

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE
HUAMANGA**

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



**“EFECTO DEL ENCALADO Y GALLINAZA EN EL RENDIMIENTO DE
PAPA (*Solanum tuberosum*) VARIEDAD AMARILLA TUMBAY
EN ANDAHUAYLAS, APURÍMAC A 3850 msnm.”**

Tesis para Obtener el Título Profesional de

INGENIERO AGRÓNOMO

Presentado por


OBED TROADIO ALCARRAZ CAMPOS

Ayacucho – Perú

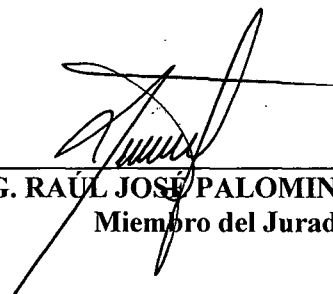
2010

**“EFECTO DEL ENCALADO Y GALLINAZA EN EL RENDIMIENTO DE
PAPA (*Solanum tuberosum*) VARIEDAD AMARILLA TUMBAY
EN ANDAHUAYLAS, APURÍMAC A 3850 msnm.”**

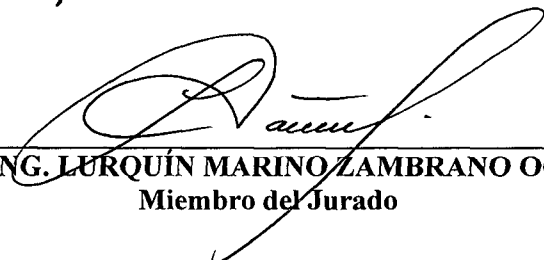
Recomendado : 02 de agosto de 2010
Aprobado : 06 de agosto de 2010



ING. WALTER AUGUSTO MATEU MATEO
Presidente del Jurado



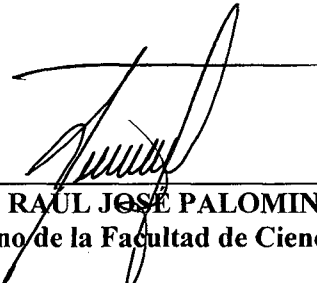
M.Sc. ING. RAÚL JOSÉ PALOMINO MARCATOMA
Miembro del Jurado



M.Sc. ING. LURQUÍN MARINO ZAMBRANO OCHOA
Miembro del Jurado



ING. ALEX LÁZARO TINEO BERMÚDEZ
Miembro del Jurado



M.Sc. ING. RAÚL JOSÉ PALOMINO MARCATOMA
Decano de la Facultad de Ciencias Agrarias

DEDICATORIA

A mis queridos padres, Troadio y Zunilda que son ejemplo de voluntad y perseverancia.

A mi hija, Andrea fuente de inspiración para cada uno de mis éxitos.

A Delia mi compañera en el camino de la vida.

A mis hermanos.

Gracias a ellos se hizo posible el alcance de mi anhelada meta.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga por la formación recibida.

A los profesores de la Facultad de Ciencias Agrarias, por sus enseñanzas y acertados consejos para la culminación de mi carrera profesional.

Deseo manifestar mi agradecimiento al Ing. M.Sc. Raúl J. Palomino Marcatoma, Ing. M.Sc. Alex L. Tineo Bermúdez y al Ing. M.Sc. Lurquín M. Zambrano Ochoa, por el asesoramiento, estímulo y decidido apoyo que me brindaron en la realización del presente trabajo.

Hago extensivo mi afecto y agradecimiento a todos mis amigos, por su gentil consideración y aprecio.

INDICE

	Página
INTRODUCCION	1
CAPÍTULO I: REVISION DE LITERATURA	
1. EL CULTIVO DE PAPA	4
1.1 ORIGEN DE LA PAPA	4
1.2 TAXONOMIA DE LA PAPA	6
1.3 ASPECTOS A TENER EN CUENTA EN LA PRODUCCION DE PAPA	9
1.3.1 Fisiología y Manejo de Tubérculos - Semilla de Papa	9
1.3.2 Reposo o Dormancia	11
1.3.3 La dominancia apical	13
1.3.4 Brotamiento Múltiple	14
1.3.5 Senectud	14
1.3.6 Desbrote de la Semilla	18
1.3.7 Longitud de Brotes	18
1.3.8 Tuberización	19
1.4 CARACTERISTICAS CLIMATICAS Y EDAFICAS PARA EL CRECIMIENTO Y DESARROLLO DEL CULTIVO DE LA PAPA	19
1.4.1 Temperatura	19
1.4.2 Luz y fotoperiodismo	20

1.4.3. Humedad	21
1.4.4. Suelos	21
1.5 LA NUTRICION MINERAL Y LA FERTILIZACION EN PAPA	22
1.5.1. El Nitrógeno	22
1.5.2. El Fósforo	25
1.5.3. El Potasio	28
1.6 MANEJO AGRONOMICO DEL CULTIVO DE PAPA	30
2. EL ENCALADO	33
2.1. Generalidades	33
2.2. Ventajas del Encalado	36
2.3. Materiales de Encalado	37
3. LA TECNOLOGIA DEL ABONAMIENTO	38
3.1. Generalidades	38
3.2. Tipos de Abonos	40
3.2.1 Abonos Orgánicos	41
3.2.2 Abonos Inorgánicos o Minerales	41
CAPITULO II: MATERIALES Y METODOS	
2.1 Campo Experimental	45
2.2 Antecedentes del Terreno	45
2.3 Características del Suelo	45
2.4 Características del Clima	47
2.5 Del Material experimental	51
2.6 De los Tratamientos	51
2.7 Características del Campo Experimental	53
2.8 Variables de Evaluación	55
2.9 Instalación y Conducción del experimento	55

2.10	Diseño y Análisis estadístico	57
------	-------------------------------	----

CAPÍTULO III: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1	RENDIMIENTO TOTAL DE PAPA VARIEDAD AMARILLA TUMBAY	59
3.2	RENDIMIENTO DE TUBERCULOS DE PRIMERA CATEGORIA	65
3.3	RENDIMIENTO DE TUBERCULOS DE SEGUNDA CATEGORIA	71
3.4	RENDIMIENTO DE TUBERCULOS DE TERCERA CATEGORIA	74
3.5	MERITO ECONOMICO DE LOS TRATAMIENTOS	80

CAPITULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1	CONCLUSIONES	81
4.2	RECOMENDACIONES	82

	RESUMEN	83
--	----------------	-----------

	REFERENCIAS DE LITERATURA	85
--	----------------------------------	-----------

	ANEXO	88
--	--------------	-----------

INTRODUCCIÓN

Dentro de las diversas variedades de papas de mesa que se consumen en nuestro país, tenemos una variedad que destaca como es la variedad amarilla Tumbay. Esta deliciosa papa fue domesticado en los andes del Perú (Huánuco), desde entonces no sufrió ninguna modificación visible o genética presentando su bella forma e intenso color amarillo. Esta variedad en la actualidad se cultiva principalmente en la sierra este, centro y sur de nuestro país en una altitud que varía desde los 3500 – 3900 msnm (**Care Perú, 2000**).

Son favorables para el cultivo los suelos que presentan buena fertilidad, alto contenido de materia orgánica y propiedades físicas favorables para un buen crecimiento y desarrollo del cultivo. Algunos suelos presentan un factor limitante que, es el pH bajo; por tanto son de reacción ácida que restringen la disponibilidad de algunos nutrientes esenciales para la planta, como es el caso del fósforo, elemento que interviene en el periodo inicial del cultivo y en las siguientes fases (**Centro Internacional de la Papa, 1986**).

Los fertilizantes sintéticos tienen el objetivo principal de mantener, aumentar o retribuir la disponibilidad de nutrientes al suelo para que estos puedan ser asimilados por las plantas y así cumplir el ciclo vegetativo normal; pero en los suelos de puna (3500 msnm a más) se presentan suelos ácidos debido, entre otras causas a las altas precipitaciones que tienden a lixiviar las bases cambiabiles aumentando la concentración de hidrógeno y por ende disminuyendo los niveles de acidez del suelo; ello trae consigo problemas de disponibilidad de nutrientes y es necesario realizar prácticas agronómicas, como la aplicación de enmiendas o nutrimentos mediante la tecnología de la fertilización.

La gallinaza (excremento de gallinas ponedoras enjauladas) aplicadas al momento de la siembra y acompañada con la fertilización sintética influenciaría de manera positiva en la asimilación de nutrientes por el cultivo, pues se ha encontrado en la gallinaza además de nitrógeno, fósforo y potasio, cantidades considerables de calcio. La incorporación de la gallinaza localizada junto a la semilla tiene su acción a nivel de la rizósfera trabajando a manera de un colchón aislante entre el suelo y el fertilizante sintético evitando así la fijación de los nutrientes por parte del suelo ácido y creando un poder tampón al suelo.

En nuestro país la papa es el segundo cultivo de importancia debido a que la superficie cultivada alcanza a los 349,000 Has., con un rendimiento promedio nacional de 10 tn.ha⁻¹ (Egusquiza, 2000).

Actualmente la papa variedad Amarilla Tumbay se está cultivando en la sierra central del Perú (Huánuco, Junín, Pasco) y sierra sur del Perú (Apurímac,

Ayacucho, Cuzco), teniendo un rendimiento variado, los cuales en promedio varían de 14.9 a 15.6 tn.ha⁻¹, respectivamente **(CIP-Proyecto INCOPA, 2002)**.

La baja producción de esta variedad tiene diferentes causas entre ellas tenemos la acidez del suelo; como esta variedad es cultivada por encima de los 3300 m.s.n.m., generalmente encontramos suelos ácidos, por tal motivo es recomendable subir los niveles del pH del suelo mediante la técnica del encalado para así poder mejorar nuestros rendimientos.

Los objetivos del presente trabajo de investigación son los siguientes:

- a. Determinar la dosis de cal y gallinaza que maximicen el rendimiento de papa.
- b. Determinar el mérito económico de los tratamientos.

CAPÍTULO I

REVISION DE LITERATURA

1. EL CULTIVO DE PAPA

1.1 ORIGEN DE LA PAPA

En algunas regiones del planeta por causas imposibles de ser explicadas en su integridad, se originaron los primeros cultivos en la que la humanidad basa su alimentación, es el caso del cultivo de papa.

En estos sitios que corresponden generalmente a países pobres tuvieron origen las expresiones más silvestres de estos cultivos, los que fueron domesticados por la paciente y persistente labor humana.

A pesar que estos cultivos esta expandidos por el mundo y se produce en grandes cantidades extensas regiones de todos los continente, pocas personas saben que el origen de papa fue en zonas especificas de los andes sudamericanos.

De aproximadamente 2000 especies conocidas dentro del género *Solanum*, entre 160 y 180 forman tubérculos, pero de estos, solo ocho son especies comestibles cultivadas. Existen cerca de 5000 cultivares de papa, de los cuales hoy se cultiva en los andes menos de 500.

En el Perú se sabe por evidencia arqueológica, que este cultivo existió mucho antes de la época de los incas y ha sido la base para la civilización y culturas andinas.

Vavilov, citado por **Montaldo (1984)**, señala como centro de origen a ocho lugares de todas las especies cultivadas. Sostiene que el centro de origen de una especie esta allí donde se encuentra una mayor variación en sus formas cultivadas y silvestres, el mismo autor, considera que la papa cultivada tuvo dos centros de origen:

El centro de origen de Chiloé, donde está la papa *Solanum tuberosum*, y el centro de origen Ecuador, Perú y Bolivia, donde están representadas las papas cultivadas andinas *Solanum andigenum*.

Según Hawkes citado por **Vásquez (1988)**, la región del lago Titicaca sería el centro de origen de la papa cultivada, porque allí existe un gran número de especies, al igual que variedades cultivadas; es allí donde habría nacido la agricultura más primitiva basado en el cultivo de la papa y otras tuberosas (ollucos, oca, etc.).

Así mismo señala que el género es uno de los más grandes del reino vegetal y su distribución es mundial, pero la concentración de diversidad está situada en el continente americano, como ocurre con la familia Solanácea.

La discusión histórica científica acerca del origen de la papa, es posible que nunca se vaya a definir, pues investigadores de los probables centros de origen defienden su autenticidad.

Es así que investigadores chilenos señalan, que sin ninguna duda es que el Chiloe es un centro de gran importancia mundial con relación a este cultivo.

Una posibilidad es que en tiempos remotos haya sido contacto entre los pueblos del altiplano (Lago Titicaca) y los de Chiloe y la papa *Solanum tuberosum* haya sido transportada en algún de los sentidos.

También es posible que la papa *Solanum tuberosum* tenga su origen en la Sierras del Perú y en las costas de las islas de Chiloe.

En resumen todos los historiadores que se dedican al estudio de la papa, están de acuerdo que esta planta es originaria de América.

Otro motivo de discusión histórica – científica es cuando y quien tuvo relación con la introducción de la papa a Europa y al resto del mundo.

2.2 TAXONOMIA DE LA PAPA TUMBAY

De acuerdo a **Egusquiza (1987)**, la clasificación taxonómica de la papa se basa en caracteres florales, lo que ha permitido clasificarlo de la siguiente manera:

Reino	:	Vegetal
División	:	Fanerógama
Subdivisión	:	Angiosperma

Clase	:	Dicotiledónea
Subclase	:	Simpétala
Orden	:	Tubiflora
Familia	:	Solanácea
Genero	:	Solanum
Sección	:	Petota
Serie	:	Tuberosa
Especie	:	<i>Solanum tuberosum</i> (andigena)
Variedad	:	Tumbay
Numero	:	2n = 4x = 48
Origen	:	Huánuco.

Todas las especies tanto cultivadas como silvestres pertenecen a la sección petota, esta sección se subdivide en series, especies y sub especies.

Las especies de papa se pueden agrupar en silvestres y cultivadas, las especies silvestres crecen en forma natural solamente en América, mientras que las cultivadas son aquellas que tienen uso alimenticio. Existen ocho especies cultivadas.

En el Perú las variedades cultivadas se clasifican en nativas y modernas, las nativas se siembran en la sierra especialmente en las alturas que corresponden a las comunidades campesinas a partir de los 3000 m.s.n.m.

Algunas variedades nativas se siembran en áreas más extensas para comercializarlos en el mercado de las ciudades más importantes del país por ser de muy buena calidad culinaria (harinosa), tal es el caso de la papa variedad amarilla Tumbay.

Las variedades modernas conocidos también como mejoradas se caracterizan por tener mayor capacidad productiva que la mayoría de las variedades nativas **(Egusquiza, 2000)**.

La papa amarilla (*Solanum goniocalix*) es una especie diploide, derivada de *Stenotomun* se caracteriza por el color amarillo intenso, particularmente yema de huevo de la pulpa de sus tubérculos.

El colón o variedad amarilla es su representante por excelencia, es planta de la familia de las Solanaceas, de tallo erguido, anguloso, ramoso, algo beloso, de nudos dilatados, cuyo fruto tiene la forma de bolitas, las flores son de color moradas.

La papa Amarilla es cultivada exclusivamente por sus tubérculos, los cuales nacen de los tallos subterráneos. La dilatación es producida por la acumulación de productos ricos en almidón. Sus singulares propiedades para la alimentación

El cultivo de esta especie está difundido en los Andes del Perú por encima de los 3,000 m.s.n.m, donde se encuentran las mejores condiciones para una buena tuberización.

Las papas presentan un contenido en glúcidos, proteínas y energía interna entre los que se observan en frutas, hortalizas y cereales.

En cuanto al tipo de glúcidos las papas se parecen más a los cereales ricos en almidones que en las frutas y hortalizas ricos en azúcares sencillos.

En este sentido, en general el consumo de papa por los diabéticos es más recomendable que el consumo de frutas ricas en azúcares sencillos esto se debe a que los polisacáridos predominantes en tubérculos y cereales son glúcidos de lenta digestión y absorción.

CUADRO 1.1: Composición Química Promedio de una Porción de 100 g. de Papa Fresca.

COMPOSICIÓN	CANTIDAD (G)
Humedad	78.00
Proteína	2.10
Almidón	1.00
Cenizas	0.10
Grasas	-

Fuente: (Egusquiza, 2000)

1.3 ASPECTOS A TENER EN CUENTA EN LA PRODUCCION DE PAPA

1.3.1 Fisiología y Manejo de Tubérculos - Semilla de papa

En el Perú, la papa es uno de los cultivos de mayor importancia económica en nuestro país, en razón de que juega un papel fundamental en la canasta familiar.

