

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONOMICAS

EVALUACION DE DOS NIVELES DE N-P-K Y GALLINAZA SOBRE EL
RENDIMIENTO DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.) EN DOS
LOCALIDADES DE LAS VERAPACES.


TESIS

Presentada a la Honorable
Junta Directiva de la Facultad
de Agronomía de la Universidad
de San Carlos de Guatemala

Por
CARLOS RENE CHAVEZ RODRIGUEZ

En el acto de investidura como
INGENIERO AGRONOMO

En el grado academico de
LICENCIADO



GUATEMALA, JUNIO DE 1,992.

PROPIEDAD DE LA BIBLIOTECA DE LA UNIVERSIDAD DE GUATEMALA
Biblioteca Central

DL
01
T(1360)

Guatemala, Mayo de 1.992

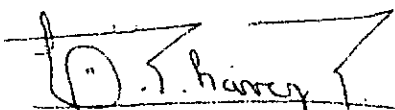
Honorables Miembros
Junta Directiva
Facultad de Agronomía.

De conformidad a lo que establece la ley orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración, el trabajo de tesis titulado:

"EVALUACION DE DOS NIVELES DE N-P-K Y GALLINAZA SOBRE EL RENDIMIENTO DE PAPA (Solanum tuberosum L.) EN DOS LOCALIDADES DE LAS VERAPACES".

Presento el mismo, como requisito previo a optar el título profesional de Ingeniero Agrónomo en el grado académico de Licenciado.

Respetuosamente.


Carlos René Chávez Rodríguez

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR:
DR. ALFONSO FUENTES SORIA

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO:	ING. AGR. EFRAIN MEDINA GUERRA
VOCAL PRIMERO:	ING. AGR. MAYNOR E. ESTRADA R.
VOCAL SEGUNDO:	ING. AGR. WALDEMAR NUÑO
VOCAL TERCERO:	
VOCAL CUARTO:	P. A. ELIAS RAYMUNDO
VOCAL QUINTO:	P. A. FRANCISCO IBARRA
SECRETARIO:	ING. AGR. MARCOS ROMILIO ESTRADA MUY

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO:	ING. AGR. ANIBAL B. MARTINEZ M.
EXAMINADOR:	ING. AGR. MAXDELIO HERRERA
EXAMINADOR:	ING. AGR. GUILLERMO MENDEZ
EXAMINADOR:	ING. AGR. JOSE A. LEMUS G.
SECRETARIO:	ING. AGR. ROLANDO LARA ALECIO

ACTO QUE DEDICO

- A Dios: Ser Supremo que me ha guiado e iluminado en todo momento.
- A mis Padres: Carlos Humberto Chávez Mollinedo,
Juana Rodríguez de Chávez,
que sus sacrificios y esfuerzos se vean coronados en este acto.
- A: Angelita P. de Rosales. Por su cariño de siempre
- A mi esposa: Gilda Morales de Chávez,
por su amor y comprensión
- A mis hijas: Mónica Lisbeth Chávez Morales,
María Beatriz Chávez Morales,
por quienes me he forjado para culminar mi meta.
- A mis hermanos: Ricardo, Oscar, Leonel y Chiqui,
por su ayuda, amor y confianza
- A mis suegros: Pedro Francisco Morales Cetina,
Paquita Guerra de Morales
por su apoyo y cariño.
- A mis tíos: Especialmente a Lipita y Zoila,
con mucho cariño
- A mis sobrinos: Viky, Daniel, Juan Leonel, Sucelli, Oscar, Ingrid y Carlos F.
- A mis cuñados: Noemí García, Edith Diéguez, Miriam y Carlos Valdez
- A mis amigos.

TESIS QUE DEDICO

- A: Mi Patria Guatemala
- A: La Universidad de San Carlos de Guatemala
- A: La Facultad de Agronomía
- A: Telemán, Alta Verapaz
- A: Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola
- A: Todos los agricultores paperos de la Región de la Verapaz.

Biblioteca Central

AGRADECIMIENTO

Dejo constancia de mi agradecimiento a todas las instituciones y personas que en forma desinteresada, contribuyeron a la realización del presente estudio, en forma especial:

Al personal Técnico del Centro de Producción ICTA Región II, Cobán. A.V.

Al personal Técnico del Centro de Formación II del Ministerio de Desarrollo Urbano y Rural de San Juan Chamelco, Alta Verapaz.

Al Ingeniero Carlos A. Cajas M, quien me supo guiar, apoyar y asesorar en la realización del presente estudio.

Al Ingeniero José Jesús Chonay P. por su valiosa ayuda y asesoría que en todo momento me brindó para que pudiera culminar la tesis.

Al Ingeniero Angel Arce C. por su orientación y ayuda que en todo momento me brindó para la realización del presente estudio.

Al Ingeniero Luis Ortiz, por su apoyo y ayuda que me brindara para culminar la tesis.

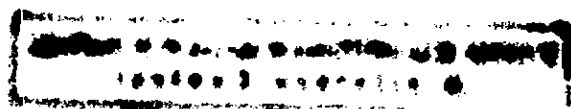
A los señores P.A. Nelson Dubón, Prof. Jacobo López M, y P.A. Moisés Canahuí M. por brindarme su amistad y apoyo en la realización de los trabajos de campo en el presente estudio.

A mis compañeros Oscar René López J. Rudy Sierra, Rudy García, Oscar Sierra P, Werner Wellmann, Carlos E. García B, Alvaro Morales y Mario Rolando de la Cruz D. Por su apoyo y amistad.

CONTENIDO

	PAGINA
CONTENIDO GENERAL	vii
INDICE DE FIGURAS	ix
INDICE DE CUADROS	x
RESUMEN	xi
1. INTRODUCCION	1
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
3. MARCO TEORICO	3
3.1 Marco Conceptual	3
3.1.1 Importancia de la Fertilización en la Producción Agrícola	3
3.1.2 Materia Orgánica del Suelo	3
3.1.3 La Gallinaza como Abono	4
3.1.4 Importancia del Análisis de Plantas	5
3.1.5 Resultados de Trabajos de Investigación sobre Suelos de la Región	6
3.1.6 Resultados de Algunos Estudios sobre Fertilización en Papa	7
3.2 Marco Referencial	9
3.2.1 Características Generales del Area Experimental	9
3.2.1.1 Localización	9
3.2.1.2 Características Geológicas y Edáficas	9
3.2.2 Características del Material Experimental	10
3.2.2.1 Características Físicas y Químicas del Suelo	10
3.2.2.2 Características de la Gallinaza y Fuentes de Nutrimientos	12
3.2.2.3 Características del Material Semilla	12
4. OBJETIVOS	13
5. HIPOTESIS	13
6. METODOLOGIA	14
6.1 Factores y Niveles que se Evaluaron	14
6.2 Metodología para el Muestreo de Plantas	14
6.3 Metodología Experimental	14
6.3.1 Diseño Experimental y de Tratamientos	14
6.3.2 Modelo Estadístico Lineal	16

6.3.3.	Análisis de Datos	17
6.4	Manejo de los Experimentos	17
6.4.1.	Preparación del Terreno	17
6.4.2.	Desinfestación del Suelo	17
6.4.3.	Siembra	18
6.4.4.	Fertilización	18
6.4.5	Control de Malezas	18
6.4.6	Control de Plagas	18
6.4.7	Control de Enfermedades	18
6.4.8	Defoliación	18
6.4.9	Cosecha y Clasificación	18
7.	RESULTADOS Y DISCUSION	19
8.	CONCLUSIONES	23
9.	RECOMENDACIONES	24
10.	BIBLIOGRAFIA	25
11.	APENDICE	27



