cosecha variedad Yungay. A: extra; B: primera; C: segunda; D: tercera; E: cuarta; F: quinta y G: sexta.**



**Anexo 18 . Clasificación del tubérculo de papa durante la cosecha variedad perricholi. A: extra; B: primera; C: segunda; D: tercera; E: cuarta; F: quinta; G: sexta.**