Este cultivo, está ligado a la tradición agrícola que caracteriza a la zona Andina del Perú, donde se cultivan cerca de 34.000 hectáreas, esto lo ubica al departamento de Apurímac como el tercer productor de papa en Perú.

En el ámbito comercial, la papa amarilla se propaga vegetativamente por medio del tubérculo al cual se le da el nombre genérico de semilla; esto permite mantener su constitución genética inalterable, sin embargo, existen otras formas de propagación por medio de semilla sexual o por partes vegetativas como esquejes, brotes y meristemas.

La semilla de papa amarilla es el insumo más importante en cualquier proceso de producción; la condición básica para obtener niveles de productividad elevados es lograr que los tubérculos semilla, alcancen el estado de brotamiento mas adecuado al momento de la siembra, por lo tanto, las practicas de manejo de post - cosecha que se realicen con estos, se deben concentrar en aquellos factores y condiciones que influyen en el desarrollo de brotes vigorosos, que luego dan origen a tallos fuertes y libres de enfermedades.

En general, es necesario considerar dos factores estrechamente ligados con la emisión de brotes:

- a. La variedad de papa responsable de la duración del periodo de reposo.
 - b. La edad fisiológica del tubérculo semilla, la cual depende de las condiciones de almacenamiento a las cuales ha sido sometida la semilla.
- Durante el desarrollo fisiológico, el tubérculo pasa a través de los estados de reposo o dormancia apical, brotamiento múltiple y senectud.

1.3.2 Reposo o Dormancia

El periodo de reposo es una característica que depende de la variedad, las papas de las subespecies *Solanum tuberosum*, *ssp. tuberosum* y *ssp. andigena* pasan por un periodo de relativa inactividad antes de emitir brotes.

La dormancia es el estado durante el cual los tubérculos no brotan, aún bajo condiciones ambientales, que en otras circunstancias serian favorables para un brotamiento rápido, la duración de este periodo es un factor determinante para definir el momento más oportuno para la siembra.

Es importante resaltar el riesgo que significa sembrar tubérculos que no hayan concluido su dormancia, puesto que las plantas pueden emerger en forma irregular, con un solo tallo o tubérculos que se pueden desintegrar en el suelo antes de emerger, ocasionando con ello el fracaso del cultivo.

El periodo de dormancia termina al iniciarse el crecimiento del primer brote.

Para evaluar las diferencias entre variedades de papa, se define este periodo cuando el 80% de los tubérculos de una muestra mínima de 20 tubérculos de tamaño uniforme, han desarrollado uno o más brotes de por lo menos 3 mm. de largo.

El periodo de dormancia puede ser:

Dormancia Total: Comprendido desde la fecha de inicio de la tuberización en las plantas, hasta el termino de la dormancia.

Dormancia Post - cosecha: Comprendido desde el momento de la cosecha, hasta el fin de la dormancia.

La duración de ambos periodos la determina el inicio del brotamiento.

El concepto de dormancia total es más preciso pero más difícil de determinar y por tal razón, se usa la dormancia post - cosecha para fines prácticos.

Los factores que afectan la duración del periodo de dormancia, son:

a. La variedad

La dormancia del tubérculo puede durar menos de un mes o, varios meses según la variedad.

En general, la duración del periodo no está relacionada con la duración del ciclo vegetativo de una variedad. Por ejemplo, en una variedad precoz la duración de la dormancia no es necesariamente corta, además, las variedades reaccionan en forma diferente al ambiente de almacenamiento.

b. Condiciones de crecimiento

Las condiciones en las cuales se producen los tubérculos - semillas afectan la duración del periodo de Dormancia, por ejemplo, las temperaturas altas, el bajo contenido de humedad y la baja fertilidad de un suelo durante el crecimiento del tubérculo, aceleran el desarrollo fisiológico y la reducción en el periodo de Dormancia.

c. Temperatura de almacenamiento

Las temperaturas altas en el almacenamiento, aceleran el proceso de envejecimiento fisiológico del tubérculo y por consiguiente reducen el periodo de dormancia, sin embargo, una temperatura fluctuante o un "Golpe de frío" de dos a cuatro semanas a bajas temperaturas (debajo de 10° C.) es más efectivo para acortar el periodo de reposo, que un almacenamiento a una temperatura alta constante.

d. Daños mecánicos al tubérculo

Los daños en los tubérculos causados durante la cosecha o por enfermedades y plagas, aceleran el brotamiento. Tal es el caso de las papas atacadas por gusano blanco o papas cortadas.

e. Madurez del tubérculo

Los tubérculos inmaduros tienen usualmente un reposo más largo de post - cosecha que los cosechados ya maduros.

f. Tamaño del tubérculo - semilla

El tamaño es un factor que influye en la duración del periodo de dormancia; los tubérculos pequeños tienen un periodo más prolongado que los más grandes.

Además los tubérculos pequeños presentan una pérdida de peso más acelerado, porque la superficie por unidad de peso es significativamente mayor.

Este efecto de los tubérculos pequeños con relación al más grande, son independientes del ambiente de almacenamiento.

1.3.3 La dominancia apical

Al final del periodo de reposo, las yemas en los ojos del tubérculo empiezan a crecer y a formar brotes, con frecuencia, la yema apical empieza a brotar primero marcando el comienzo del estado de dominancia apical.

El sembrar tubérculos - semillas con dominancia apical a menudo da lugar a plantas con un solo tallo lo cual origina rendimientos bajos.

La duración de la dominancia apical es afectada por el manejo del almacenamiento y por el desbrotamiento.

La remoción del brote apical del tubérculo puede inducir a la formación de brotes múltiples, lo que da lugar a la formación de varios tallos por planta.

Los brotes deben ser removidos cuando aun están jóvenes; cuando están viejos, el desbrotamiento puede causar daños al tubérculo, deshidratación y un rebrotamiento escaso.

1.3.4 Brotamiento Múltiple

El estado de brotamiento múltiple, puede durar varios meses según las variedades, especialmente cuando los tubérculos son almacenados a bajas temperaturas y cuando los tubérculos son almacenados bajo luz difusa, el brotamiento se mantiene con brotes cortos y fuertes, ideales para la siembra.

Generalmente este es el estado óptimo para sembrar tubérculos - semillas. Los tubérculos, en este estado, originan plantas con varios tallos.

1.3.5 Senectud

Luego del periodo de brotamiento múltiple, el tubérculo envejece, observándose ramificación excesiva de los brotes, formándose brotes largos y débiles y también tubérculos diminutos directamente de los brotes.

En este estado, los tubérculos - semillas ya no producen plantas productivas.

La senectud puede ser retardada, produciendo y almacenando tubérculos - semillas a temperaturas bajas. Los tubérculos producidos durante una temporada cálida del cultivo, alcanzan el estado de senectud más rápido que los producidos durante una temperatura fría.

Durante su desarrollo fisiológico el tubérculo atraviesa por varios estados, desde el estado de dormancia hasta el de senectud, ambos extremos son totalmente inadecuados para el uso como semilla.

En este proceso llamado también envejecimiento fisiológico, el tubérculo cambia, de fisiológicamente joven a fisiológicamente viejo.

Los resultados de numerosos estudios han coincidido en señalar que las plantas de papa que provienen de semilla fisiológicamente más vieja, tienen las siguientes características con respecto a aquellas de semilla joven:

a. Semilla Vieja

- Emergencia más rápida
- Tuberización temprana
- Mayor número de tallos
- Menor desarrollo del follaje
- Maduración temprana
- Rendimiento bajo
- Senescencia más temprana

b. Semilla Joven

- Emergencia tardía
- Tuberización tardía
- Menor número de tallos
- Mayor desarrollo del follaje
- Maduración tardía
- Rendimiento alto
- Senescencia más tardía

En resumen, las plantas desarrolladas de tubérculos - semillas fisiológicamente jóvenes, desarrollan su rendimiento potencial, sin embargo, el cultivo de papa crece durante un periodo más largo y el rendimiento total es mayor.

Las plantas provenientes de tubérculos -semillas fisiológicamente viejas, desarrollan rápidamente su rendimiento potencial, sin embargo, el cultivo madura tempranamente y el rendimiento total es reducido; por lo tanto, se recomienda sembrar tubérculos fisiológicamente viejos si el periodo de crecimiento disponible es limitado por factores como baja precipitación, heladas tempranas, ataque de gota e incidencia de virus.

Si se dispone de un periodo de crecimiento largo, se recomienda sembrar tubérculos - semillas fisiológicamente jóvenes, sin embargo, debe tenerse en cuenta que de una u otra forma la capacidad de la planta para sostener el crecimiento es de suma importancia.

Las plantas deben poseer un área foliar suficiente, para mantener la tasa de fijación del carbono activa y alta sobre todo durante la tuberización, puesto que la tasa de crecimiento de los tubérculos depende principalmente de la fotosíntesis neta registrada durante la fase de tuberización y no así de los productos fotosintéticos previamente acumulados en el follaje (**Moorby y Milthorpe, 1983**).

Después del estado de dormancia sigue el estado de dominancia apical, que es una característica variedad que estimula el crecimiento del brote apical e inhibe el crecimiento de los brotes laterales.

Cuando se siembra una semilla en estado de dominancia apical el número de tallos principales por planta es bajo.

El desbrote del tubérculo - semilla en las variedades que presentan dominancia apical estimula el desarrollo de mayor número de tallos por planta.

La temperatura de almacenamiento ejerce una gran influencia sobre el potencial de producción del tubérculo - semilla.

Las temperaturas altas de almacenamiento favorecen el crecimiento de los brotes, mientras que las temperaturas bajas lo retardan. Las temperaturas entre 10 y 20°C parecen ser óptimas para el crecimiento de los brotes, sin embargo, para almacenar papa la temperatura debe ser menor.

La humedad relativa estimula la formación de raíces en los brotes. En condiciones de alta temperatura, una humedad relativa alta estimula el crecimiento de los brotes.

La luz es uno de los factores que más efecto tiene en la velocidad de crecimiento y vigor de los brotes.

La clorofila y la solanina que se producen en los tubérculos sometidos a la acción de la luz solar, impiden la penetración de algunos microorganismos patógenos. Una semilla que se almacene en una bodega donde penetre la luz solar, da como resultado brotes vigorosos y resistentes a la penetración de hongos patógenos como *Rhizoctonia* y *Fusarium*; por el contrario, una semilla almacenada en una bodega oscura produce brotes largos y débiles que son muy susceptibles al daño mecánico y pudriciones.

El tubérculo en almacenamiento, como un tallo que es, necesita de cierta disponibilidad de oxígeno para poder respirar.

En la misma forma cuando el CO₂ producido en el proceso de respiración se acumula en una bodega sin circulación de aire, llega a ser perjudicial para la semilla en razón de que se presentan pudriciones por efecto de hongos y bacterias.

1.3.6 Desbrote de la Semilla

El desbrote de la semilla es una práctica útil para estimular el pronto desarrollo de los brotes cuando hay dominancia apical.

Para obtener un mayor número de tallos por planta, esta práctica permite controlar el tamaño de los tubérculos en las variedades que tienen tendencia a engrosar demasiado, sin embargo, el desbrotamiento de la semilla no siempre lleva al desarrollo de un gran número de tallos por planta, ni todas las variedades responden bien al desbrote.

Cuando una semilla es desbrotada varias veces, va perdiendo su vigor y finalmente da origen a plantas con un sistema de raíces muy débiles y follaje escaso, o si las condiciones del suelo son adversas los brotes no alcanzan a emerger.

1.3.7 Longitud de Brotes

La semilla que presenta brotes largos, muchos de ellos se rompe con facilidad durante el transporte del sitio de almacenamiento al lote de siembra, quedando expuestos a la entrada de patógenos como Fusarium, Rhizoctonia y Verticillum, los cuales van a formar pudrición en la zona radical de la planta.

El tamaño del tubérculo juega un papel muy importante en la producción de tallos; la semilla gruesa produce tallos más vigorosos y por consiguiente tienen más ventajas que la semilla delgada bajo condiciones adversas de suelo y ambiente, como sequía y heladas, pero el costo de semilla, por hectárea, se eleva debido a que la cantidad que se utiliza es el doble de la semilla delgada.

1.3.8 Tuberización

La tuberización y el crecimiento del tubérculo en la planta de papa dependen de varios factores del medio ambiente, siendo la más importante la longitud o durabilidad del día y la temperatura e inclusive bajo condiciones inductivas.

El inicio de la tuberización puede ser retardado bajo condiciones de campo por algunas prácticas agronómicas, como una alta fertilización nitrogenada **(Krauss, 1985)**.

1.4 CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS Y EDÁFICAS PARA EL CRECIMIENTO Y DESARROLLO DEL CULTIVO DE PAPA

1.4.1 Temperatura

Sánchez (2003), manifiesta que la papa es una planta de clima templado - frío, siendo las temperaturas más favorables para su cultivo las que oscilan entre 13 y 18°C, pero al momento de la siembra la temperatura del suelo debe ser superior a los 7°C, con unas temperaturas nocturnas relativamente frescas.

El frío excesivo perjudica a los tubérculos que pueden quedar pequeños y sin desarrollar; si la temperatura es demasiado elevada afecta a la formación de los tubérculos y favorece el desarrollo de plagas y enfermedades.

1.4.2 Luz y fotoperiodismo

Sánchez (2003), menciona que la luz tiene una incidencia directa sobre el fotoperiodo, por que ésta induce a la tuberización. Los fotoperiodos cortos son los más favorables para la tuberización y los fotoperiodos largos inducen al crecimiento vegetativo.

Montaldo (1984), sostiene que la influencia del fotoperiodismo en la papa es marcada durante el crecimiento vegetativo, el crecimiento de los estolones, la floración y la tuberización.

El inicio de la tuberización ocurre más temprano bajo condiciones de días cortos que bajo de días largos; la tuberización es más violenta y la madurez se alcanza más temprano.

La producción de tubérculos por unidad de área foliar es mayor bajo días cortos, pero plantas que alcanzan gran desarrollo vegetativo bajo condiciones de día largo pueden al final producir un rendimiento adecuado en tubérculos debido al mayor incremento de área foliar que compensa la disminución de la eficiencia en la tuberización.

Parsons (1986), menciona que el tubérculo no requiere luz para brotar, sin pero cuando la planta ha emergido, necesita bastante luz para su desarrollo. Sin embargo una radiación solar fuerte durante mucho tiempo reduce la producción.

1.4.3 Humedad

Sánchez (2003), opina que la humedad relativa moderada es un factor muy importante para el éxito del cultivo de la papa.

La humedad excesiva en el momento de la germinación del tubérculo y en el periodo desde la aparición de las flores hasta la maduración del tubérculo resulte nociva.

Una humedad ambiental excesivamente alta favorece el desarrollo de las enfermedades.

1.4.4 Suelos

Montaldo (1984), afirma que la papa se adapta a diferentes tipos de suelos, siempre que estos tengan una buena estructura y un buen drenaje.

Los mejores suelos para este cultivo de papa son los porosos, friables y bien drenados, con una profundidad de 25 – 30 cm. Los suelos muy arenosos no son retentivos de humedad y por esto requieren riegos frecuentes.

Los suelos derivados de materia orgánica son los mejores y producen las más altas cosechas. Respecto al pH el desarrollo es óptimo en medios que fluctúan entre 5 – 6.5.

Parsons (1 986), manifiesta que los suelos francos son más adecuados para la producción de papas, porque no se secan tan rápido, ni tan lentamente.

La granulación natural es bastante buena, manteniendo una adecuada estructura durante el cultivo.

1.5 LA NUTRICIÓN MINERAL Y LA FERTILIZACIÓN EN PAPA

Villagarcía (1987), afirma, que dentro de una agricultura tecnificada, el cultivo de la papa es considerado como uno de los cultivos de más alta densidad económica.

El gasto en fertilizantes representa el 20 – 30% del costo de producción y es por ello que el agricultor requiere la información más precisa en sus interrogantes de cuanto, que, cuando y como abonar, considerando los cuatro factores de producción que son clima, suelo, cultivo y grado de tecnificación.