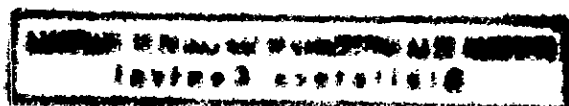
INDICE DE FIGURAS

FIGURA	PAGINA	
1:	Efecto del Rendimiento con la Aplicación de Niveles de Gallinaza en ton/ha. San Juan Chamelco, A.V.	20
2:	Efecto del Rendimiento con la Aplicación de Niveles de Nitrógeno en kg/ha. San Juan Chamelco, A.V.	20
3:	Efecto del Rendimiento con la Aplicación de Niveles de Gallinaza en ton/ha, Fósforo y Potasio en kg/ha. San Juan Chamelco, A.V.	20
4:	Efecto del Rendimiento con la Aplicación de Niveles de Gallinaza en ton/ha. Purulhá, B.V.	22
5:	Efecto del Rendimiento con la Aplicación de Niveles de Fósforo en ton/ha. Purulhá, B.V.	22
6:	Efecto del Rendimiento con la Aplicación de Niveles de Gallinaza en ton/ha y niveles de Fósforo en kg/ha Purulhá, B.V.	22

INDICE DE CUADROS

Cuadro		página
1:	Resultados de la determinación de la capacidad de Sorción (fijación de Fósforo -P- en Suelos de la Serie Carchá	7
2:	Análisis Físico y Químico del Suelo	11
3:	Disponibilidad de Nutrientes del Suelo	11
4:	Disponibilidad de Nutrientes de la Gallinaza	12
5:	Fuentes y Niveles de Nutrimientos y Gallinaza Evaluados	14
6:	Tratamientos y Niveles que se Evalúan del Factorial 2 ⁴	15
7-A*:	Análisis de Varianza Combinada	28
8-A:	Rendimiento de papa. San Juan Chamelco, A.V. Ton/ha.	28
9-A:	Análisis de Varianza. San Juan Chamelco A.V.	29
10-A:	Análisis Económico de la Respuesta a los Tratamiento de San Juan Chamelco A.V.	30
11-A:	Correlación Lineal de la Concentración de Nutrientes con el Rendimiento. San Juan Chamelco A.V.	31
12-A:	Rendimiento de papa. Purulhá, Baja Verapaz, Ton/ha.	32
13-A:	Análisis de Varianza. Purulhá Baja Verapaz.	32
14-A:	Análisis Económico de la respuesta a los Tratamientos de Purulhá, Baja Verapaz	33
15-A:	Correlación Lineal de la Concentración de Nutrientes con el Rendimiento. Purulhá B.V.	34

A*=Apendice



**EVALUACION DE DOS NIVELES DE N-P-K Y GALLINAZA SOBRE
RENDIMIENTO DE PAPA
(*Solanum tuberosum* L.)
EN DOS LOCALIDADES DE LAS VERAPACES.**

***EVALUATION OF TWO LEVELS OF N-P-K AND NATURAL
CHICKENS FERTILIZER ON THE YIELD OF POTATOES
(*Solanum tuberosum* L.)
IN TWO LOCALITIES IN THE VERAPACES***

RESUMEN:

En la región de la Verapaz, uno de los principales factores limitantes en la producción de papa es el bajo rendimiento por unidad de área, debido a ciertas características de estos suelos, siendo una de ellas la no disponibilidad de fósforo.

En busca de una mejor alternativa, para incrementar el rendimiento, conservar y mejorar el grado de fertilidad del suelo, se llevó a cabo el presente estudio con la utilización de gallinaza como fertilizante orgánico y como un complemento a la fertilización química, para reducir de alguna manera los costos y la dependencia a los fertilizantes químicos.

El estudio se efectuó en dos localidades donde se cultiva papa en la Verapaz, siendo los municipios de San Juan Chamelco del departamento de Alta Verapaz y en el municipio de Purulhá del departamento de Baja Verapaz.

El Diseño de tratamientos fue un factorial 2^4 , distribuidos los 16 tratamientos en bloques al azar y repitiendo tres veces cada unidad experimental.

Después de haber obtenido los resultados de cada tratamiento y por cada localidad se sometieron a un análisis de varianza combinada obteniéndose diferencia significativa entre ambas localidades, de donde se procedió a realizar un análisis de la interacción de los factores por el método automático de Yates y análisis de la correlación lineal entre el rendimiento y la concentración de los elementos N- P- K- Ca. - Mg- S- B- Cu - Fe -Mn - Zn y Na en los tejidos. Se observó que para ambas localidades el uso de gallinaza es altamente significativo.

El uso de gallinaza como fertilizante en la producción de papa es determinante en el rendimiento, puesto que, todos los tratamientos que incluyeron este sustrato mostraron los rendimientos más altos para las dos localidades estudiadas, lográndose de esta manera obtener las siguientes conclusiones:

1. Para la localidad de San Juan Chamelco Alta Verapaz, con la aplicación de 7 ton/ha. de gallinaza se obtuvo un rendimiento de 19.22 ton/ha. de tubérculos de papa, lográndose obtener un incremento de 8.40 ton/ha. sobre el tratamiento sin ninguna fertilización, lo que representa económicamente una tasa de capital retornable de Q.5.93 sobre quetzal invertido.
2. Para la localidad de Purulhá Baja Verapaz, con la aplicación de 7 ton/ha. de gallinaza se obtuvo un rendimiento de 18.60 ton/ha. de tubérculos de papa, lográndose de esta manera un incremento de 14.27 ton/ha. sobre el tratamiento sin ninguna fertilización, lo que representa económicamente una tasa de capital retornable de Q.10.98 sobre quetzal invertido.
3. Para ambas localidades, con mayores adiciones de fósforo calcio y magnesio principalmente se logra incrementar el rendimiento de papa por unidad de área.

1. INTRODUCCION IV PAPEL DE LA GALLINAZA EN EL CULTIVO DE LA PAPA

En Guatemala el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) está dentro de el grupo de las hortalizas y considerada después del maíz, frijol y arroz como un alimento básico en la dieta, desempeñando un papel importante en el aspecto socio-económico para el agricultor, ya que el 35% de la producción es comercializada a países como el Salvador y México (04).

Se estima que en la actualidad existen aproximadamente 10,000 hectáreas cultivadas en el territorio guatemalteco, la mayoría de ellas en el altiplano central y occidental; la producción estimada es de 57,000 toneladas que sitúa a Guatemala como el mayor productor dentro de la región de Centro América y del Caribe y un exportador de este producto alimenticio (04). Aunque estos rendimientos son muy bajos comparados con los que obtienen países tecnificados en el cultivo llegando a 25 y 30 toneladas por hectárea.

Entre los principales factores que limitan la producción están: La baja tecnología del cultivo, falta del uso de semilla mejorada, control de plagas y la falta de canales de comercialización.

La papa es una fuente de aminoácidos así como de carbohidratos productores de energía y la producción de calorías y proteínas por unidad de superficie es elevado en comparación de otros cultivos utilizados en la dieta del humano.

Para su cultivo, la papa requiere de un manejo del suelo, en el que se incluya, el contenido de materia orgánica, el aporte de nutrientes y la conservación de la humedad.