El mismo autor señala que para producir una tonelada de papa fresca se necesita extraer del suelo las siguientes cantidades de nutrientes:

- 4 a 6 kg de N
- 0.7 a 1.1 kg de P (1.6 a 2.5 kg de P_2O_5)
- 6 a 7,5 kg de K (7.2 a 9 kg de K_2O)
- 0.6 a 0.8 kg de Mg
- 0.6 a 0.8 kg de Ca

Las variaciones de la cantidad extraída de nutrientes minerales por la papa dependen de la riqueza natural del suelo, de la fertilización practicada y de la variedad sembrada.

1.5.1 El Nitrógeno

a. Nitrógeno en el suelo

Villagarcía (1990), menciona que el nitrógeno presente en el suelo se encuentra bajo formas de nitrógeno orgánico y nitrógeno inorgánico.

El nitrógeno se encuentra formando parte de la materia orgánica proveniente de organismos vegetales y animales.

Este nitrógeno representa casi la totalidad del nitrógeno del suelo sin embargo no puede ser utilizado por la planta mientras no se transforma previamente en nitrógeno inorgánico.

El nitrógeno inorgánico incluye las formas de NH_4^+ , NO_3^- , N_2O , NO , N_2 . El ión amonio (NH_4^+) se halla adsorbido por los coloides del suelo y una pequeña proporción disuelta en el agua del suelo.

Los iones nitrato (NO_3^-) y nitrito (NO_2^-) se encuentran libres en la disolución del suelo, representan sólo el 2% del nitrógeno total del suelo; sin embargo, tienen una gran importancia, puesto que las plantas absorben el nitrógeno bajo esas formas.

b. El Nitrógeno en la planta

El nitrógeno es un componente importante de las proteínas, cuyo contenido está directamente relacionado con la concentración de N en los tejidos de la planta.

Al respecto, **Davelouis (1991)**, afirma que la materia seca vegetal contiene de 2 a 4% de nitrógeno. El contenido de carbono es de 40%, sin embargo, el nitrógeno es el constituyente elemental indispensable en numerosos compuestos orgánicos importantes (aminoácidos, proteínas, ácidos nucleicos).

Se le encuentra en los grupos precursores pirrólicos de la clorofila, en los compuestos de la energía como las adenosinas, mono (AMP), di (ADP),

trifosfatos (ATP), unuda difosfatada (UDP) y trifosfatada (UTP), guanina trifosfatada (GTP); como componentes de las hormonas (ácido indolacético, auxinas), moléculas muy potentes y efectivas en mínimas cantidades, las cuales estimulan o tardan el crecimiento de la planta.

Loayza (1968), sostiene que la importancia radica en que este elemento interviene en la formación de aminoácidos y proteínas, este a su vez interviene en el crecimiento de los diversos órganos de la planta, aumentando la superficie foliar y la masa protoplasmática, por esta razón su eficiencia se manifiesta en las partes activas del crecimiento de la planta.

c. Absorción de Nitrógeno por la planta

De acuerdo a **Davelouis (1991)**, las plantas absorben el nitrógeno bajo las formas nítricas (ión nitrato NO_3^-) y amoniacal (ión amonio NH_4^+).

Las formas predominantes de absorción del nitrógeno (amoniacal o nítrico) dependen de diversos factores, como la temperatura y pH.

Las bajas temperaturas o un pH bajo favorecen la absorción del amoniacal.

d. Deficiencia de Nitrógeno en la planta

Davelouis (1991), menciona que reduce la producción de triptófano el cual es el precursor del ácido indol acético, siendo la hormona de crecimiento.

Produce clorosis en las hojas viejas y un color púrpura en las hojas de algunas plantas como maíz y tomate; debido a la concentración de antocianinas.

Villagarcía (1990), indica que la deficiencia del nitrógeno da lugar a una maduración acelerada con frutos pequeños y de poca calidad, lo que se

traduce en rendimiento escaso y se manifiesta en las plantas por un desarrollo vegetativo reducido y por un color verde amarillento y la caída prematura de las hojas.

e. Exceso de Nitrógeno en la planta

Davelouis (1991), señala que la dosis elevada de nitrógeno en ausencia de fósforo y potasio alarga el periodo vegetativo de las hojas y tallos, ocasionando por lo tanto una maduración tardía de la parte aérea y acortando las cosechas y que va en perjuicio del rendimiento.

Villagarcía (1990), menciona que el exceso de nitrógeno en la planta ocasiona gran desarrollo aéreo donde las hojas toman una coloración verdosa muy oscura, que da lugar a una mayor susceptibilidad de la planta a condiciones meteorológicas adversas (heladas, sequías) y a enfermedades, ya que al permanecer los tejidos tiernos y suculentos durante más tiempo, existe mayor probabilidad de ataque de agentes fitopatógenos.

Además un exceso de N en el cultivo de papa origina hojas grandes, con un color amarillo oscuro; así mismo, las células foliares son grandes, donde la resistencia mecánica disminuye y aumenta la susceptibilidad a las enfermedades fungosas.

1.5.2 El Fósforo

a. El Fósforo en el suelo

El contenido de fósforo en el suelo es muy variable, se distinguen formas orgánicas e inorgánicas, siendo esta últimas las que son de mayor utilidad para la planta, en cuanto se encuentren solubles en la solución del suelo.

Según **Fassbender (1986)**, el fósforo orgánico representa entre el 20% al 60% de fósforo en el suelo, procede de restos vegetales y animales y se acumula en las capas superficiales; es transformado a la forma inorgánica por ciertas especies de bacterias, hongos y actinomicetos.

Villagarcía (1990), menciona que el fósforo inorgánico comprende numerosos compuestos que pueden distinguirse en cuatro formas: fosfatos de hierro y aluminio (amorfo) y fosfatos derivados de la transformación de los fertilizantes como los fosfatos de calcio conformados por los fosfatos monocálcicos, dicálcicos, tricálcicos y sus formas hidratadas como hidroxapatitas entre otros; fosfatos adsorbidos en el complejo coloidal y ocluidos en los hidróxidos de Fe, Al, Mn; fosfatos que se encuentran en forma de ácido fosfórico en la solución del suelo.

La mayor parte de los suelos contienen el H_2PO_4 en fase acuosa y su concentración suele ser menor al 1 ppm

El contenido del P sin embargo es relativo, debido a que este elemento está normalmente sujeto a fenómenos de fijación, adsorción, precipitación y retrogradación por ello los suelos volcánicos aún cuando puedan poseer cantidades de fósforo, sin embargo la mayor parte de éstos no está en forma disponible para el uso de las plantas.

b. El Fósforo en la planta

Villagarcía (1990), sostiene que la planta absorbe el fósforo principalmente como fosfato monocálcico ($H_2PO_4^-$). El fósforo tricálcico (PO_4^{3-}) ya no es absorbido por la planta debido a su insolubilidad.

En un suelo alcalino el fosfato es asimilado por la planta como fosfato dicálcico (H_2PO_4^-), mientras que a pH bajo se absorbe como HPO_4^{2-} , y como H_2PO_4^- . Desde el punto de vista fisiológico, se sugiere que este elemento esté disponible para la planta desde el inicio de su desarrollo (Villagarcía 1990).

c. Rol del Fósforo

Según **Loayza (1986)**, el fósforo se halla en los tejidos jóvenes, en frutos y semillas; interviene en la división celular, acelera el crecimiento de las raíces y es necesario para la transformación de carbohidratos e indispensable para el equilibrio fisiológico de la planta; ayuda a tomar el potasio necesario y contrarrestar los efectos perjudiciales del nitrógeno, cuando este se encuentra en exceso.

Villagarcía (1990), señala que el fósforo es parte de todos los tejidos de la planta, en una proporción cuyo valor medio puede expresarse entre 0.5 y 1 % de la materia seca (expresada en P_2O_5).

Es constituyente de muchas enzimas y coenzimas, interviene en los procesos de crecimiento y síntesis de los componentes de la planta, en el citoplasma como ADN, ARN, ATP; también interviene en la fotosíntesis.

Favorece el desarrollo del sistema radicular; al inicio de la vegetación es un factor de precocidad, contribuye al temprano desarrollo del cultivo.

d. Deficiencia de Fósforo en la Planta

Villagarcía (1990), menciona que la deficiencia ocasiona un desarrollo débil, tanto del sistema radicular como de la parte aérea.

Las hojas son de menor tamaño que en circunstancias normales, como las nervaduras poco pronunciadas y coloración anormal (tonalidad azul verdosa oscura, con jaspeados color púrpura).

Las hojas más viejas son las que presentan mayores síntomas de deficiencia, debido a que este elemento se mueve con rapidez dentro de la planta y migra de las hojas más viejas a las más jóvenes.

La madurez del fruto se retrasa y disminuye el rendimiento de la cosecha.

Groos (1981), indica que los síntomas de deficiencia de fósforo aparecen desde los primeros días, con un crecimiento lento, el sistema de raíces no se desarrolla satisfactoriamente; la fecundación es defectuosa; hay un movimiento anormal de reservas y un retraso de maduración, lo que determina en conjunto una reducción más o menos pronunciada de las cosechas y menor calidad en las mismas.

1.5.3 El Potasio

a. El Potasio en el Suelo

Villagarcía (1990), menciona que la composición media es aproximadamente de 1.5%; en ello están contenidos principalmente los minerales silicatados, de donde el K es liberado por la alteración de los mismos. Las rocas volcánicas son más ricas en potasio que las rocas sedimentarias.

El potasio en la solución del suelo, se encuentra en forma de iones solubles fácilmente absorbidos por las plantas superiores; el potasio cambiante se halla adsorbido por las partículas coloidales del suelo y son fácilmente asimilables por la raíz de la planta. El potasio estructural, es la mayor parte

del potasio total, se halla en la fracción de la arcilla, es disponible por procesos de meteorización.

b. El Potasio en la Planta

Van der Zaag (1980), indica que en el momento de follaje máximo, el contenido de potasio puede diferir mucho de un cultivo a otro.

En vegetaciones bien desarrolladas, puede variar desde un 3% hasta un 7% del contenido de materia seca.

El potasio promueve la asimilación del CO_2 y la translocación de carbohidratos. Esta es la razón por la cual el contenido de almidón es alto en papas bien provistas con potasio (**Mengel, 1987**).

c. Absorción del Potasio por la Planta

Villagarcía (1990), señala que el potasio es absorbido como ión K^+ , e indica que es influenciado por el Ca y Mg, por lo que la relación entre el Ca y Mg es importante; el exceso de Ca disminuye la absorción de potasio, y una elevada concentración del potasio en el suelo limita la absorción del Mg.

d. Rol del Potasio en la Planta

Davelouis (1991), afirma que el potasio en la planta favorece una mayor área fotosintética y el desarrollo de células de almacenamiento; aumenta el potencial de acumulación de carbohidratos, así como la formación, ruptura y translocación del almidón.

Asimismo, participa en el metabolismo del nitrógeno, síntesis de las proteínas, en el control y regulación de las actividades de varios elementos esenciales, como catalizador de más de 60 enzimas, en el desarrollo del tejido

meristemático, en la regulación de apertura de los estomas, influenciando en las relaciones hídricas, por medio de la K-ATPasa genera el potencial eléctrico a través de las membranas celulares, en la resistencia a ciertas enfermedades y en la calidad de algunos cultivos.

e. Deficiencia de Potasio en la Planta

La carencia de potasio se manifiesta por el tono verde oscuro de la planta y la decoloración bronceada de la hoja que acaba necrosándose.

Villagarcía (1990), coincidiendo con **Van der Zaag (1980)**, menciona que en el caso del potasio, por ser un elemento muy móvil, la deficiencia se nota primeramente en las hojas basales (hojas adultas), con una necrosis en los bordes de las hojas que paulatinamente invade toda la planta.

Las plantas mal nutridas en K^+ son en general muy débil y susceptible al ataque de plagas y enfermedades.

1.6 MANEJO AGRONOMICO DEL CULTIVO PAPA

a. Preparación del Terreno

Consiste en la labranza primaria llamado también barbecho, la cual debe ser planificada en cuanto la forma de siembra y la profundidad de aradura.

Esta es determinada de acuerdo a las condiciones climáticas y considerando el tipo de suelo.

Labranza secundaria o rastra, se realiza con el objetivo de desterronar y nivelar, de esta manera contribuir a la distribución adecuada del agua, así como no alterar la forma de los tubérculos.

b. Semillas

La utilización de semilla de buena calidad es de suma importancia, para lograr los rendimientos deseados, las características son: variedad apropiada y genéticamente buena, tamaño uniforme, tubérculos enteros sin daños y libre de plagas y enfermedades.

La semilla para la producción de papa variedad Tumbay se debe seleccionar de acuerdo a su peso y tamaño.

c. Época de Siembra

La época de siembra en la sierra varía de acuerdo a las condiciones climáticas y la disponibilidad de riego.

Es importante conocer las características de la zona para planificar la siembra normalmente se debe realizar en Octubre hasta mediados del mes de Noviembre, considerando también la comercialización en el mercado.

d. Densidad de Siembra

La densidad de siembra depende del tamaño de los tubérculos y el distanciamiento entre ellos; así el distanciamiento entre surcos varían entre 0.90 – 1.00m y entre plantas entre 30 cm. La elección del distanciamiento apropiado está en función de las condiciones de la zona.

En general, el distanciamiento correcto debe lograr los siguientes objetivos: utilización máxima de la superficie del suelo, máximo aprovechamiento de la energía lumínica, buena cantidad de follaje que no genere condiciones para la presencia de plagas o enfermedades.

e. Profundidad de Siembra

La profundidad de siembra debe estar en promedio entre los 8 y 10 cm. Sin embargo es recomendable tener en cuenta algunos factores como: el tamaño de la semilla, edad, textura del suelo y las condiciones del clima.

f. Métodos de Siembra.

En general las fases a considerar durante el proceso de siembra se inicia con la apertura de surcos lográndose un mejor ordenamiento espacial de las plantas, regular el caudal de agua de riego o de lluvia (secano) y para facilitar las actividades agronómicas posteriores; a continuación aplicar el fertilizante orgánico a chorro continuo al fondo del surco; depositar la semilla desinfectada en golpes de acuerdo a la densidad programada, luego colocar el fertilizante en golpes entre las semillas. Finalmente se procede a cubrir con una porción de suelo la gallinaza, la semilla y el fertilizante.

g. Manejo del Cultivo

Durante el crecimiento y desarrollo del cultivo se realizan diferentes actividades agronómicas, tales como:

g.1 Aporque

Es una práctica indispensable para obtener una buena producción no solo en cuanto a cantidad sino también en sanidad de tubérculos. Consiste en agregar suelo al lado de las plantas levantando en forma de camellones a lo largo de los surcos. Es necesario realizar dos aporques; en cuanto al momento oportuno de realizar esta práctica, no se puede dar una recomendación general pues la misma depende de las condiciones en que

esté el cultivo, en cuanto a altura de planta, humedad del suelo e incluso influye el grado de tuberización del cultivo.

Entre las ventajas de esta práctica tenemos:

- Fomentar el desarrollo de raíces y la formación de tubérculos.
- Obtener el control de la humedad.
- Facilitar el drenaje y la aireación.
- Evitar que los estolones afloren a la superficie y se conviertan en material vegetal y no en tubérculos.
- Proteger los tubérculos del ataque de plagas.
- Evitar que las esporas del tizón lleguen por el agua movida a los tubérculos en crecimiento.

g.2 Control de Malezas

Las malezas compiten con el cultivo por agua, nutrientes y espacio, además de que hospedan plagas y enfermedades que pueden atacar al cultivo.

El deshierbo es una labor que consiste en la remoción y eliminación de malezas y el incremento de la porosidad del suelo, esta labor se debe realizar en el momento oportuno.

2. EL ENCALADO

2.1. Generalidades

La agricultura de hoy debe ser una agricultura sostenida. La creación y la manutención de la productividad del suelo a largo plazo es lo que hace a la agricultura moderna sostenida.

Los beneficios de un suelo de alta productividad incluyen: la protección ambiental, el uso eficiente de los insumos y una mayor utilidad.

En aquellos suelos en donde la acidez limita el rendimiento del cultivo, la aplicación de cal agrícola es la mejor práctica de manejo (MPM o BMP por sus siglas en inglés).

El uso apropiado de la cal agrícola protege el ambiente, incrementa la eficiencia de los nutrientes y de los fertilizantes, mejora la efectividad de algunos herbicidas y aumenta las utilidades del cultivo.

a. Cal viva

Material calcinado compuesto principalmente de óxido de calcio, o bien de óxido de calcio asociado en forma natural a una cantidad menor de óxido de magnesio.

Al combinarse con agua se transforma en cal muerta o apagada. Caliza calcinada, la mayor parte de la cual es óxido de calcio u óxido de calcio enlazado con óxido de magnesio y que es capaz de hidratarse con agua.

b. Cómo conocer la calidad de la cal agrícola

Cada Estado o Provincia debe tener sus propias especificaciones con relación a la calidad de la cal agrícola. Algunos recomiendan su uso en términos de equivalentes de carbonato de calcio (CaCO_3) (CCE), o como el valor relativo de neutralización u otro término similar. Otros recomiendan simplemente la cantidad de calcio o magnesio sin especificar una calidad específica. Sin embargo debe existir normatividad.

c. Contenido de humedad

El contenido de humedad es importante porque el agua reemplaza un equivalente en peso de cal agrícola. A mayor cantidad de agua en la cal menor contenido de material reactivo en el producto de encalado.

d. Aplicación de la cal agrícola

La cal agrícola puede ser aplicada en cualquier momento entre la cosecha de un cultivo y la siembra de otro. Sin embargo debe incorporarse al suelo durante las operaciones de labranza. En los sistemas de labranza de conservación, en los pastizales y las praderas, la incorporación debe realizarse antes del establecimiento del cultivo.

La aplicación de cal agrícola durante el otoño, tendrá suficiente tiempo para reaccionar con la humedad del suelo y reducir la acidez antes de la siembra de los cultivos de Marzo a Junio, como.

La cal agrícola es un producto para toda estación. Puede inclusive aplicarse cuando el suelo está congelado o inundado. La cal agrícola puede ser aplicada a todos los cultivos durante el inicio de la primavera (Marzo). Los cultivos de primavera se beneficiarán de la aplicación de cal agrícola puesto que las partículas finas reaccionarán rápidamente con la acidez del suelo. La aplicación en Febrero y Marzo es también excelente para los cultivos de otoño, ya que para entonces la reacción de la cal es mucho más completa.

Durante la época de lluvias fuertes se pueden encalar los pastizales, especialmente los que están programados para fertilizarse y renovarse durante el otoño. Cal bien fina (60-70 mesh) con lluvias fuertes, ayuda a la incorporación y reacción de la zona ácida en cultivos perenes. Las

aplicaciones uniformes y la incorporación minuciosa de la cal agrícola son esenciales para un buen programa de encalado.

2.2 Ventajas del Encalado

- La cal agrícola mejora las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos.
- La cal agrícola mejora la fijación simbiótica del Nitrógeno (N) en las leguminosas.
- La cal agrícola influye en la disponibilidad de nutrientes para la planta.
- La cal agrícola reduce la toxicidad de algunos elementos minerales.
- La cal agrícola mejora la efectividad de ciertos herbicidas.
- Las cales agrícolas aportan Calcio (Ca), Magnesio (Mg), y otros nutrientes minerales.
- El encalado promueve el crecimiento de los cultivos e incrementa la absorción de agua y de nutrimentos, lo cual ayuda a proteger al suelo del viento y de la erosión por el agua.
- Nunca mezcle el fertilizante con la cal.
- El encalado puede aumentar la eficiencia de la fertilización en más del 50 por ciento y mejora la efectividad de ciertos herbicidas.
- La aplicación de cal agrícola debe estar basada en análisis de suelo representativos.
- La calidad de la cal agrícola depende de los equivalentes de carbonato de calcio, del tamaño de partícula y de su contenido de humedad.

- La mejor decisión que el agricultor puede tomar es aplicar cantidades apropiadas de cal agrícola de buena calidad, cuando la acidez del suelo limita los rendimientos del cultivo y los beneficios potenciales del suelo bien fertilizado.

2.3 Materiales de Encalado

La composición química y la pureza de la cal agrícola determinan la cantidad de ácido que se puede neutralizar por una cantidad dada de dicho material. La propiedad física conocida como "fineza de partícula" determina la velocidad de reacción y de neutralización de la acidez de la cal agrícola. La cantidad de humedad indica la cantidad de cal reactiva que ha sido remplazada por agua. Por eso es importante analizar la muestra de material encalante.

Pureza o valor de neutralización

El valor de neutralización es expresado como el porcentaje de CCE, tomando al CaCO_3 puro como el 100 %. A mayor valor de CCE mayor efectividad del encalado. Algunas cales agrícolas, tales como la cal dolomítica pueden tener valores superiores al 100 %. La cal agrícola contiene generalmente impurezas como grava o arena o materia orgánica que reducen el valor de CCE.

Material de encalado	Equivalentes de carbono de calcio (% CCE)
• Carbono de calcio (CaCO_3)	puro 100.
• Piedra caliza calcítica	85 a 100
• Piedra caliza dolomítica	95 a 108
• Hidróxido de calcio (cal hidratada)	120 a 135

- Óxido de calcio (cal viva) 150 a 175
- Silicato de calcio 88
- Yeso Ausente ninguno

3. LA TECNOLOGIA DEL ABONAMIENTO

3.1 Generalidades

El abono es cualquier sustancia orgánica o inorgánica que mejora la calidad del sustrato a nivel nutricional para las plantas arraigadas en éste. Ejemplos naturales o ecológicos de abono se encuentran tanto en el clásico estiércol, mezclado con los desechos de la agricultura como el forraje, el guano que son los excrementos de las aves (por ejemplo de corral, como el de gallina). La definición de abono según el reglamento de abonos de la Unión Europea es *"material cuya función principal es proporcionar elementos nutrientes a las plantas"*

La acción consistente en aportar un abono se llama fertilización. Los abonos forman parte de los productos fertilizantes, con las enmiendas.

Los abonos han sido utilizados desde la Antigüedad, cuando se añadían al suelo, de manera empírica, los fosfatos de los huesos (calcinados o no), el nitrógeno de las deyecciones animales y humanas o el potasio de las cenizas.

Papel de los abonos

Para cumplir el proceso de su vida vegetativa, las plantas tienen necesidad de agua, de más de veinte elementos nutritivos que encuentran bajo forma

mineral en el suelo, de dióxido de carbono (CO₂) aportado por el aire, y de energía solar necesaria para la síntesis clorofílica.

Los abonos aportan:

- Elementos de base, nitrógeno (Símbolo químico N), fósforo (P), potasio (K); se habla de abonos de tipo NPK si los tres están asociados juntos. Si no se habla igualmente de N, NP, NK, PK;
- Elementos secundarios, calcio (Ca), azufre (S), magnesio (Mg),
- oligoelementos tales como el hierro (Fe), el manganeso (Mn), el molibdeno (Mo), el cobre (Cu), el boro (B), el zinc (Zn), el cloro (Cl), el sodio (Na), el cobalto (Co), el vanadio (V) y el silicio(Si).

Estos elementos secundarios se encuentran habitualmente en cantidad suficiente en el suelo, y son añadidos únicamente en caso de carencia.

Las plantas tienen necesidad de cantidades relativamente importantes de los elementos de base. El nitrógeno, el fósforo y el potasio son pues los elementos que es preciso añadir más corrientemente al suelo.

- El nitrógeno contribuye al desarrollo vegetativo de todas las partes aéreas de la planta. Es muy necesario en primavera al comienzo de la vegetación, pero es necesario distribuirlo sin exceso pues iría en detrimento del desarrollo de las flores, de los frutos o de los bulbos.
- El fósforo refuerza la resistencia de las plantas y contribuye al desarrollo radicular. El fósforo se encuentra en el polvo de huesos.

- El potasio contribuye a favorecer la floración y el desarrollo de los frutos. El potasio se encuentra en la ceniza de madera.

El NPK constituye la base de la mayor parte de los abonos vendidos en nuestros días. El nitrógeno es el más importante de entre ellos, y el más controvertido dada la fuerte solubilidad en el agua de los nitratos

3.2 Tipos de Abonos

Los abonos pueden ser de dos tipos: orgánicos e inorgánicos o minerales.

3.2.1 Abonos Orgánicos

Los abonos orgánicos son generalmente de origen animal o vegetal. Pueden ser también de síntesis (urea por ejemplo). Los primeros son típicamente desechos industriales tales como desechos de matadero (sangre desecada, cuerno tostado,) desechos de pescado, lodos de depuración de aguas. Son interesantes por su aporte de nitrógeno de descomposición relativamente lenta, y por su acción favorecedora de la multiplicación rápida de la microflora del suelo, pero enriquecen poco el suelo de humus estable.

Los segundos pueden ser desechos vegetales (residuos verdes), compostados o no. Su composición química depende del vegetal de que proceda y de las circunstancias del momento. Además de sustancia orgánica contiene gran cantidad de elementos como nitrógeno, fósforo y calcio, así como un alto porcentaje de oligoelementos. También puede utilizarse el purín pero su preparación adecuada es costosa.

El principio de los abonos verdes retoma la práctica ancestral que consiste en enterrar las malas hierbas. Se realiza sobre un cultivo intercalado, que es enterrado en el mismo lugar.

Cuando se trata de leguminosas tales como la alfalfa o el trébol, se obtiene además un enriquecimiento del suelo en nitrógeno asimilable pues su sistema radicular asocia las bacterias del tipo *Rhizobium*, capaces de fijar el nitrógeno atmosférico. Para hacer esta técnica más eficaz se siembran las semillas con la bacteria.

a. La Gallinaza (Estiércol de gallinas enjauladas)

La gallinaza (estiércol de gallinas enjauladas) es el producto que se recoge directamente de los galpones de las gallinas ponedoras, cuyo centro de producción se concentra en la costa sur y centro del Perú, principalmente en el departamento de Ica.

La gallinaza es muy importante, debido a que la alimentación para estas aves son de buena concentración nutritiva y a la vez balanceadas, cuando se suministra dicho alimento a los animales, en un promedio el 75 % del nitrógeno, el 80% del fósforo y el 90% del potasio es excretado como estiércol (Tamhane et al, 1983).

Según reportes de agricultores de la localidad de Andahuaylas, que conducen sus cultivos de papa en suelos de puna entre los 3700 - 3950 msnm encontraron que se encuentra un mejor crecimiento y desarrollo foliar usando gallinaza y fertilizante sintético juntamente, que solo fertilizante sintético, en este caso las plantas crecen sin vigor, escaso follaje por tanto desuniformidad en la emergencia (comunicación personal).

3.2.2 Abonos Inorgánicos o Minerales

Sacos de abono mineral preparados para su distribución en los campos. Los abonos minerales son sustancias de origen mineral, producidas bien por la industria química, bien por la explotación de yacimientos naturales (fosfatos, potasa).

La industria química interviene sobre todo en la producción de abonos nitrogenados, que pasan por la síntesis del amoníaco a partir del nitrógeno del aire. Del amoníaco se derivan la urea y el nitrato. También interviene en la fabricación de abonos complejos. Los abonos compuestos pueden ser simples mezclas, a veces realizadas por los distribuidores (cooperativas o negociantes).

Existen muchas variedades de abonos que se denominan según sus componentes. El abono simple sólo contiene un fertilizante principal. El abono compuesto está formado por dos o más nutrientes principales (nitrógeno, fósforo y potasio) pudiendo contener alguno de los cuatro nutrientes secundarios (calcio, magnesio, sodio y azufre) o de los micronutrientes (boro, cobalto, cobre, hierro, manganeso, molibdeno y zinc) esenciales para el crecimiento de las plantas, aunque en pequeñas cantidades si se compara con los nutrientes principales y secundarios. El nombre de los abonos minerales está normalizado, en referencia a sus tres principales componentes: NPK. Los abonos simples pueden ser nitrogenados, fosfatados o potásicos. Los abonos binarios son llamados NP o PK o NK, los ternarios NPK. Estas letras van generalmente seguidas de cifras, representando las proporciones respectivas de los elementos. Los abonos químicos producidos

industrialmente contienen una cantidad mínima garantizada de elementos nutritivos, y está indicada en el saco.

Por ejemplo, la fórmula 5-10-5 indica la proporción de nitrógeno (N), de fósforo (P) y de potasio (K) presente en los abonos, siendo 5% de N, 10% de P_2O_5 y 5% de K_2O .

- ✓ El aporte nitrogenado está presente como nitrógeno N y es aportado en forma de nitrato NO_3 , de amoníaco NH_4 o de urea: Las dificultades de almacenamiento de la forma *nitrato* incitan a los distribuidores de abonos a dirigirse hacia formas amoniacaes ureicas.
- ✓ El fósforo está presente bajo la forma P_2O_5 pero aportado bajo la forma de fosfato de calcio o de amonio.
- ✓ El potasio está presente bajo la forma de K_2O pero aportado en forma de cloruro, de nitrato y de sulfato de potasio.

a. Composición de los Fertilizantes

Algunos ejemplos de abonos simples.

- ❖ La urea (46% de nitrógeno), el sulfato de amoníaco (SA, 21% de nitrógeno), el amonitro (AN, 33,5% de nitrógeno), el nitrato de cal (CAN/NCA, hasta 27% de nitrógeno)
- ❖ El superfosfato simple (SP, 18% de fósforo) o el superfosfato triple (TSP, 46% de fósforo).
- ❖ El cloruro de potasio (60% de potasio) sólo contiene potasa (K_2O). El sulfato de potasio (SOP, 50% de K_2O) contiene también 18% de azufre.

Entre los otros abonos corrientes que, entre los elementos nutritivos principales, contienen azufre (S) se pueden citar los abonos simples: sulfato de amoníaco o SA que tiene un 24% de azufre y el SSP que tiene el 12%

Algunos ejemplos de abonos compuestos.

- ❖ El fosfato diamónico contiene a la vez N y P. las fórmulas más corrientes son el 18-46-10 y el 20-20-10.
- ❖ El nitrato de potasio contiene a la vez N y K.

CAPÍTULO II

MATERIALES Y METODOS

2.1 Campo Experimental

El presente trabajo de investigación se realizó en los terrenos de la Comunidad Campesina de Yanaccma, ubicado en el distrito de Turpo, provincia de Andahuaylas y departamento de Apurímac; a una altitud de 3850 msnm; cuyas coordenadas geográficas son 73°27'10.03" Latitud Sur y 13°43'59.82" Longitud Oeste; durante la campaña agrícola 2004-2005.

2.2 Antecedentes del Terreno

El terreno experimental, anteriormente a la instalación del presente trabajo de investigación, no estuvo ocupado por ningún tipo de cultivo, con una cobertura vegetal de ichu.

2.3 Características del Suelo

Los suelos de la comunidad de Yanaccma están situados en un relieve complejo, con pendientes moderadamente inclinadas, suelos bien drenados,

escorrentía superficial moderada, ausencia de pedregosidad y profundos. Se cultivan principalmente papa, olluco, mashua, oca y avena.

Para determinar el estado nutricional del suelo, previamente se obtuvo la muestra compuesta de 1.5 Kg. de suelo, el mismo que se llevo al Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas, Aguas y Fertilizantes del Programa de Pastos y Ganadería de la Universidad de Huamanga para su respectivo análisis, cuyos resultados se muestran en el Cuadro 2.1

CUADRO 2.1: Resultados del Análisis Físico y Químico de Suelos. Apurímac 2004.

Característica	Contenido	Interpretación
Materia orgánica (%)	5.33	Rico
Nitrógeno total (%)	0.27	Rico
P disponible (ppm)	7.37	Pobre
K disponible (ppm)	231.25	Rico
pH-H ₂ O	4.90	Acido
Clase Textural	Franco limoso	

Los métodos utilizados en los diferentes análisis fueron:

- Análisis mecánico : Por el método del hidrómetro.
- pH : Método del potenciómetro, relación suelo: agua 1:2.5.
- Materia Orgánica : Método de Walkley y Black; %MO = %C* 1.724.

- Fósforo : Por el método de Bray Kurtz I.
- Potasio : Metodo turbidimetrio de Morgan - Peech

2.4 Características del Clima

Para la determinación de las condiciones climáticas de la zona en estudio, se tomaron datos diarios de temperaturas y precipitación a lo largo del experimento.

Estas observaciones fueron registradas por la Estación Meteorológica de Huancabamba (Aeropuerto de Andahuaylas), que se encuentra a una altitud de 3444 m.s.n.m.

Las características de temperaturas y precipitación durante el período comprendido de setiembre del 2004 a agosto del 2005 se presentan en el Cuadro 2.2 y se representan gráficamente en la Figura 2.1. Durante este período la precipitación fue de 868.8 mm. de lluvia, con una mayor precipitación durante los meses de octubre del 2004 así como en enero, febrero y marzo del 2005.