El cultivo de papa en la región alta de las verapaces se encuentra en un constante aumento por varios factores que se resumen en la versatilidad del cultivo y las condiciones ecológicas del lugar, aunque, con algunas limitantes en cuanto a la fertilidad de los suelos, ya que estudios en la región han dado como resultado suelos ligeramente ácidos y con niveles bajos de fósforo y potasio, lo que podría considerarse como un factor que influye directamente en el rendimiento. Lo que motivó el presente estudio que se llevó a cabo en dos localidades que son el Centro de Formación II de San Juan Chamelco en el departamento de Alta Verapaz; y el Centro de Diversificación Agrícola de Purulhá en el departamento de Baja Verapaz.

La presente investigación fue con el propósito de obtener resultados que nos permitan elevar de una manera considerable y económica el rendimiento actual por unidad de área, utilizando gallinaza como fertilizante, y reducir de alguna manera la dependencia a los fertilizantes químicos que cada vez están menos accesibles a los agricultores de la región por el precio de los mismos.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Entre los factores que limitan la producción de papa en la Verapaz, se pueden mencionar: La baja tecnología del cultivo, falta del uso de semilla mejorada, control de plagas; pero, principalmente el bajo rendimiento por unidad de área, debido a ciertas características especiales de estos suelos en cuanto a sus propiedades químicas, ya que; por sus altos contenidos de coloides alofánicos, que fijan bajo forma no asimilable por las plantas, no solo al fósforo nativo del mismo suelo, sino también a altas cantidades del que se le agrega artificialmente.

Es así como surgió la idea del presente estudio, con el propósito de obtener resultados que nos permitan elevar de una manera considerable y económica el rendimiento actual por unidad de área, utilizando gallinaza como fertilizante y reducir de alguna manera la dependencia a los fertilizantes químicos.

3. MARCO TEORICO

3.1. MARCO CONCEPTUAL

3.1.1. IMPORTANCIA DE LA FERTILIZACION EN LA PRODUCCION AGRICOLA

La fertilización es una práctica importante en todas partes, pero especialmente donde el cultivo se hace con fines comerciales. Para dar una respuesta satisfactoria a los diferentes problemas que se presentan en relación al empleo de los fertilizantes, es necesario tener conocimiento sobre el suelo y su manejo.

De acuerdo con Fassbender (5), no debe confundirse el concepto de cantidad y relación de nutrimentos requeridos por la planta para su crecimiento óptimo, con el de cantidad por aplicarse a un suelo como fertilizante para que pueda cubrir las necesidades de la planta. Con respecto a ello, Palencia (10) señala que mientras el primer concepto está ligado más directamente al patrón genético de la planta, el segundo lo está más a las características físicas, químicas y microbiológicas del suelo. El mismo autor (10), dice que los requerimientos de fertilización no pueden ser definidos simplemente con obtener la diferencia entre la cantidad de nutrientes requeridos por la planta para un nivel de rendimiento dado y el contenido natural de éstos en el suelo, sino debe considerarse la dinámica de nutrientes en el suelo.

Cooke (3), recomienda que para lograr el uso económico del fertilizante se debe escoger la cantidad óptima de fertilizante y la aplicación de éste en el lugar preciso y el tiempo oportuno. El mismo autor (3), indica que la forma usual para encontrar la dosis de fertilizantes para un cultivo se basa en la experimentación de campo donde se evalúan diferentes dosis, épocas y métodos de aplicación de fertilizantes, y evaluando la respuesta a las variables se pueden hacer recomendaciones.

Teuscher y Adler (26), señalan que un grupo de horticultores consideran que aplicando al suelo fertilizante artificial, se satisface el requisito más importante para obtener altos rendimientos en los cultivos, porque representa un medio inmediato de restituir al suelo de los elementos nutritivos que le fueron extraídos por el cultivo, mientras otros horticultores aseguran que la aplicación de sustancias químicas al suelo es perjudicial, estos agricultores se basan en la agricultura orgánica, como el uso de estiércoles, residuos de cosecha y abonos verdes.

3.1.2. MATERIA ORGANICA DEL SUELO

Según el informe económico de Guatemala (8), la materia orgánica del suelo está formada por una gran variedad de materiales de origen vegetal y animal, en diversos estados de descomposición, de un suelo a otro existen diferencias marcadas con relación al contenido

de materia orgánica.

Dawson, citado por Frear (7), deduce que las relaciones C/N indican el grado de fertilidad y contenido de materia orgánica de un suelo, así:

1. Una relación C/N menor de 10 nos indica un estado de descomposición avanzado de la materia orgánica.
2. Una relación C/N mayor de 20, indica poca descomposición y una liberación escasa o nula de nitrógeno de la materia orgánica del suelo.

Greenland y Dart citados por Sánchez (25), han señalado los siguientes beneficios de la materia orgánica para la agricultura no fertilizada:

- a. La materia orgánica suplía la mayor parte del nitrógeno, del azufre y la mitad del fósforo, que absorben los cultivos no abonados. El patrón de lenta liberación del nitrógeno y del azufre ofrece una ventaja definitiva sobre los fertilizantes solubles.
- b. Mediante la formación de complejos con materia orgánica los óxidos amorfos no se cristalizan. La fijación de fósforo por estos óxidos disminuyen cuando los radicales orgánicos bloquean la fijación.
- c. La materia orgánica contribuye a la agregación del suelo y de esa manera reduce la susceptibilidad a la erosión.
- d. La materia orgánica modifica la retención del agua, particularmente en suelos arenosos.
- e. La materia orgánica puede formar complejos con los micronutrientes, lo cual evita su lixiviación.

Millar, Turk y Footh (18), indican que una aplicación de estiércol generalmente muestra una influencia favorable sobre los rendimientos de los cultivos por varios años. Estos efectos benéficos están distribuidos en un período de tiempo más prolongado que el efecto de los fertilizantes químicos. Cope, Hillbold y Sturkie, citados por Perdomo y Hampton (22), realizaron un estudio durante 15 años sobre el contenido de nitrógeno y materia orgánica de un suelo, en una rotación de maíz con algodón empleando cuatro tratamientos: 5 toneladas de estiércol vacuno/acre; 52 libras de nitrógeno/acre; un cultivo de arveja anualmente; y lotes testigos sin nitrógeno. Las conclusiones fueron, que el aumento de rendimiento de los lotes con estiércol vacuno, persistió durante ocho años, aumentando el contenido de nitrógeno y carbono orgánico. En los lotes con nitrógeno y arveja permaneció el contenido de nitrógeno y carbono orgánico, mientras que en los lotes testigos, disminuyó el contenido de ambos.

3.1.3 LA GALLINAZA COMO ABONO:

La gallinaza no se aplica tal y como se produce por los compuestos amoniacales que contiene y que son cáusticos. La cantidad que debe aplicarse es de 7.5 a 25 ton/ha. Sin

quedar en contacto directo con las plantas hortícolas, porque son sensibles (9). Teuscher y Adler (26), manifiestan que la gallinaza es comparativamente rica en fósforo, y si se dispone de ella en cantidad suficiente, ayuda a compensar la falta de este nutrimento de los otros estiércoles. Además, indican que los efectos benéficos notables de una aplicación de estiércol continua durante los años subsiguientes.

El abono animal es más valioso que los fertilizantes químicos, por un bajo costo y por la materia orgánica que lleva implícito. Contiene aproximadamente en forma natural más del 60% de humedad y es desagradable al manipularlo mientras que al desecarlo se torna inofensivo e inodoro; casi siempre contiene todos los nutrientes necesarios para las plantas aunque no en cantidades adecuadas dependiendo básicamente de la alimentación de los animales, en este caso las aves (1).