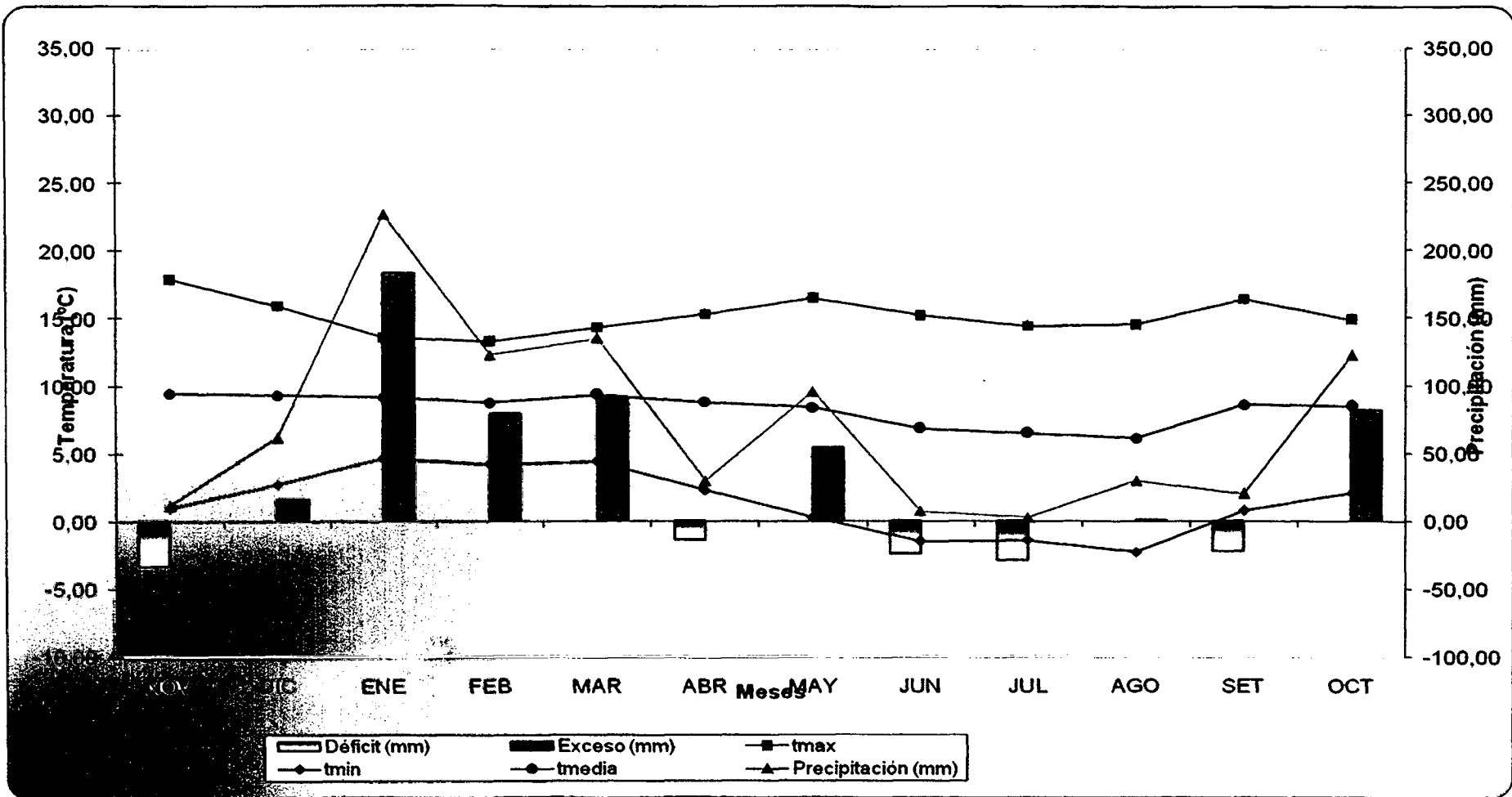
Las condiciones de temperatura en promedio fueron de 17.90, 9.45 y 1.50° C, para las temperaturas máxima, media y mínima, respectivamente.

Con los datos de precipitación y temperatura media, se realizó el Balance Hídrico correspondiente, utilizando la metodología propuesta por la Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales (**ONERN, 1976**), pudiendo observar un exceso de humedad durante los meses de octubre del 2004 así como en enero y febrero del 2005; y un déficit de humedad en los meses de marzo a agosto del 2005 (Cuadro 2.2 y Figura 2.1).

CUADRO 2.2: TEMPERATURA MÁXIMA, MEDIA, MÍNIMA Y BALANCE HÍDRICO CORRESPONDIENTE A LA CAMAÑA AGRÍCOLA 2004-2005, DE LA ESTACIÓN METEOROLÓGICA DE HUANCABANBA – ANDAHUAYLAS.

AÑO	2.004		2.005										TOTAL	PROM
	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT		
tmax	17,90	15,90	13,60	13,30	14,30	15,30	16,50	15,20	14,40	14,50	16,40	14,90		15.2
tmin	1,00	2,70	4,70	4,20	4,40	2,30	0,30	-1,50	-1,40	-2,30	0,80	2,10		1.4
tmedia	9,45	9,30	9,15	8,75	9,35	8,80	8,40	6,85	6,50	6,10	8,60	8,50		8.3
Factor	4,80	4,96	4,80	4,96	4,80	4,96	4,96	4,64	4,96	4,80	4,96	4,80		
ETP(mm)	45,36	46,13	43,92	43,40	44,88	43,65	41,66	31,78	32,24	29,28	42,66	40,80	485,76	
Precipitación (mm)	12,00	62,00	227,10	123,00	135,20	30,00	96,00	7,50	3,00	30,00	20,40	122,60	868,80	
Déficit (mm)	-33,36					-13,65		-24,28	-29,24		-22,26			
Exceso (mm)		15,87	183,18	79,60	90,32		54,34			0,72		81,80		

FIGURA 2.1: TEMPERATURA MÁXIMA, MINIMA, MEDIA, PRECIPITACIÓN Y BALANCE HÍDRICO PROMEDIO MENSUAL DE SETIEMBRE 2004 - AGOSTO 2005, ESTACIÓN METEOROLÓGICA DE HUANCABANBA – ANDAHUAYLAS



2.5 Del Material Experimental

Como material experimental se utilizaron tubérculos semilla de papa de la variedad Amarilla Tumbay, como cultivo indicador a los tratamientos aplicados. Estos tubérculos provienen de los campos semilleros del Ing. Simeon Campos Vargas. Es una variedad intermedia o semi tardía, Planta de porte mediano con abundantes flores rojizas, pero de muy escasa producción de frutos. Tubérculos redondos, piel amarillenta con yemas moradas, ojos semi profundos, pulpa amarilla y brotes morados, de excelente calidad culinaria y comercial. Es una variedad cuya capacidad productiva es dependiente, aparte de su potencialidad genética del medio exterior en que se desenvuelve (clima, suelo y manejo agronómico)

2.6 De los Tratamientos

Dentro de los tratamientos en estudio, se consideraron los siguientes niveles de enmiendas:

- a. **Niveles de Gallinaza:** Se utilizaron 5 niveles de gallinaza, cuya análisis se presenta en el Cuadro 2.3

CUADRO 2.3: Composición de la Gallinaza Utilizada en el Trabajo

CARACTERISTICA	CONTENIDO
Nitrógeno Total (%)	6.032
P ₂ O ₅ (%)	4.60
K ₂ O (%)	3.20
KO (%)	2.50
MgO (%)	1.20
pH	7.65
C.E. (dSm ⁻¹)	2.60
Materia Seca (%)	84.50

G1 : 0 tn./ha,

G2 : 2 tn./ha.

G3 : 4 tn./ha.

G4 : 6 tn./ha.

G5 : 8 tn./ha.

b. Niveles de Cal:

C1 : 0 tn./ha.

C2 : 1.5 tn./ha.

C3 : 3.0 tn./ha.

C4 : 4.5 tn./ha.

C5 : 6.0 tn./ha.

La codificación de los niveles de gallinaza y cal y la distribución de los tratamientos se presentan en los Cuadros 2.4 y 2.5.

CUADRO 2.4: Niveles de Gallinaza y Cal Empleados en el Experimento

Nº	Nivel Codificado (XI)	NIVEL DE ENMIENDA (tn.ha ⁻¹)	
		Gallinaza	Cal
1	-2	0	0
2	-1	2	1.5
3	0	4	3
4	1	6	4.5
5	2	8	6

CUADRO 2.5: Distribución de los Tratamientos

Nº de Tratamiento	XI CODIFICADO		ENMIENDA (tn.ha ⁻¹)	
	X1	X2	Gallinaza	Cal
1	- 2	-2	0	0
2	2	-2	8	0
3	-2	2	0	6
4	2	2	8	6
5	- 2	0	0	3
6	-1	0	2	3
7	1	0	6	3
8	2	0	8	3
9	0	-2	4	0
10	0	-1	4	1.5
11	0	1	4	4.5
12	0	2	4	6
13	0	0	4	3

2.7 Características del Campo Experimental

Las características del campo experimental son las siguientes:

Bloques

Número de bloques : 3

Largo del bloque : 52.0 m.

Ancho del bloque : 5.0 m.

Área del bloque : 260.0 m²

Calles

Largo de la calle : 52.0 m.

Ancho de la calle : 1.0 m.

Número de calles : 3

Área total de calles : 156.0 m²

Parcelas experimentales

Nº de parcelas por bloque : 13

Largo de parcela : 5.0 m.

Ancho de la parcela : 4.0 m.

Nº de surcos por parcela : 4

Área de la parcela : 20.0 m²

Distancia entre surcos : 1.0 m.

Distancia entre plantas : 0.4 m.

Área total del experimento

Área total de calles : 156.0 m²

Área total de bloques : 780.0 m²

Área total del ensayo : 936.0 m²

2.8 Variables de Evaluación

a. Variables de Rendimiento

a.1 Rendimiento de Tubérculos de Primera categoría: Tubérculos cuyo peso promedio es superior a los 130 g.

a.2 Rendimiento de Tubérculos de Segunda Categoría: Tubérculos cuyo peso promedio se encuentra entre 60 y 130 g.

a.3 Rendimiento de Tubérculos de Tercera Categoría: Tubérculos cuyo peso promedio se encuentra entre 30 y 60 g.

b. Mérito Económico de los Tratamientos: El mérito económico se considera al tratamiento que posea menor inversión con un alto índice de rentabilidad.

2.9 Instalación y Conducción del Experimento

a. Preparación del terreno

La preparación del terreno se realizó el 05 de septiembre del 2004, con una doble pasada de arado de discos, posteriormente una labranza secundaria con pico a fin de proporcionar a las semillas condiciones necesarias para su normal crecimiento y desarrollo. En esta oportunidad se aprovechó para la incorporación de la cal, de acuerdo a los tratamientos correspondientes.

b. Delimitación del campo experimental

La parcela que constituyen una unidad experimental constan de 4 surcos distanciados entre sí a 1.0 metro y una longitud de 5.0 metros, lo que determina un área de unidad experimental de 20.0 m². Para esta delimitación se utilizaron wincha, cordeles, estacas, yeso y otros.

c. Siembra y abonamiento

La siembra se efectuó el 16 de noviembre del 2004, utilizando tubérculos semillas de un peso promedio de 60 gramos, procedentes del campo semillero de papa de propiedad del Ing. Simeón Campos Vargas.

Los tubérculos semilla se colocaron a un distanciamiento de 0.4 m. entre golpes y a 1.0 m. entre surcos. La fertilización química fue con un nivel de 200-275-210 de NPK, de acuerdo a los resultados del análisis químico del suelo y extracción del cultivo, colocándose la mezcla de fertilizantes en golpes, entre los tubérculos semilla. Se utilizó Urea y Fosfato Di- Amónico como fuente de nitrógeno y fósforo y Cloruro de Potasio como fuente de potasio.

Previamente a la siembra de los tubérculos, se ha distribuido la gallinaza al fondo del surco, de acuerdo a los respectivos tratamientos.

d. Encalado

La incorporación de cal al terreno (encalado) se realizó dos meses antes de la siembra, aprovechando el momento mullimiento del suelo, de acuerdo a los tratamientos en estudio.

e. Aporque

El primer aporque se realizó el 20 de enero del 2005, aprovechando a dicha labor la aplicación de la segunda fracción de nitrógeno.

f. Controles de plagas y enfermedades

El primer control de insectos se realizó a los 15 días después del brotamiento de las plántulas, este control se realizó contra la Llama Llama (*Epicauta willi*), para lo cual

se utilizó un insecticida a base de cypermetrina, a una dosis de aplicación de 200 cc/200 lt. de agua, más una dosis de 100 cc de adherente (agral).

Luego del aporque se utilizó el insecticida permetrina, a una dosis de 250 cc/200 lts. de agua para el control de Gorgojo de los Andes (*Epicauta wily*), conjuntamente con el fungicida mancozeb, a una dosis de aplicación de 1 kg. de producto por 200 lts. de agua, para el control de la Mancha (*Phytophthora infestans*).

La última aplicación de fungicida a base de cimoxinil + mancozeb más un triazol y adherente a una relación de 0.5 kg., 250 cc y 200 cc/200 lts. de agua, respectivamente, se realizó el 2 de abril del 2005, para el control de la Mancha y la Alternaria respectivamente.

g. Cosecha

La cosecha se realizó el 06 de julio del 2005 (230 días después de la siembra), cosechando sólo los dos surcos centrales, luego los tubérculos se pesaron de acuerdo a las categorías señaladas anteriormente, así como el rendimiento total, para luego inferirlo a una hectárea, expresados en tn.ha⁻¹.

Es necesario indicar que la cosecha se postergó considerando el precio en el mercado.

2.10 Diseño y análisis estadístico

Se utilizó el diseño estadístico 3 de julio, que es un diseño de superficie de respuestas, cuyo análisis estadístico principal consiste en ajustar a una función de acuerdo con el modelo de segundo orden:

$$Y = b_0 + \sum b_i X_i + \sum b_{ij} X_i^2 + \sum b_j X_i X_j + e$$

El diseño 03 de Julio está formado por un conjunto de tratamientos provenientes de un factorial completo o fraccional 2^k (k representa el número de factores), a los que se les agrega otros tratamientos para poder estimar todos los coeficientes de un polinomio de segundo orden con k factores.

Los tratamientos agregados son simétricos alrededor del centro del factorial, y generan un diseño compuesto central.

Este diseño se construye sumándole $4k + 1$ combinaciones al factorial 2^k .

Los 2^k (factorial), se construyen con los niveles codificados $(-2,+2)$ de cada factor.

Además del factorial 2^k existe el llamado tratamiento central, correspondiente al centro del diseño y en términos codificados es la combinación $(0,\dots,0)$.

El resto $4k$ (tratamiento radial), se colocan a distancias $\pm X$ del centro del diseño, su representación codificada viene dada por $(\pm X, 0,0)\dots\dots(0,0, \pm X)$.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. RENDIMIENTO TOTAL DE PAPA VARIEDAD AMARILLA TUMBAY

En el Cuadro 1 del Anexo se muestran los resultados del rendimiento total de los tubérculos obtenidos en el presente estudio. En general se observa que todos los tratamientos superan al testigo; correspondiendo el rendimiento más alto al tratamiento 04 con un rendimiento de 31.33 tn.ha^{-1} , que corresponde a un nivel de 8 tn.ha^{-1} de gallinaza y 6 tn.ha^{-1} de cal; mientras que el rendimiento más bajo se obtuvo con el tratamiento 01 (testigo), con un rendimiento de $17.667 \text{ tn.ha}^{-1}$, que corresponde a 0 tn.ha^{-1} de gallinaza y 0 tn.ha^{-1} de cal. Asimismo podemos comparar el tratamiento 08 con un rendimiento de $29.300 \text{ tn.ha}^{-1}$ que corresponde a un nivel de 8 tn.ha^{-1} de gallinaza y 3 tn.ha^{-1} de cal; éste comparando con los tratamientos 11, 12, 13 y 2, con rendimientos promedio de 28.833 , 28.667 , 27.367 , 27367 tn.ha^{-1} , respectivamente. Estos resultados nos permite afirmar que hubo un efecto positivo por parte de la gallinaza y una interacción con la cal, el cual se traduce en un buen rendimiento total de tubérculos; se observa que a mayores dosis de cal no se

incrementa significativamente el rendimiento total de tubérculos, habiendo sí una respuesta a la incorporación de gallinaza.