Palencia (10), encontró que al aplicar gallinaza en niveles de 800, 1,600, 2,400 kg/ha. y nitrógeno en niveles de 0, 20, 40, y 60 kg/ha. el efecto de la gallinaza es significativo en el tratamiento de 20 Kg. de nitrógeno por hectárea y la dosis mínima de gallinaza que se recomienda es de 800 kg/ha.

Monterroso (20), concluye que al aplicar gallinaza en el cultivo de coliflor, se obtiene mayor rendimiento y rentabilidad que cuando se aplica abono químico de fórmula comercial 16-20-0.

León Garre (17), menciona las siguientes desventajas con el uso de abonos orgánicos: No asegura la restitución total de los elementos del suelo extraído por la planta; es de asimilación lenta, porque la mayoría de los nutrientes sufren transformaciones, para ser absorbidos por las plantas; la variabilidad de su composición, imposibilita al agricultor conocer la cantidad de nitrógeno, fósforo y potasio que debe agregar.

3.1.4. IMPORTANCIA DEL ANALISIS DE PLANTAS:

El análisis de tejido se inició hace más de cien años con el propósito de definir las causas de anomalías en el crecimiento de las plantas. En la actualidad se emplea para el diagnóstico de deficiencias, toxicidad y como una guía en la fertilización.

Love, citado por Sandoval (23), menciona que el objetivo de las investigaciones mediante el diagnóstico de tejidos es obtener correlación entre el rendimiento y la concentración de nutrientes en la hoja para determinar niveles críticos y zonas de deficiencia.

Dulac, citado por Sandoval (23), reportó que en estudios de la plántula de maíz por la técnica de análisis de tejido hay un alto grado de correlación entre el análisis de

tejido, los fertilizantes aplicados y la producción.

El análisis de plantas se basa en la premisa de que, la cantidad de un elemento dado en una planta es un índice del suministro del nutriente y se relaciona directamente con la cantidad del mismo disponible en el suelo. Así mismo, ayuda a estudiar la relación entre el estado de nutrición de la planta y el rendimiento de la cosecha.

La obtención de muestras para análisis de plantas es antes o al inicio de la floración.

Durante este período, la utilización de los nutrientes es máxima y niveles bajos de nutrientes son detectados con facilidad.

3.1.5

RESULTADOS DE TRABAJOS DE INVESTIGACION SOBRE SUELOS DE LA REGION.

El Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola -ICTA- ha realizado un estudio de los principales suelos del proyecto lechero de Alta Verapaz en relación a la fertilización en pastizales: "Estos suelos son profundos y friables; tienen buena aireación interna, siendo todas estas características físicas sumamente favorables al desarrollo de la mayor parte de los cultivos y pastos. Sus propiedades químicas, al contrario presentan serias restricciones a su productividad. Tienen niveles bajos de potasio, pero estos parecen ser fácilmente enmendables mediante aplicaciones "normales" de fertilizantes portadores de este nutrimento. El principal factor restrictivo de su productividad está determinado por sus altos contenidos de coloides alofánicos que fijan bajo forma no asimilable por las plantas, no sólo al fósforo nativo del mismo suelo, sino también a altas cantidades del que se le agrega artificialmente" (11).

En el cuadro 1 se muestran los resultados de la determinación de la capacidad de sorción (fijación) de fósforo -P- efectuado en la serie Carchá (11)

Cuadro 1: RESULTADOS DE LA DETERMINACION DE LA CAPACIDAD DE SORCION (FIJACION) DE FOSFORO EN SUELOS DE LA SERIE CARCHA.

FOSFORO ug/ml.	
Aplicado	Extraído
0	3.5
35	6.0
70	7.8
140	14.5
280	36.0
560	76.5

Por tal situación se discuten y señalan algunas de las opciones o recomendaciones a manera de contrarrestar los efectos de los altos índices de fijación de fósforo en suelos de esta naturaleza como sería aplicaciones fuertes de cal, aplicaciones de fertilizantes fosforados simples cuyo fósforo esté bajo formas "lentamente solubles", Así también aplicaciones de abonos orgánicos reforzados con superfosfatos (11). Esto no sólo provee fósforo en forma menos susceptible de ser fijado, sino también evita las pérdidas de nitrógeno por volatilización (Tisdale y Nelson 1,956 pág. 243) (11).

3.1.6 RESULTADOS DE ALGUNOS ESTUDIOS SOBRE FERTILIZACION EN PAPA.

Desde 1,981 se iniciaron estudios de fertilización en papa con nitrógeno, fósforo y potasio en la montaña de Jalapa. En el lugar denominado La Toma se obtuvo el rendimiento máximo estable mayor (29.6 ton/ha.) con un requerimiento de 163 kilogramos por hectárea de nitrógeno, 144 kilogramos por hectárea de fósforo y cero de potasio, y en el lugar denominado Las Guacamayas para obtener 20.4 toneladas por hectárea es necesario aplicar 117 kilogramos por hectárea de nitrógeno, 55 kilogramos por hectárea de fósforo y 39 kilogramos por hectárea de potasio (12).

Burton (1,966) citado por Montalvo (19) señala dos casos: óptimo rendimiento de 29 ton/ha. en suelos de "baja potencialidad" con 125 kg. de N, 65 de P_2O_5 y 280 kg. de K_2O por hectárea. En suelos con "alta potencialidad" se obtuvo óptimos rendimientos de 46 ton/ha. de tubérculos con 190 kg. de nitrógeno, 100 kg. de anhídrido fosfórico y 270 kg. de óxido de potasio.

Carpenter (1,963) citado por Montalvo (19), dice que un buen rendimiento de papas puede ser obtenido si las plantas pueden absorber 115-140 kg. de N, 17 kg. de P_2O_5 y 170 kg. de K_2O por hectárea.

3.2. Marco Referencial

3.2.1. CARACTERISTICAS GENERALES DEL AREA EXPERIMENTAL

3.2.1.1. LOCALIZACION:

El experimento se realizó bajo condiciones de la región Verapaz con dos ensayos: Uno en el Centro de Formación II del Ministerio de Desarrollo Urbano y Rural, en jurisdicción municipal de San Juan Chamelco, del departamento de Alta Verapaz el cual se localiza a 15° 31' 20" de Latitud y 90° 31' 20" de Longitud a la altura de 1,300 msnm. con una precipitación pluvial media anual de 2,191 mm. muy bien distribuidos durante todo el año, la temperatura media anual es de 17.5°C. y la humedad relativa media anual es de 88% (15). El otro ensayo se localiza en el Centro de Diversificación de el -ICTA- en el municipio de Purulhá departamento de Baja Verapaz, el cual se localiza a 15° 14' 10" de Latitud y 90° 15' 45" de Longitud, a la altura de 1,700 msnm, con una precipitación pluvial media anual de 2,367 mm. muy bien distribuidos durante todo el año, la temperatura media anual es de 17.13°C. y la humedad relativa media anual es de 80% (14).

Por sistema Holdrige (21), la zona ecológica del área experimental corresponde a la zona de bosque muy húmedo sub-tropical.

3.2.1.2 CARACTERISTICAS GEOLOGICA Y EDAFICAS

El suelo del área experimental corresponde al grupo de los suelos de los cerros de caliza con suelos profundos de la serie Cobán, para el ensayo de San Juan Chamelco A.V. y de la serie Tamahú para el ensayo de Purulhá B.V.(24).

Los suelos de la serie Cobán se desarrollan sobre caliza, con un relieve ondulado a inclinado y con un drenaje interno moderado. El suelo superficial es de color café muy oscuro, de textura franco arcillosa a arcillosa y de consistencia friable y con un espesor aproximado de 35 cm. En cuanto al subsuelo es de color café amarillento a café rojizo, de consistencia friable, textura arcillosa a arcillo limosa, con un espesor aproximado de 100 a 200 cm. (24).

Los suelos de la serie Tamahú se desarrollan sobre caliza o mármol, con un relieve escarpado y con un drenaje interno rápido. En cuanto al suelo superficial es de color café muy oscuro, de textura franca, de consistencia friable y con un espesor aproximado de 5 cm. En cuanto al subsuelo es de color café oscuro, consistencia friable, textura franco arcillosa a arcillosa y con un espesor aproximado de 30 a 40 cm. (24).

3.2.2 CARACTERISTICAS DEL MATERIAL EXPERIMENTAL

3.2.2.1 CARACTERISTICAS FISICAS Y QUIMICAS DEL SUELO:

Las características del suelo de cada uno de los centros experimentales que se utilizan en los ensayos aparecen en los cuadros 2 y 3 donde puede observarse que, existe un alto contenido de materia orgánica, alta capacidad de intercambio catiónico (C.I.C.) y muy bajo porcentaje de saturación de bases, con una reacción medianamente ácida para ambas localidades.

Se debe de tomar en cuenta que para ciertos cultivos como la papa, no debe exceder el pH de 5.6 a 6.0 con el fin de evitar ciertas enfermedades (16).

En cuanto a la disponibilidad de nutrientes existe una marcada deficiencia de fósforo, cobre y zinc. En cuanto a relaciones de Ca:Mg se encuentran adecuadas, pero con niveles bajos; Ca:K alta; Mg:K adecuado; y Ca -Mg muy alto.

K

Finalmente se concluye que con un C.I.C. alto y bajo porcentaje de saturación de bases se trata de suelos poco fértiles, casi sin aporte de nutrientes a la planta, pero fácil de fertilizar.

Cuadro 2: Análisis Físico y Químico del suelo

Muestra	Porcentaje			Clase textural	% M.O.							%S.B.
	Arcilla	Limo	Arena			CIC	Ca	Mg	Na	K	H	
Chamelco	2	18	80	Arenoso	12.05	33.99	5.39	1.14	0.20	0.34	26.92	20.80
Purulhá	1	9	90	Arenoso	11.62	32.37	5.96	1.36	0.23	0.41	24.41	24.57

Análisis efectuado por el laboratorio de Suelos y Plantas de AGROSA (Agroproductos de Guatemala S.A.)

Cuadro 3: Disponibilidad de Nutrientes del Suelo

Muestra	p ^H	PPM			meq/100gr							PPM			
		N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn	Al	Na	Cl
Chamelco	5.23	44.78	< 2.50	132	5.4	1.1	18.50	1.47	0.15	10.45	18.09	0.53	36.52	45.90	24.42
Purulhá	5.55	94.12	< 2.50	159	6.0	1.4	5.86	0.94	0.17	3.44	9.59	0.69	17.51	53.12	33.69

Análisis efectuado por el laboratorio de Suelos y Plantas de AGROSA (Agroproductos de Guatemala S.A.)

3.2.2.2 CARACTERISTICAS DE LA GALLINAZA Y FUENTES DE NUTRIMENTOS:

La gallinaza que se utilizó como fuente de fertilizante orgánico en el experimento, proviene de la granja Chisac del municipio de Tactic, departamento de Alta Verapaz. En el cuadro 4 se describe la disponibilidad de nutrientes de esta gallinaza en porcentajes.

**CUADRO 4
DISPONIBILIDAD DE NUTRIENTES DE LA GALLINAZA**

ELEMENTO	PORCENTAJE
NH ₄	1.88%
P ₂ O ₅	4.74%
K ₂ O	2.53%
Ca	17.98%
Mg	2.08%
M.O	39.64%
pH	7.59

Análisis efectuado por el Laboratorio de Suelos y Plantas de AGROSA (Agro Productos de Guatemala, S.A.)

Las fuentes de nutrimentos que se utilizaron en el experimento son:

De Nitrógeno	Sulfato de Amonio	(21% de N.)
De Fósforo	Triple super fosfato	(46% de P ₂ O ₅)
De Potasio	Muriato de Potasio	(60% de K ₂ O)

3.2.2.3 CARACTERISTICAS DEL MATERIAL SEMILLA

La semilla que se utilizó es la variedad CUCHUMATANES que tiene un desarrollo de 70 a 90 cm. de altura, los tallos son fuertes. La forma del tubérculo es ovalada, su ciclo es de 90 a 100 días. Es resistente al Tizón Tardío (*Phytophthora infestans*). Su período de almacenamiento para semilla puede durar hasta 150 días (13). La razón de utilizar esta variedad como semilla, obedece a estas cualidades mencionadas, sobre todo, su resistencia al tizón tardío y por contar con la disponibilidad de la misma en el lugar bajo estudio.

4. OBJETIVOS:

4.1. OBJETIVO GENERAL:

Evaluar niveles de N,P,K, y gallinaza sobre el rendimiento de papa.

4.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS:

4.2.1. Evaluar el efecto de la interacción tratamiento-localidad sobre el rendimiento

4.2.2. Evaluar las concentraciones de los nutrientes en la planta con relación al rendimiento de papa.

4.2.3. Determinar tratamientos que presenten mayor beneficio económico.

5. HIPOTESIS:

La interacción de los niveles N,P,K, y gallinaza influyen sobre el rendimiento de papa y sobre la concentración de nutrientes en la planta.

6. METODOLOGIA

6.1. FACTORES Y NIVELES QUE SE EVALUARON

Los factores que en el presente estudio se evalúan son: nitrógeno, fósforo, potasio y gallinaza. La interacción y los niveles de estos factores que se evalúan sobre el rendimiento en peso de los tubérculos de papa, se detallan en el cuadro 6.

Los niveles de cada uno de los elementos utilizados, se determinaron en base a los resultados del análisis de suelos con relación a los requerimientos de la planta y con especial cuidado en cuanto al problema de sorción (fijación) de fósforo que presentan estos suelos.

CUADRO 5

FUENTES Y NIVELES DE NUTRIMENTOS Y GALLINAZA EVALUADOS:

FUENTE DE NUTRIENTE	CANTIDAD DE FERTILIZANTE kg/ha	NIVELES DE ELEMENTO PURO kg/ha	
SULFATO DE AMONIO (21% N.)	762.26	0	160
TRIPLE SUPER FOSFATO (46% P ₂ O ₅)	249.00	0	50
MURIATO DE POTASIO (60% K ₂ O)	160.00	0	80
GALLINAZA	7 TON./HA		

6.2. METODOLOGIA PARA EL MUESTREO DE PLANTAS:

El muestreo de plantas se efectuó tomando de la tercera a sexta hoja, a partir de la llema terminal, en un número de 42 plantas que representan el área neta de cada unidad experimental, por tratamiento y respectivamente en cada una de las tres repeticiones. Homogenizando las muestras para extraer una por cada tratamiento, se obtuvieron 16 muestras por ensayo que hicieron un total de 32.

El muestreo se llevó a cabo al inicio de la floración, cada una de las muestras fueron colocadas en sobres grandes de papel para su secado durante un período de 24 horas, seguidamente molido a 20 mallas y finalmente incinerado a 450°C. para la cuantificación de nutrientes.