3.1.1 Análisis de Variancia y el Análisis de Regresión

El análisis de variancia del rendimiento total de tubérculos, que se presenta en el Cuadro 3.1, se observa que existe una diferencia de alta significación entre los tratamientos, más no entre los bloques; con un coeficiente de variabilidad de 10.27%; estos resultados indican que los tratamientos tuvieron influencia sobre el rendimiento de papa.

Cuadro 3.1: Análisis de Variancia del Rendimiento Total de Tubérculos de Papa Variedad Amarilla Tumbay. Yanaccma (3800 msnm) - Andahuaylas.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Pr > F
Bloques	2	24.35435897	12.17717949	1.70	0.0001 **
Tratamientos	12	459.31230770	38.27602560	5.34	0.2043 **
Error	24	172.09230760	7.17051280		
TOTAL	38	655.75897427			

C.V.: 10.27 %

Habiendo encontrado diferencias entre los tratamientos en estudio, se procedió a realizar la prueba de Duncan, que se presenta en el Cuadro 3.2, en la que se observa que el tratamiento T04, que corresponde a un nivel de 8 tn.ha⁻¹ de gallinaza y 6 tn.ha⁻¹ de cal, alcanzó el mayor rendimiento total de tubérculos, con 31.333 tn.ha⁻¹, seguido de los T8, T11, T12, T13, T2, y T7, de los cuales no se diferencia estadísticamente; en estos tratamientos los niveles de gallinaza fue alto y medio, así como en los niveles de cal, a excepción del tratamiento 2 que tuvo un alto nivel de gallinaza y cero de cal. Los en el rendimiento más bajos se obtuvieron con los

tratamientos T3, T5, y T1 (testigo), con valores de 23.3, 21.867 y 17.667 tn.ha⁻¹., respectivamente, en los cuales se ha utilizado 0 tn.ha⁻¹ de gallinaza y niveles altos y medios de cal, exceptuando al tratamiento 1 (testigo) que no tiene nada de gallinaza ni cal. Es necesario indicar que el rendimiento total de tubérculos varía de 17.667 tn.ha⁻¹, que corresponde al tratamiento T1 (0 tn.ha⁻¹ de gallinaza y 0 tn.ha⁻¹ de cal) a 31.333 tn.ha⁻¹, que corresponde al tratamiento T4 (8 tn.ha⁻¹ de gallinaza y 6 tn.ha⁻¹ de cal), como se puede ver en el Cuadro 3.2.

Estos resultados muestran que la aplicación de gallinaza tuvo un efecto positivo en el rendimiento total de tubérculos de papa de la variedad Tumbay; y al mismo tiempo notamos que a mayor cantidad de gallinaza aplicada ofrece mayores rendimientos.

Al realizar el análisis de regresión para estimar la influencia de los niveles de gallinaza y cal en el rendimiento total de papa de la variedad Amarilla Tumbay, se encontró alta significación estadística para los componentes lineales de ambos factores, encontrándose significación estadística para el componente cuadrático en el primer factor, no encontrándose significación estadística para el componente cuadrático en el segundo factor. Así mismo no se encontró significación estadística para la interacción; siendo el coeficiente de variabilidad de 9.99% (Cuadro 3.3).

Cuadro 3.2: Prueba de Duncan para el Rendimiento Total (tn./ha.) de Tuberculos de Papa de la Variedad Amarilla Tumbay. Yanaccma (3800 msnm) – Andahuaylas.

Trat.	Código		Niveles Reales		Rdto. Total	Signif.
	X ₁	X ₂	Gallinaza	Cal	Tubérculos	
T(04)	2	2	8	6	31.333	a
T(08)	2	0	8	3	29.300	a b
T(11)	0	1	4	4.5	28.833	a b
T(12)	0	2	4	6	28.667	a b
T(13)	0	0	4	3	27.367	a b c
T(02)	2	-2	8	0	27.367	a b c
T(07)	1	0	6	3	26.533	a b c d
T(09)	0	-2	4	0	25.867	b c d
T(10)	0	-1	4	1.5	25.700	b c d
T(06)	-1	0	2	3	25.133	b c d
T(03)	-2	2	0	6	23.300	c d
T(05)	-2	0	0	3	21.867	d e
T(01)	-2	-2	0	0	17.667	f

Cuadro 3.3: Análisis de Regresión para el Rendimiento Total de Papa Variedad Amarilla Tumbay.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Pr > F
Modelo	5	435.04657	87.00931	13.01	0.0001 **
X1	1	308.80820	308.80831	46.17	0.0001 **
X2	1	90.03128	90.03128	13.46	0.0009 **
X12	1	31.33998	31.33998	4.69	0.0377 *
X22	1	0.02259	0.02258	0.00	0.9540 ns
X1X2	1	2.08333	2.08333	0.31	0.5805 ns
Error	33	220.71241	6.68825		
TOTAL	38	655.75897			

C.V. : 9.91%

Cuadro N° 3.3: Coeficientes de Regresión Estimados para el Modelo Polinomial en el Rendimiento Total de Tubérculos de Papa Variedad Amarilla Tumbay.

Parámetro	Valor Estimado	T*	Pr > T	Error Estándar
Intercepto	27.08558798	39.14	0.0001 **	0.692098
X1	1.98974359	6.79	0.0001 **	0.292826
X2	1.07435897	3.67	0.0009 **	0.292826
X12	-0.49364435	-2.16	0.0377 **	0.228045
X22	-0.01325220	-0.06	0.9540 **	0.228045
X1X2	-0.10416667	-0.56	0.5805 *	0.186640

De acuerdo al Cuadro 3.3, el modelo polinomial codificado, sería:

$$Y = 27.08558798 + 1.98974359X_1 + 1.07435897X_2 - 0.49364435X_1^2 - 0.01325220X_2^2 - 0.10416667X_1X_2 + e$$

Figura N° 3.1: Superficie de Respuesta del Rendimiento Total de Papa Variedad Amarilla Tumbay.

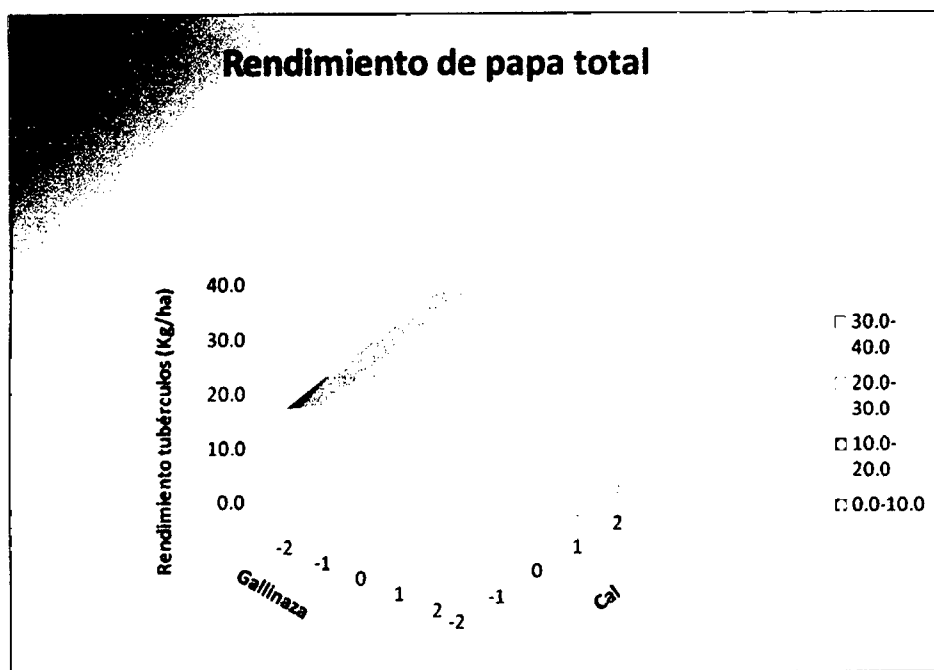
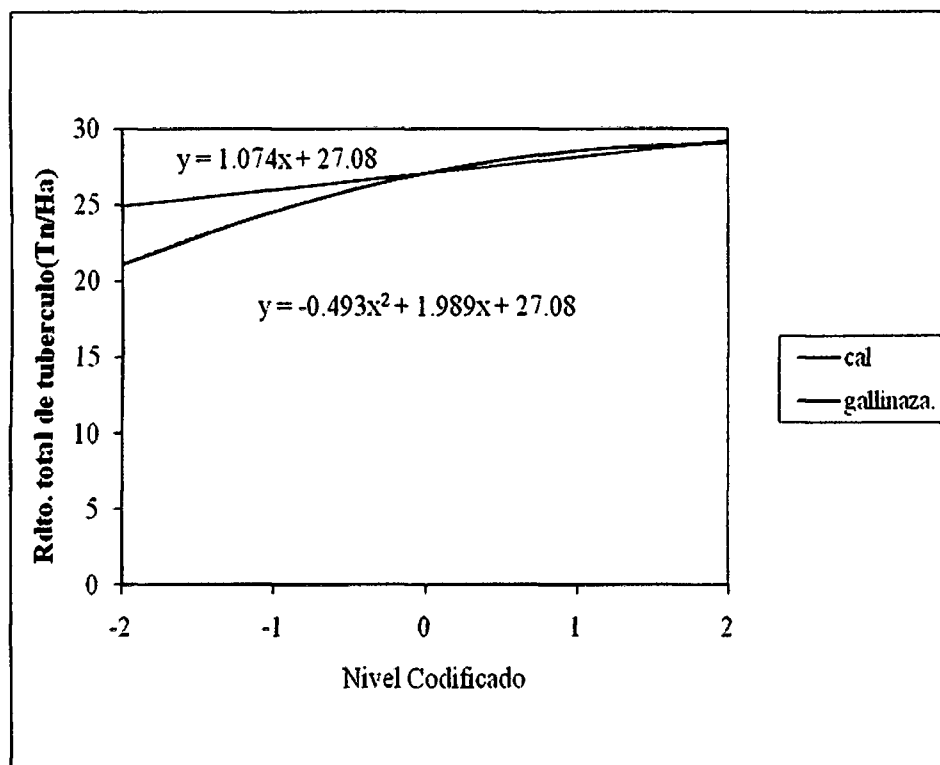


Figura N° 3.2: Rendimiento Total de Papa Variedad Amarilla Tumbay a Niveles Medios de Cada uno de los Dos Factores.



La respuesta en el peso total de tubérculos, mostrado en la figura 3.2, nos proporciona una función cuadrática para la gallinaza y una función lineal para la cal; esa función indica que hay mejor respuesta a la gallinaza.

3.2 RENDIMIENTO DE TUBERCULOS DE PRIMERA CATEGORIA

En el Cuadro 2 del Anexo, se muestra los valores del rendimiento de papa primera categoría obtenidos en el presente trabajo, en la que se observa que todos los tratamientos superan al testigo; correspondiendo el rendimiento más alto al tratamiento 04 (8 tn.ha⁻¹ de gallinaza y 6 tn.ha⁻¹ de cal), con un rendimiento promedio de 24.867 tn.ha⁻¹, mientras que el rendimiento más bajo se obtuvo con el tratamiento 01 (testigo) con 6.7 tn.ha⁻¹, que corresponde a 0 tn. de gallinaza y 0 tn.ha⁻¹ de cal; también podemos comparar el tratamiento 13 y 08, con rendimientos de 23.0 tn.ha⁻¹.

y 22.6 tn.ha⁻¹, que corresponde a niveles de 4 tn.ha⁻¹ de gallinaza y 3 tn.ha⁻¹ de cal y 8 tn.ha⁻¹ de gallinaza y 3 tn.ha⁻¹ de cal, respectivamente; ahí se puede observar la influencia de la gallinaza tanto en el nivel alto como en el nivel bajo y no así en la respuesta a la cal; con estos resultados se podría afirmar que hubo un efecto positivo por parte de la gallinaza, el cual nos traduce en un buen rendimiento total de tubérculos; se observa que a mayores dosis de cal no incrementa significativamente el rendimiento de papa primera, habiendo si una respuesta a la gallinaza.

3.2.1 Análisis de Variancia y Análisis de Regresión

El Cuadro 3.4 del análisis de variancia indica diferencias estadísticas de alta significación entre los tratamientos, lo que indica que los tratamientos tuvieron influencia sobre el rendimiento de papa de categoría primera.

Cuadro 3.4: Análisis de Variancia de Rendimiento de Tubérculos de Papa Variedad Amarilla Tumbay Categoría Primera.

F. de V	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Pr > F
Bloques	2	8.55589744	4.27794872	0.81	0.4572 *
Tratamientos	12	793.4835897	66.12363248	12.50	0.0001 **
Error	24	126.9441026	5.2893376		
TOTAL	38	928.9835897			

C. V. : 12.16 %.

Para comparar el rendimiento de cada uno de estos tratamientos se realizó la prueba de Duncan que se presenta en el Cuadro 3.2

Cuadro 3.5: Prueba de Duncan para el Rendimiento Total de Tubérculos de Papa Categoría Primera (tn./ha.). Variedad Amarilla Tumbay. Yanaccma (3800 msnm). Andahuaylas.

Trat.	Código		Niveles Reales		Rdto. 1ra.	Signific.
	X ₁	X ₂	Gallinaza	Cal	Categoría	
T(04)	2	2	8	6	24.867	a
T(13)	0	0	4	3	23.000	a b
T(08)	2	0	8	3	22.600	a b
T(02)	2	-2	8	0	21.967	a b
T(12)	0	2	4	6	21.667	a b c
T(11)	0	1	4	4.5	20.900	a b c
T(10)	0	-1	4	1.5	19.233	b c d
T(07)	1	0	6	3	19.167	b c d
T(03)	-2	2	0	6	17.500	c d e
T(09)	0	-2	4	0	17.400	c d e
T(06)	-1	0	2	3	16.100	d e
T(05)	-2	0	0	3	14.867	e
T(01)	-2	-2	0	0	6.700	f

Estos resultados nos muestran que la gallinaza y la cal en niveles altos tuvieron un efecto positivo en el rendimiento de papa de categoría primera y al mismo tiempo notamos que a mayor cantidad de gallinaza aplicada se tiene un incremento en el rendimiento, así también podemos observar que a niveles medios de cal y gallinaza el rendimiento es significativamente alto, obteniendo solo una diferencia de $1.867 \text{ tn. ha}^{-1}$, con lo cual se puede decir que a niveles medio de

gallinaza y cal ($4\text{tn}\cdot\text{ha}^{-1}$ y $3\text{tn}\cdot\text{ha}^{-1}$) se logra un rendimiento de $23.000\text{tn}\cdot\text{ha}^{-1}$ de papa de primera calidad, lo que nos refleja que al doblar las dosis de gallinaza y cal no hay incremento significativo en el rendimiento de primera calidad de papa.

Al realizar el análisis de regresión para estimar la influencia de los niveles de gallinaza y cal en el rendimiento de primera calidad de papa, se encontró alta significación estadística para los componentes lineales de ambos factores, encontrándose significación estadística para el componente cuadrático en el primer factor, no encontrándose significación estadística para el componente cuadrático en el segundo factor. Así mismo se encontró significación estadística para la interacción, como se puede ver en el Cuadro 3.6.

Cuadro N° 3.6: Análisis de Regresión para el Rendimiento de Papa Variedad Amarilla Tumbay Categoría Primera.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.	Pr > F
Modelo	5	715.213911	143.042782	22.08	0.0001 **
X1	1	469.666153	469.666153	72.50	0.0001 **
X2	1	163.126154	163.126154	25.18	0.0001 **
X12	1	27.138452	27.138452	25.18	0.0487 *
X22	1	2.106858	2.106858	4.19	0.5723 ns
X1X2	1	46.807500	46.807500	0.33	0.0112 *
Error	33	213.769678	213.769678	7.23	
TOTAL	38	928.983590			

C.V.: 13.45 %.

Cuadro N° 3.7: Coeficientes de Regresión Estimados para el Modelo Polinomial en el Rendimiento Tubérculos de Papa Variedad Amarilla Tumbay Categoría Primera.