6.3. METODOLOGIA EXPERIMENTAL:

6.3.1 DISEÑO EXPERIMENTAL Y DE TRATAMIENTOS:

Para darle respuesta a la hipótesis y al objetivo planteados, el diseño de tratamientos es

un factorial 2⁴, resumiéndolo así:

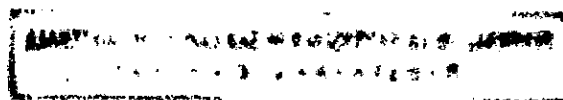
Localidad:	Chamelco A.V. y Purulhá B.V.
Tratamientos:	16
Diseño Experimental	Bloques al azar con tres repeticiones
Largo del Surco:	5 metros.
Ancho del Surco:	0.90 metros.
Distancia por planta	0.30 metros.
No. de surcos/parcela	5 surcos
Area/unidad experimental:	22.5 mt. ²
Sistema de siembra:	Surco sencillo.

Las distancias de siembra utilizados entre surcos y plantas son las recomendadas por el ICTA.

Cuadro 6: Tratamientos y Niveles que se evaluaron del Factorial 2⁴.

TRATAMIENTO		Niveles que se evaluan			
No.	Notación factorial	kg/ha			ton/ha
		N	P	K	Gallinaza
1	(1)	0	0	0	0
2	K	0	0	80	0
3	G	0	0	0	7
4	KG	0	0	80	7
5	P	0	50	0	0
6	PK	0	50	80	0
7	PG	0	50	0	7
8	PKG	0	50	80	7
9	N	160	0	0	0
10	NK	160	0	80	0
11	NG	160	0	0	7
12	NKG	160	0	80	7
13	NP	160	50	0	0
14	NPK	160	50	80	0
15	NPG	160	50	0	7
16	NPKG	160	50	80	7

G: Gallinaza
 N: Nitrógeno
 P: Fósforo
 K: Potasio



6.3.2 MODELO ESTADISTICO LINEAL

Para la interpretación de los resultados se efectuó un análisis de varianza combinada para determinar el efecto de localidad, mediante un primer modelo lineal que es el siguiente:

$$Y_{ijk} = M + T_i + L_j + TL_{ij} + BL_{jk} + E_{ijk}$$

$i = 1, 2, 3, \dots, 16$ tratamientos.

$j = 1$ y 2 localidades

$k = 1, 2, 3$ bloques

Y_{ijk} = Variable respuesta en el k -ésimo bloque, en la j -ésima localidad y en el i -ésimo tratamiento

M = Es la media general

T_i = Es el efecto del i -ésimo tratamiento

L_j = Es el efecto de la j -ésima localidad

TL = Es el efecto de la interacción tratamiento por localidad.

$B.L$ = Es el efecto de bloques anidado a localidad

E_{ijk} = Es el error experimental asociado a la ijk .

Un segundo modelo lineal para la interpretación de los resultados correspondientes a cada localidad bajo estudio y que es el siguiente:

$$Y_{ijklm} = M + B_i + G_j + N_k + P_l + K_m = GN_{(jk)} + GP_{(jl)} + GK_{(jm)} + NP_{(kl)} + NK_{(km)} + PK_{(lm)} + GNP_{(jkl)} + GNK_{(jkm)} + GPK_{(jlm)} + NPK_{(klm)} + GNP_{(jklm)} + E_{(ijklm)}$$

$i = 1, 2, 3$ bloques

$j = 0 - 7$ ton/ha.

$k = 0 - 160$ kg/ha.

$l = 0 - 50$ kg/ha.

$m = 0 - 80$ kg/ha.

Y_{ijklm} = Es el rendimiento de $ijklm$ tratamiento que está en función de la gallinaza, nitrógeno, fósforo y potasio.

M = Es la media general

B_i = Es el efecto del i -ésimo bloque

G_j = Es el efecto de la gallinaza en su nivel j .

N_k = Es el efecto del nitrógeno en su nivel k .

P_l = Es el efecto del fósforo en su nivel l .

K_m = Es el efecto del potasio en su nivel m .

$GN_{(jk)}$ = Es el efecto de la interacción de la gallinaza y el nitrógeno en sus niveles jk .

$GP_{(jl)}$ = Es el efecto de la interacción de la gallinaza y el fósforo en sus niveles jl .

$GK_{(jm)}$ =	Es el efecto de la interacción de la gallinaza y el potasio en sus niveles jm.
$NP_{(kl)}$ =	Es el efecto de la interacción del nitrógeno y el fósforo en sus niveles kl.
$NK_{(km)}$ =	Es el efecto de la interacción del nitrógeno y el potasio en sus niveles km.
$PK_{(lm)}$ =	Es el efecto de la interacción del fósforo y el potasio en sus niveles lm.
$GNP_{(jkl)}$ =	Es el efecto de la interacción de la gallinaza, nitrógeno y fósforo en sus niveles jkl.
$GNK_{(jkm)}$ =	Es el efecto de la interacción de la gallinaza, nitrógeno y potasio en sus niveles jkm.
$GPK_{(jlm)}$ =	Es el efecto de la interacción de la gallinaza, fósforo y potasio en sus niveles jlm.
$NPK_{(klm)}$ =	Es el efecto de la interacción del nitrógeno, fósforo y potasio en sus niveles klm.
$GNPK_{(jklm)}$ =	Es el efecto de la interacción de la gallinaza, nitrógeno, fósforo y potasio en sus niveles jklm.
$E_{(ijklm)}$ =	Es el error experimental asociado a la ijklm.

6.3.3. ANALISIS DE DATOS

Para darle respuesta al objetivo e hipótesis planteados, los resultados de los rendimientos de papa se sometieron a los siguientes análisis: análisis de varianza, combinada, análisis de varianza por experimento, análisis de la interacción de los factores por el método automático de Yates, análisis económico, representación gráfica de los tratamientos significativos en cuanto al rendimiento en función de interacción de nutrientes y análisis de correlación lineal entre rendimiento y concentración de los elementos en los tejidos.

6.4. MANEJO DE LOS EXPERIMENTOS:

6.4.1. PREPARACION DEL TERRENO:

La preparación del terreno se inició con una limpieza general de malezas y un picado profundo, de 20 a 30 cm. con azadón. Seguidamente la construcción de camellones y finalmente el trazo para la delimitación de cada una de las unidades experimentales debidamente identificadas con la repetición y el tratamiento correspondiente.

6.4.2. DESINFESTACION DEL SUELO:

Para el control de plagas del suelo se aplicó furadan S-G, a razón de 5 kg/ha. en bandas dentro del camellón y para el control de hongos, al momento de la siembra se fumigó la semilla y el suelo alrededor de la misma semilla con benlate a razón de 100 gr. por bomba

de 20 litros.

6.4.3. SIEMBRA:

La siembra se realizó sobre el borde de los camellones una vez desinfestado y fertilizado el suelo, colocando una semilla cada 30 cm. a todo lo largo del camellón y 90 cm. entre surcos o camellones.

6.4.4. FERTILIZACION:

Los niveles totales de gallinaza, triple superfosfato y potasio se incorporaron al suelo, antes de la siembra con sus niveles correspondientes a cada tratamiento.

El sulfato de amonio se colocó entre plantas, incorporado al suelo 30 días después de la siembra.