Parámetro	Valor Estimado	T*	Pr > T	Error Estándar
Intercepto	20.09522546	29.50	0.0001 **	0.681126
X1	2.45384615	8.51	0.0001 **	0.288183
X2	1.44615385	5.02	0.0001 **	0.288183
X12	-0.45936444	-2.05	0.0487 *	0.224430
X22	-0.12799189	-0.57	0.5723 **	0.224430
X1X2	-0.49375000	-2.69	0.0112 *	0.183681

De acuerdo al Cuadro 3.7, el modelo polinomial codificado, sería:

$$Y = 20.09522546 + 2.45384615X_1 + 1.44615385X_2 - 0.45936444X_1^2 - 0.12799189X_2^2 - 0.49375000X_1X_2 + e$$

La respuesta en el peso total de tubérculos, mostrado en la figura 3.4, nos proporciona una función cuadrática para la gallinaza y una función lineal para la cal; esa función indica que hay mejor respuesta a la gallinaza.

Figura N° 3.3: Superficie de Respuesta del Rendimiento de Papa Variedad Amarilla Tumbay Categoría Primera.

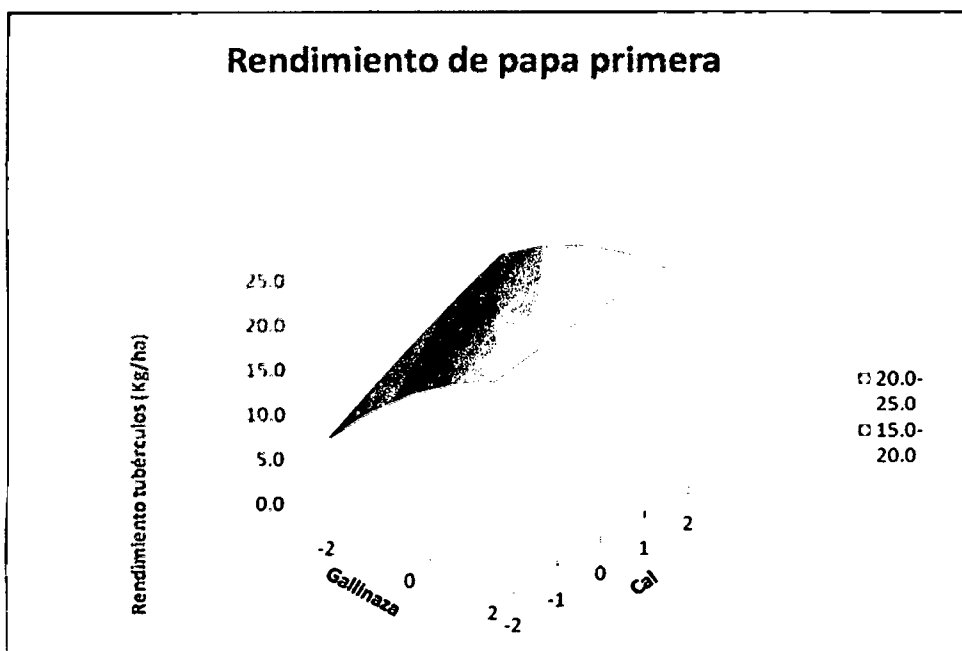
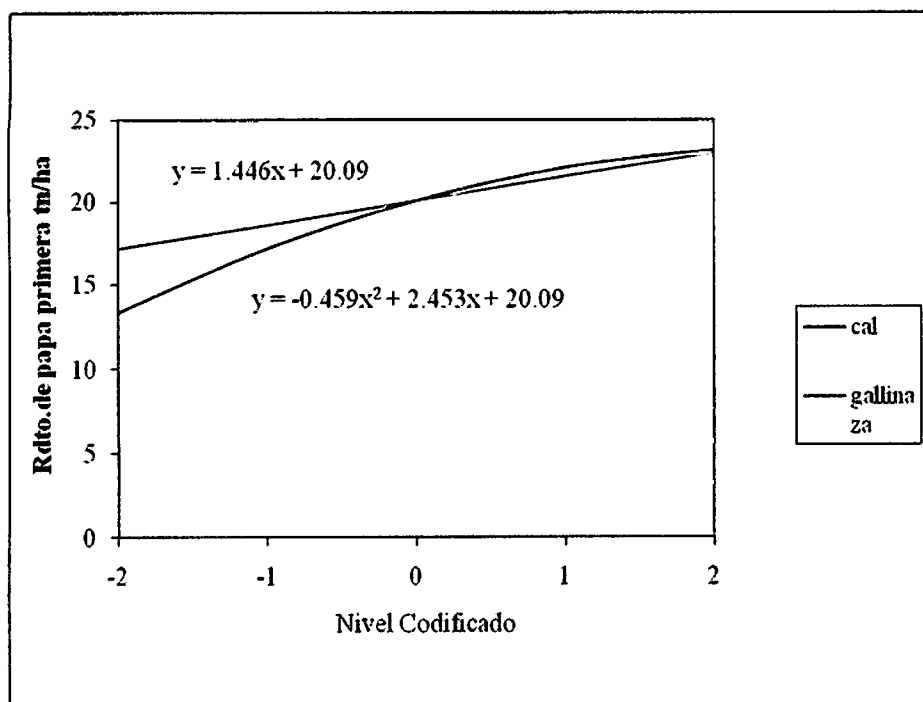


Figura N° 3.4: Superficie de Respuesta del Rendimiento de Tubérculos de Papa Variedad Amarilla Tumbay Categoría Primera.



3.3 RENDIMIENTO DE TUBERCULOS DE SEGUNDA CATEGORIA

En el Cuadro 3 del Anexo, se muestran los resultados del rendimiento de tubérculos de papa de la categoría segunda, en la que se observa que el tratamiento 1, que corresponde al testigo, supera a todos los tratamientos, con un rendimiento promedio de 5.767 tn.ha⁻¹; mientras que el rendimiento más bajo se obtuvo con el tratamiento 03 (0 tn.ha⁻¹ de gallinaza y 6 tn.ha⁻¹ de cal) con un rendimiento de 3.133 tn/ha⁻¹.

3.3.1 Análisis de Variancia y Análisis de Regresión

En el análisis de variancia del rendimiento de papa de la categoría segunda, que se presenta en el Cuadro 11, se encontró diferencias estadísticas entre los tratamientos, lo que indica que los tratamientos no tuvieron mucha influencia sobre la producción, siendo el coeficiente de variabilidad de 28.91%

Cuadro N° 3.8: Análisis de Variancia del Rendimiento de Papa Variedad Amarilla Tumbay Categoría Segunda.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Pr > F
Bloques	2	1.87897436	0.93948718	0.51	0.6063 ns
Tratamientos	12	18.40923077	1.53410256	0.83	0.6168 *
Error	24	14.12769231	1.83865385		
TOTAL	38	64.41589744			

C. V. : 28.91%.

Para determinar la importancia de cada uno de estos tratamientos se realizó la prueba de Duncan, el mismo que se presenta en el Cuadro 3.9. Esta prueba señala

que los rendimientos más altos corresponden a los tratamientos T1, T4, T6, T7 y T11, con rendimientos promedio de 5.767, 5.367, 5.333, 5.233 y 5.000 tn.ha⁻¹, respectivamente, en los cuales la gallinaza y la cal influyen en el rendimiento de papa de la categoría segunda y se puede destacar el efecto positivo de la gallinaza y la cal para este rendimiento, pero sin embargo se observa un rendimiento alto en el testigo.

Cuadro N°3.9: Prueba de Duncan para el Rendimiento (tn./ha.) de Papa Categoría Segunda de la Variedad Amarilla Tumbay. Yanaccma (3800 msnm) - Andahuaylas.

Trat.	Codigo		Niveles Reales		Rdto. Total	Signif.
	X ₁	X ₂	Gallinaza	Cal	Tubérculos	
T(01)	-2	-2	0	0	5.767	a
T(04)	2	2	8	6	5.367	a
T(06)	-1	0	2	3	5.333	a
T(07)	1	0	6	3	5.233	a
T(11)	0	1	4	4.5	5.000	a
T(08)	2	0	8	3	5.000	a
T(12)	0	2	4	6	4.700	a
T(02)	2	-2	8	0	4.633	a
T(10)	0	-1	4	1.5	4.533	a
T(05)	-2	0	0	3	4.267	a
T(09)	0	-2	4	0	4.133	a
T(13)	0	0	4	3	3.867	a
T(03)	-2	2	0	6	3.133	a

Estos resultados nos indican, que los niveles medios de gallinaza y cal reducen el rendimiento de papa segunda categoría de la variedad Amarilla Tumbay esto debido a que a mayor dosis de gallinaza y cal hay mayor disponibilidad de NPK para la planta y mayor incremento en primera categoría.

Al realizar el análisis de regresión para estimar la influencia de la gallinaza y la cal en el rendimiento de papa de la categoría segunda, se encontró significación estadística para el componente lineal del primer factor, no habiendo diferencias para el componente lineal del segundo factor, así como para el componente cuadrático del primer factor, para el componente cuadrático del segundo factor y la interacción, como se puede ver en el Cuadro 3.10.

Cuadro N° 3.10: Análisis de Regresión para el Rendimiento de Papa Variedad Amarilla Tumbay Categoría Segunda.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.	Pr > F
Modelo	5	10.86552985	12.17310597	1.34	0.2733 **
X1	1	1.46782051	1.467882051	0.90	0.3485 *
X2	1	0.55846154	0.55846154	0.34	0.5614 ns
X12	1	0.19812461	0.19819708	0.12	0.7290 ns
X22	1	0.22819708	0.22819708	0.14	0.7101 ns
X1X2	1	8.50083333	8.50083333	5.24	0.0286 ns
Error	33	53.55036758	1.62273841		
TOTAL	38	64.41589744			

C.V.: 27.16%

Cuadro N° 3.11: Coeficientes de Regresión Estimados para el Modelo Polinomial en el Rendimiento de Papa Variedad Amarilla Tumbay Categoría Segunda.

Parámetro	Valor Estimado	T*	Pr > T	Error Estándar
Intercepto	4.695490716	13.77	0.0001 **	0.34090664
X1	0.137179487	0.95	0.3485 **	0.14423709
X2	-0.084615385	-0.59	0.5614 **	0.14423709
X12	0.039249493	0.35	0.7290 **	0.11232828
X22	-0.042123056	-0.37	0.7101 **	0.11232828
X1X2	0.210416667	2.29	0.0286 *	0.09193347

De acuerdo al Cuadro 3.4 el modelo polinomial para el rendimiento de papa de la categoría segunda sería:

$$Y = 4.695490716 + 0.137179487X_1 - 0.084615385X_2 + 0.039249493X_1^2 - 0.042123056X_2^2 + 0.210416667X_1X_2 + e$$

3.4. RENDIMIENTO DE TUBERCULOS DE TERCERA CATEGORIA

En el Cuadro 4 del Anexo se presenta los resultados del rendimiento de papa de la categoría tercera de la Variedad Tumbay, el que nos permite observar que el máximo rendimiento de papa de la categoría tercera se obtuvo con el testigo, en el que no se administró gallinaza ni cal.

3.4.1 Análisis de Variancia y Análisis de Regresión

El Cuadro 3.12 del análisis de variancia indica que existen diferencias de alta significación entre los tratamientos en estudio, lo que indica que los tratamientos tuvieron mucha influencia sobre los rendimientos obtenidos.

Cuadro N°3.12: Análisis de Variancia del Rendimiento de Tubérculos de Papa
Variedad Amarilla Tumbay Categoría Tercera.

F. de V	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Pr > F
Bloques	2	3.72974359	1.86487179	1.63	0.2167 ns
Tratamientos	12	47.96102564	3.99675214	3.50	0.0044 **
Error	24	27.44358974	1.14348291		
TOTAL	38	79.13435897			

C.V. : 43.49 %.

Para determinar la diferencia que existe entre cada uno de los tratamientos en estudio, se realizó la prueba de Duncan, que se presenta en el Cuadro 3.13. Esta prueba señala que los rendimientos más altos corresponden a los tratamientos T1, T6 y T9, con rendimientos de 5.2, 3.7 y 3.0667 tn.ha⁻¹, respectivamente, en los cuales los niveles de gallinaza fueron los más bajos y medios; y en cuanto a los niveles de corresponden a los bajos; mientras que los rendimientos más bajos se obtuvieron en los tratamientos T8, T4 y T2, en estos tratamientos los niveles de gallinaza son altos, mientras que los niveles de cal fueron medios, bajos y altos.

Cuadro N° 3.13: Prueba de Duncan para el Rendimiento (tn./ha.) de Papa Variedad Amarilla Tumbay Categoría Tercera.

Trat.	Codigo		Niveles reales		Rdto.Total	Signif.
	X ₁	X ₂	Gallinaza	Cal	Tubérculos	
T(01)	-2	-2	0	0	5.2000	a
T(06)	-1	0	2	3	3.7000	a b
T(09)	0	-2	4	0	3.0667	b c
T(11)	0	1	4	4.5	2.9333	b c
T(05)	-2	0	0	3	2.7333	b c d
T(03)	-2	2	0	6	2.6667	b c d
T(12)	0	2	4	6	2.3000	b c d
T(07)	1	0	6	3	2.1333	b c d
T(10)	0	-1	4	1.5	1.9333	b c d
T(13)	0	0	4	3	1.7333	b c d
T(08)	2	0	8	3	1.7000	b c d
T(04)	2	2	8	6	1.1000	c d
T(02)	2	-2	8	0	0.7667	d

Estos resultados reflejan una respuesta negativa de la gallinaza al rendimiento de tubérculos de papa de la categoría tercera, correspondiente a la variedad Tumbay.

Al realizar el análisis de regresión para estimar la influencia de la gallinaza y la cal en el rendimiento de papa de la categoría tercera, se encontró alta significación estadística para los componentes lineales del primer y segundo factor, no habiendo

diferencias estadísticas para el componente cuadrático del primer factor; también se encontró significación estadística para el componente cuadrático del segundo factor y alta significación estadística para la interacción, como se puede ver en el Cuadro 3.14. Sin embargo el alto coeficiente de variación nos indica la alta variabilidad de las repeticiones dentro de cada tratamiento, esto es normal debido a la fuerte influencia del medio ambiente.

Cuadro N° 3.14: Análisis de Regresión para el Rendimiento de tubérculos de Papa Variedad Amarilla Tumbay Categoría Tercera.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.	Pr > F
Modelo	5	37.50962137	7.50192427	5.95	0.0005 **
X1	1	28.20012821	28.20012821	22.36	0.0001 **
X2	1	2.80820513	2.80820513	2.23	0.1452 **
X12	1	0.22201267	0.22201267	0.18	0.6775 ns
X22	1	0.20396919	0.20396919	0.16	0.6902 *
X1X2	1	6.16333333	6.16333333	4.89	0.0341 **
Error	33	41.62473761	1.26135569		
TOTAL	38	79.13435897			

C.V.: 45.67%.

Cuadro N° 3.15: Coeficientes de Regresión Estimados para el Modelo Polinomial en el Rendimiento de Papa Variedad Amarilla Tumbay Categoría Tercera.

Parámetro	Valor Estimado	T*	Pr > T	Error Estándar
Intercepto	2.462422635	8.19	0.0001 **	0.30055918
X1	-0.60128205	-0.73	0.0001 **	0.12716614
X2	-0.189743590	-0.49	0.1452 **	0.12716614
X12	-0.041548343	-0.42	0.6775 **	0.09903384
X22	0.039824206	0.40	0.6902 **	0.09903384
X1X2	0.179166667	2.21	0.0341 *	0.08105283

T para Ho: parámetro = 0

De acuerdo al Cuadro 3.15 el modelo polinomial codificado para el rendimiento de papa de la categoría tercera sería:

$$Y = 2.462422635 - 0.601282051X_1 - 0.189743590X_2 - 0.041548343X_1^2 + 0.039824206X_2^2 + 0.179166667X_1X_2 + e$$

Cuadro N° 3.16: Mérito Económico para el Rendimiento de Tubérculos de Papa Variedad Tumbay con Diferentes Niveles de Gallinaza y Cal.

TRATAMIENTO		Costo de Producción	RENDIMIENTO (tn.ha ⁻¹)			COSTO UNITARIO (S/.tn ⁻¹)			Valor de Venta S/.	Utilidad Bruta S/.	Rentabilidad (%)
Gallina (tn.ha ⁻¹)	Cal (tn.ha ⁻¹)		1era.	2da.	3era.	1era.	2da.	3ra.			
0.0	0.0	9252.5	6.70	5.77	5.20	900.00	500.00	300.00	10,473.33	1220.83	13%
8.0	0.0	11652.5	21.97	4.63	0.77	900.00	500.00	300.00	22,316.67	10664.17	92%
0.0	6.0	12252.5	17.50	3.13	2.67	900.00	500.00	300.00	18,116.67	5864.17	48%
8.0	6.0	14652.5	24.87	5.37	1.10	900.00	500.00	300.00	25,393.33	10740.83	73%
0.0	3.0	10752.5	14.87	4.27	2.73	900.00	500.00	300.00	16,333.33	5580.83	52%
2.0	3.0	11352.5	16.10	5.33	3.70	900.00	500.00	300.00	18,266.67	6914.17	61%
6.0	3.0	12552.5	19.17	5.23	2.13	900.00	500.00	300.00	20,506.67	7954.17	63%
8.0	3.0	13152.5	22.60	5.00	1.71	900.00	500.00	300.00	23,352.00	10199.50	78%
4.0	0.0	10452.5	17.40	4.13	3.07	900.00	500.00	300.00	18,646.67	8194.17	78%
4.0	1.5	11702.5	19.23	4.53	1.93	900.00	500.00	300.00	20,156.67	8454.17	72%
4.0	4.5	12702.5	20.90	5.00	2.93	900.00	500.00	300.00	22,190.00	9487.50	75%
4.0	6.0	13452.5	21.67	4.70	2.30	900.00	500.00	300.00	22,540.00	9087.50	68%
4.0	3.0	11952.5	23.00	3.87	1.73	900.00	500.00	300.00	23,153.33	11200.83	94%

3.5 MERITO ECONOMICO DE LOS TRATAMIENTOS

El merito económico de los tratamientos se basa en los precios de venta de las diferentes categorías de papa ofertados en el mercado, además en los costos que corresponden a la Gallinaza y la Cal que incrementan los costos de producción. Los mayores valores de venta se obtienen con los tratamientos donde se utiliza la gallinaza en su máximo nivel. El tratamiento con mejor rentabilidad corresponde a la utilización de 4.0 tn.ha⁻¹ de gallinaza y 3 tn.ha⁻¹ de cal, con un valor del 94%; otro tratamiento con buena rentabilidad corresponde al uso de 8.0 tn.ha⁻¹ de gallinaza sin la incorporación de cal, que obtiene una rentabilidad de 92%; este resultado se debe al menor costo de producción por el uso de la gallinaza. Los tratamientos que han recibido cal, pero sin gallinaza o están en su niveles bajos, superan en rentabilidad al testigo (sin Gallinaza y Cal) demostrándonos la importancia de la adición de la cal en el cultivo de la papa, además el beneficio en la mejora del suelo dándole sostenibilidad para cultivos posteriores (Cuadro 3.16).

CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los resultados obtenidos y bajo las condiciones en que se condujo el presente trabajo permiten establecer las siguientes conclusiones y recomendaciones.

4.1 CONCLUSIONES

1. La incorporación de gallinaza tiene mejor efecto que la cal en el rendimiento total de tubérculos, dentro de los límites ensayados en el presente trabajo.
2. La adición de la cal al cultivo de papa muestra una ligera respuesta en el rendimiento. Sin embargo, este elemento juega un rol de gran importancia en la acidez del suelo.
3. En relación al rendimiento de papa de la categoría primera, es de mucha importancia la incorporación de la gallinaza, mostrando una alta respuesta a este abono.
4. Al incorporar al suelo $8.0 \text{ tn}\cdot\text{ha}^{-1}$ de gallinaza, adicionado con $6.0 \text{ tn}\cdot\text{ha}^{-1}$

- de cal, se obtiene un nivel óptimo de rendimiento, con 31.333 tn.ha⁻¹ de tubérculos de papa.
5. Al adicionar al suelo 4.0 tn.ha⁻¹ de gallinaza, adicionado con 3.0 tn.ha⁻¹ de cal, se obtiene un nivel óptimo de rendimiento tubérculos de papa de categoría primera, con 23.000 tn.ha⁻¹.
 6. En lo referente al merito económico de los tratamientos, justificados por los costo de producción, el valor de ventas y la rentabilidad, se encuentran los tratamientos que tienen el nivel de 4.0 tn.ha⁻¹ de gallinaza y 3.0 tn.ha⁻¹ de cal, con un valor del 94% de rentabilidad. Si se compara la producción de papa de la categoría primera producida por el testigo (sin Gallinaza ni Cal) y los tratamientos donde no existe Gallinaza, pero si cal, estos muestran una respuesta en casi el doble de la producción de la categoría de tubérculos mencionados.

4.2 RECOMENDACIONES

1. Utilizar la Gallinaza en 4.0 tn.ha⁻¹ y 3.0 tn.ha⁻¹ de cal, por los efectos beneficiosos que se han observado, esto es justificado por el merito económico y el efecto benéfico en el tiempo.
2. En comunidades campesinas donde es imposible obtener Gallinaza, incorporar cal, debido a la espectacular respuesta al uso de este insumo.
3. Proponer el estudio del efecto de la adición de la cal en varias campañas de papa, que nos permitirá un resultado sostenible.

RESUMEN

El presente trabajo experimental se realizó en la localidad de Yanaccma a 3850 msnm, comprensión del Distrito de Turpo, Provincia de Andahuaylas, Departamento de Apurímac. La zona de vida del lugar de trabajo es considerado como bosque húmedo montano (BHM), caracterizado por lluvias estacionales que se distribuyen entre los meses de noviembre a marzo y época de sequía en los meses que comprenden de mayo a septiembre. La agricultura es básicamente de secano con riesgos de heladas y granizadas. Se siembran básicamente tubérculos tales como papa, olluco, oca y mashua. Los objetivos del trabajo fueron determinar la dosis de cal y gallinaza que maximice el rendimiento del tubérculo de papa de la variedad amarilla Tumbay y determinar el mérito económico de los tratamientos. Los tratamientos estudiados fueron cinco niveles de Gallinaza: 0, 2, 4, 6, 8 tn.ha⁻¹ y cinco niveles de Cal: 0, 1.5, 3, 4.5, 6 tn.ha⁻¹. Estos niveles combinados se condujeron en el Diseño 3 de julio. Las conclusiones del trabajo experimental se detallan a continuación:

La incorporación de gallinaza en el cultivo de papa variedad Amarilla Tumbay tiene una respuesta positiva en el rendimiento total de tubérculos, la adición de la cal muestra una ligera respuesta en el rendimiento. En lo referente a la producción de la papa primera, es de

mucha importancia la incorporación de la gallinaza mostrando una alta respuesta a este abono, con la adición de cal se obtiene una ligera respuesta. Al proporcionar al suelo 8.0 tn.ha^{-1} de gallinaza adicionado con 5.40 tn.ha^{-1} de cal se obtiene un nivel optimo de productividad de $32.535 \text{ tn.ha}^{-1}$ de tubérculos de papa. Asimismo al proporcionar al suelo 8.0 tn.ha^{-1} de gallinaza adicionado con 3.0 tn.ha^{-1} de cal se obtiene un nivel optimo de productividad de $26.276 \text{ tn.ha}^{-1}$ de tubérculos de papa de la categoría primera. En referencia al merito económico de los tratamientos, justificados por los costo de producción, el valor de ventas y la rentabilidad, se determinó que los tratamientos que tienen el máximo nivel de Gallinaza (8.0 tn.ha^{-1} de gallinaza sin cal), (8.0 tn.ha^{-1} de gallinaza con 6.0 tn.ha^{-1} de cal) y (8.0 tn.ha^{-1} de Gallinaza con 3.0 tn,ha^{-1} de cal) tienen mayor rentabilidad, que corresponde a 98, 73 y 78% de rentabilidad, respectivamente.

REFERENCIAS DE LITERATURA

1. **ALVARADO L.F. 1984.** Fisiología de la semilla. En curso de Producción y Almacenamiento de Semilla de Papa. Ipiales.
2. **ASCUE, M. 1978.** Respuesta al Abonamiento Azufrado en Suelos Agrícolas de Ayacucho. Tesis Ing. Agrónomo. UNSCH. Ayacucho – Perú.
3. **CARE PERU 2000.** Manual de Producción de la Papa Capiro. Ayacucho-Perú.
4. **CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA, 1986.** Manual Práctico de Producción de Semilla de Papa. Lima, Perú.
5. **DAVELOUIS, Mc. J. 1991.** Fertilidad del Suelo. UNALM. Segunda Edición Lima- Perú.
6. **DOMINGUEZ, A. 1973.** Abonos Minerales. Ministerio de Agricultura de España. Madrid, España.
7. **EGUSQUIZA, B.R. 2000.** La Papa. Producción y Comercialización. ADEX-MSP-UNALM. Lima – Perú.
8. **EVANS, T. 1980.** Fisiología de los Cultivos. Editorial Hemisferio Sur Madrid - España.
9. **EZETA F.N. 1986.** Aspectos Fisiológicos de la Producción de Papa. En V Curso Internacional Sobre el Cultivo de Papa con Enfoque en Producción de

- Semilla. Programa de Investigaciones en Papa. UNA La Molina. Lima - Perú.
10. **FASSBENDER, H. 1 986.** Química de Suelos, con Énfasis en Suelos de América Latina. Editorial IICA. San José de Costa Rica.
 11. **GROSS, A. 1 971.** Abonos, Guía de Prácticas de Fertilización. Ediciones Mundi Prensa. Madrid- España.
 12. **HAWKES, K. 1 980.** Historia de la Papa. CIP. Lima – Perú.
 13. **HEMBERG T. 1985.** Potato Rest. En potato physiology. Editado por P.H. Lipp pp 354-379. Academic press inc. London.
 14. **HERNANDEZ, E. 1 989.** Herencia de los Factores de Calidad para Procesamiento de Papa. Lima – Perú Tesis (Magíster Science). Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima – Perú.
 15. **HIDALGO, O. 1997.** Producción de Tubérculos - Semilla de Papa. Centro Internacional de Papa. Lima - Perú. 19 p.
 16. **HUAMAN, Z. 1 986.** Botánica y Sistemática y Morfología de la Papa, Segunda Edición Revisada. Centro Internacional de la Papa. Lima – Perú.
 17. **INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN AGRARIA. 1995.** Compendio de la Producción de Papa. Lima - Perú.
 18. **IBÁÑEZ, R. y AGUIRRE G. 1983.** Fertilidad de Suelos, Manual de Prácticas. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Ayacucho - Perú.
 19. **LOAYZA, J.1 986.** Fertilizantes, Nutrición Vegetal. Primera Edición A.G.T. Editor, S.A. México.
 20. **MENGEL, A. 1 897.** Variedades de Papa Colombia (catálogo preliminar).
 21. **MILTHORPE, F. y MOOBY, J. 1982.** Introducción a la Fisiología de los Cultivos. Editorial Hemisferio Sur, S.A. Buenos Aires – Argentina.

22. **MONTALDO, A. 1984.** Cultivo y Mejoramiento de la Papa IICA. San José Costa Rica.
23. **MONROY, M. 1 982.** Manejo Ecológico de Suelos. Concepto, Experiencias y Técnicas. Red de Acción en Alternativas al Uso de Agroquímicos. Lima – Perú.
24. **OCHOA, C. 1 990.** La Papa en el Perú. INDOAGRO. Lima – Perú.
25. **OFICINA NACIONAL DE EVALUACION DE RECURSOS NATURALES (ONERN).** 1986. Mapa Ecológico del Perú. Guía Explicativa. Lima – Perú.
26. **PARSONS, D. 1 986.** Papas Manuales de Educación Agropecuaria. Editorial Trillas. Quinta Reimpresión. México.
27. **SANCHEZ, C. 2 003.** Cultivo y Comercialización de la Papa. Ediciones Ripalme. Lima – Perú.
28. **TINEO, B. A. 2006.** Superficies de Respuesta “El diseño 03 de Julio”. UNSCH. Ayacucho – Perú.
29. **VANDER ZAAG, E. 1 973.** La Patata y su Cultivo en los Países Bajos, Instituto Holandés de Consulta Sobre la Patata, Ministerio de Agricultura.
30. **VÁSQUEZ, G. 1 999.** Mejoramiento Genético de la Papa. Editorial Amaru. Universidad Nacional de Cajamarca.
31. **VILLAGARCIA, et al. 1 990.** Resultados de Ensayos de Campo Sobre Fertilización y Nutrición Mineral en el Cultivo de Papa. UNALM – CIP. Lima - Perú.
32. **VOISIN, A. 1 979.** Nuevas Leyes Científicas en la Aplicación de Abonos. Editorial Tecnos S. A. Segunda Reimpresión. Madrid - España.

Cuadro 1. Rendimiento total de papa variedad tumbay

TRATAMIENTO		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13
gallinaza		0	8	0	8	0	2	6	8	4	4	4	4	4
Cal		0	0	6	6	3	3	3	3	0	1.5	4.5	6	3
Bloques	1	14.7	28.8	20.5	29.7	23.8	25.6	25.8	29.9	26.8	27.0	27.3	29.9	28.1
	2	18.9	24.0	26.1	30.0	19.5	23.4	27.5	29.4	20.4	28.5	26.6	24.9	27.5
	3	19.4	29.5	23.3	34.3	22.3	26.2	26.3	28.6	30.4	21.6	32.4	31.2	26.5
TOTAL		53.00	82.10	69.90	94.00	65.60	75.40	79.60	87.92	77.60	77.10	86.50	86.00	82.10
PROMEDIO		17.67	27.37	23.30	31.33	21.87	25.13	26.53	29.31	25.87	25.70	28.83	28.67	27.37

Cuadro 2. Rendimiento de papa primera variedad tumbay.

TRATAMIENTO		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13
gallinaza		0	8	0	8	0	2	6	8	4	4	4	4	4
Cal		0	0	6	6	3	3	3	3	0	1.5	4.5	6	3
Bloques	1	5.2	22.9	14.1	23.7	16.8	17.2	20.3	21.9	18.3	20.8	18.2	22.6	22.9
	2	7.6	18.3	21.3	24.1	14.6	14.3	17.5	23.2	14.2	19.7	21.1	18.3	24.9
	3	7.3	24.7	17.1	26.8	13.2	16.8	19.7	22.7	9.7	17.2	23.4	24.1	21.2
TOTAL		20.1	65.9	52.5	74.6	44.6	48.3	57.5	67.8	52.2	57.7	62.7	65.0	69.0
PROMEDIO		6.70	21.97	17.50	24.87	14.87	16.10	19.17	22.60	17.40	19.23	20.90	21.67	23.00

Cuadro 3. Rendimiento de papa segunda variedad tumbay.

TRATAMIENTO	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	
Gallinaza	0	8	0	8	0	2	6	8	4	4	4	4	4	
Cal	0	0	6	6	3	3	3	3	0	1.5	4.5	6	3	
Bloques	1	6.3	5.3	4.6	4.8	4.7	4.9	3.2	5.1	3.2	4.1	6.7	5.3	3.7
	2	4.2	4.9	2.1	5.2	2.9	6.8	7.3	4.3	3.9	6.2	3.1	4.1	2.1
	3	6.8	3.7	2.7	6.1	5.2	4.3	5.2	5.6	5.3	3.3	5.2	4.7	5.8
TOTAL	17.3	13.9	9.4	16.1	12.8	16.0	15.7	15.0	12.4	13.6	15.0	14.1	11.6	
PROMEDIO	5.77	4.63	3.13	5.37	4.27	5.33	5.23	5.00	4.13	4.53	5.00	4.70	3.87	

Cuadro 4. Rendimiento de papa tercera variedad tumbay.

TRATAMIENTO	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	
Gallinaza	0	8	0	8	0	2	6	8	4	4	4	4	4	
Cal	0	0	6	6	3	3	3	3	0	1.5	4.5	6	3	
Bloque	1	3.2	0.4	1.8	1.2	2.3	3.7	2.3	2.9	2.0	2.1	2.4	2.0	1.5
	2	7.1	0.8	2.7	0.7	2.0	2.3	2.7	1.9	2.3	2.6	2.6	2.5	0.5
	3	5.3	1.1	3.5	1.4	3.9	5.1	1.4	0.3	4.9	1.1	3.8	2.4	3.2
TOTAL	15.6	2.3	8.0	3.3	8.2	11.1	6.4	5.1	9.2	5.8	8.8	6.9	5.2	
PROMEDIO	5.2	0.8	2.7	1.1	2.7	3.7	2.1	1.7	3.1	1.9	2.9	2.3	1.7	