6.4.5. CONTROL DE MALEZAS:

El control de malezas se efectuó con azadón, realizando dos limpiezas, una a los 18 días después de la siembra y la segunda a los 50 días, con una calza completa para favorecer la formación de tubérculos.

6.4.6. CONTROL DE PLAGAS:

Para el control de plagas se efectuaron aplicaciones alternas con thiodan y belmak a razón de 25 cc. por bomba de 20 litros.

6.4.7. CONTROL DE ENFERMEDADES:

Para la prevención de enfermedades se realizaron aplicaciones de rimodil, trimetox y agrimicin 500 de manera alterna y a razón de 100 gr. por bomba de 20 litros.

6.4.8. DEFOLIACION:

Esta se llevó a cabo a los 90 días después de la siembra para detener el crecimiento del tubérculo y que la cáscara de la papa endureciera. Esta defoliación se efectuó con machete y enterrando todo el follaje fuera de la plantación. Finalmente se fumigaron los cortes con folidol a razón de 35 cc por bomba de 20 litros.

6.4.9. COSECHA Y CLASIFICACION:

La cosecha se efectuó a los 10 días después de la defoliación por tratamiento y repetición con la debida clasificación por tamaño y peso, para lo requerido en la boleta de campo.

6. RESULTADOS Y DISCUSION:

Para el logro de los objetivos y comprobación de hipótesis planteado, primeramente se estudió de manera conjunta la información de ambas localidades mediante un análisis de varianza combinada para poder determinar el efecto de ambiente, obteniéndose diferencia altamente significativa entre ambas localidades (cuadro 7 "A"), por lo que, los datos se analizaron en forma separada y en el orden siguiente:

- A. Para la localidad de San Juan Chamelco del departamento de Alta Verapaz, los rendimientos de papa (Cuadro 8 "A"), al ser sometidos a un análisis de varianza (Cuadro 9 "A") se determinó diferencia significativa entre tratamientos, por lo que se efectuó una separación de medias utilizando el método de efectos factoriales (Cuadro 10), donde se obtiene diferencia significativa para los tratamientos de gallinaza, nitrógeno y la interacción gallinaza-fósforo-potasio. Siendo el tratamiento con gallinaza el que reportó mayor significancia.

Los tratamientos que no mostraron significancia se unificaron para el análisis económico, (Cuadro 10) de donde se obtiene también que, la relación del incremento del ingreso neto sobre los costos variables, el tratamiento con gallinaza mostró los mejores resultados.

En las figuras de rendimiento en función de interacción de nutrientes y gallinaza, puede observarse que, el mayor rendimiento se obtiene con el tratamiento de gallinaza, figura 1 con un rendimiento máximo promedio de 19.73 ton/ha.

Al efectuar el análisis de correlación entre la concentración de nutrientes con el rendimiento, Cuadro 11 "A" se determinó significancia para las concentraciones de fósforo, calcio, magnesio y hierro, es decir que, con mayores adiciones de estos elementos se logra incrementar el rendimiento. Para las concentraciones de cobre y zinc también se obtuvo significancia, pero negativa, lo que implica que con adiciones de estos elementos habría toxicidad en la planta.

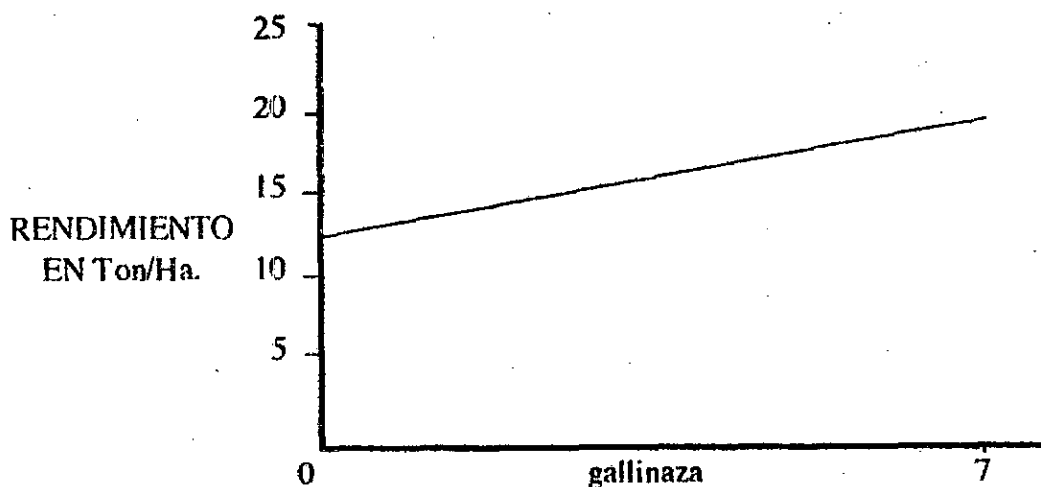


Figura 1

Efecto del rendimiento con la aplicación de niveles de gallinaza en ton/ha. S.J. Chamelco.

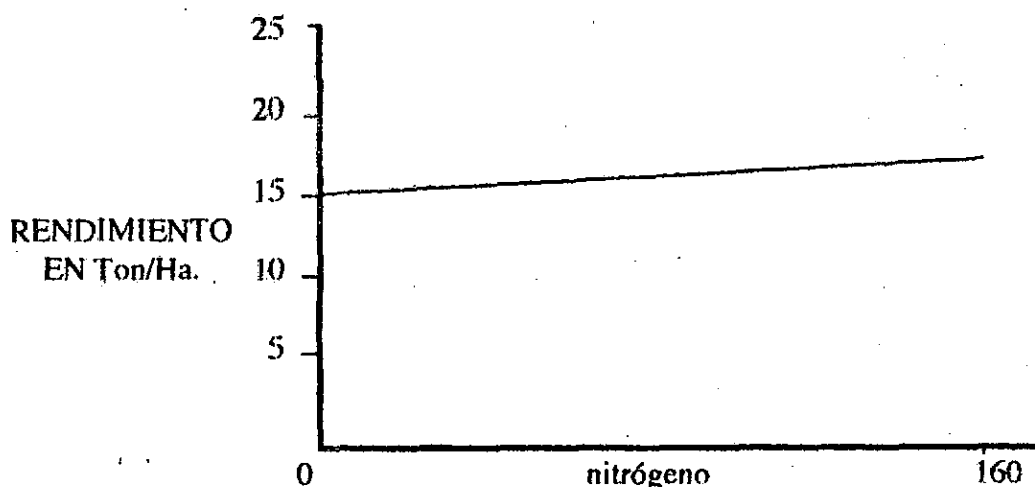


Figura 2

Efecto del rendimiento con la aplicación de niveles de nitrógeno en kg/ha. S.J. Chamelco.

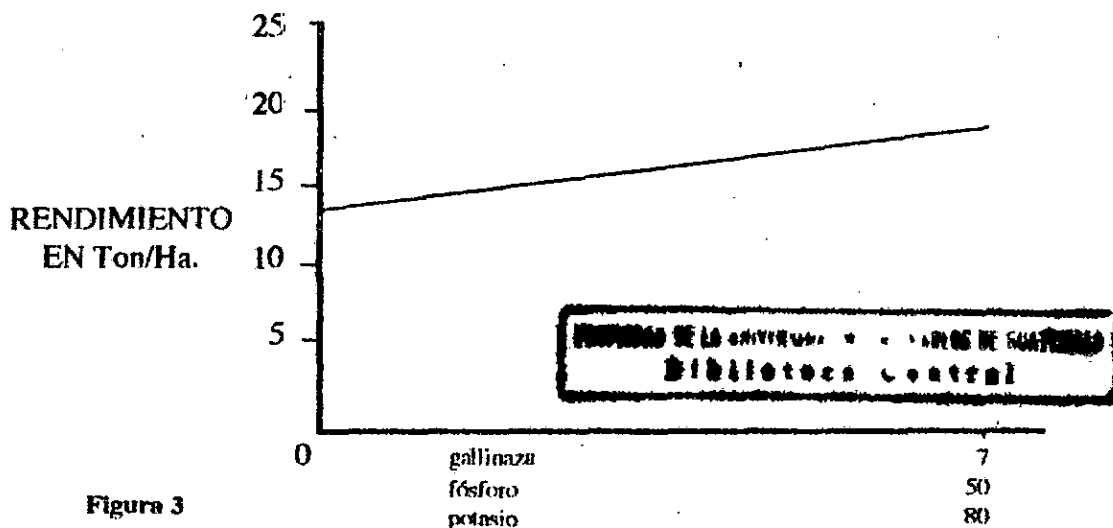


Figura 3

Efecto del rendimiento con la aplicación de niveles de gallinaza, fósforo y potasio en ton/ha. y kg/ha. S.J. Chamelco.

INSTITUTO DE LA CIENCIA Y LAS ARTES DE GUATEMALA
Biblioteca Central

B. Para la localidad de Purulhá del departamento de Baja Verapaz, se obtuvieron los rendimientos que se presentan en el cuadro (12 "A"), que al ser sometidos a un análisis de varianza, cuadro (13 "A"), se determinó diferencia significativa entre bloques y entre tratamientos, por lo que se efectuó una separación de medias utilizando el método de efectos factoriales, cuadro (14 "A"), donde se obtiene diferencia significativa con el tratamiento de gallinaza, fósforo y la interacción gallinaza-fósforo. Siendo el tratamiento con gallinaza el que reportó mayor significancia.

Los tratamientos que no mostraron significancia se unificaron para el análisis económico, cuadro (14 "A"), donde se obtiene también que la relación del incremento del ingreso neto sobre costos variables, el tratamiento con gallinaza mostró los mejores resultados.

En las figuras de rendimiento en función de interacción de nutrientes y gallinaza, puede observarse que el mayor rendimiento se obtiene con el tratamiento de gallinaza, (figura 4), con un rendimiento máximo promedio de 18.96 ton/ha.

Al efectuar el análisis de correlación entre la concentración de nutrientes con el rendimiento, (Cuadro 15 "A") se determinó significancia para las concentraciones de nitrógeno, fósforo, calcio y magnesio, es decir, que con mayores adiciones de estos elementos se logra incrementar el rendimiento. Para las concentraciones de boro, cobre y zinc, también se obtuvo significancia, pero negativa, lo que implica que con adiciones de estos elementos habría toxicidad en la planta.

Al observar los resultados obtenidos en las dos localidades estudiadas se puede decir que, uno de los principales factores que influyeron positivamente en el rendimiento con el uso de gallinaza, comparativamente con el fertilizante químico, es que, la gallinaza además de ser un fertilizante actúa como una enmienda para estos suelos, ya que, además de su contenido natural de calcio, en la granja de donde proviene es preparada con cal hidratada.

La adición de cal está indicada en suelos de mediana a fuertemente ácidos. Aunque la cal agota los suelos y los buenos efectos que puede desempeñar es a costa de consumir su humus, activando su descomposición y nitrificación. Por ello no deben realizarse encalados en terrenos pobres en materia orgánica (16).

Para el caso de los suelos de cada una de las localidades estudiadas y en base al párrafo anterior, la gallinaza como fertilizante y como enmienda tiene un gran beneficio, ya que estos suelos son moderadamente ácidos, ricos en materia orgánica y que, de alguna manera hacen disponible a la planta el fósforo que se aplica o bien el que se encuentra de manera natural dentro de estos suelos.

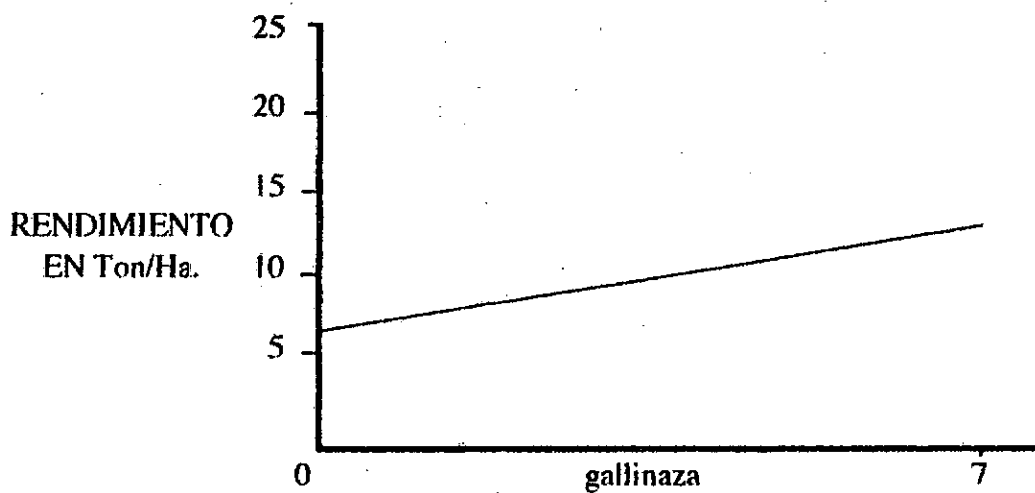


Figura 4

Efecto del rendimiento con la aplicación de niveles de gallinaza en ton/ha. Purulhá B.V.

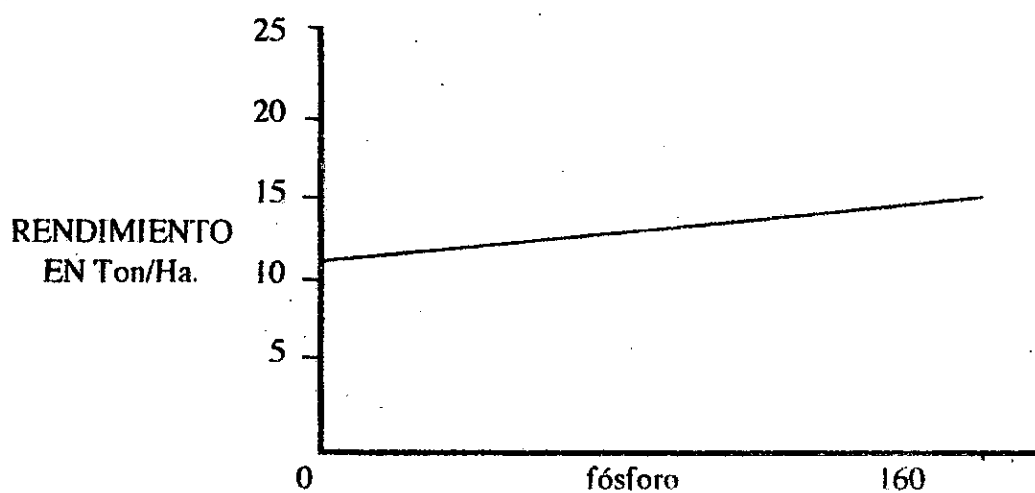


Figura 5

Efecto del rendimiento con la aplicación de niveles de fósforo en kg/ha. Purulhá B.V.

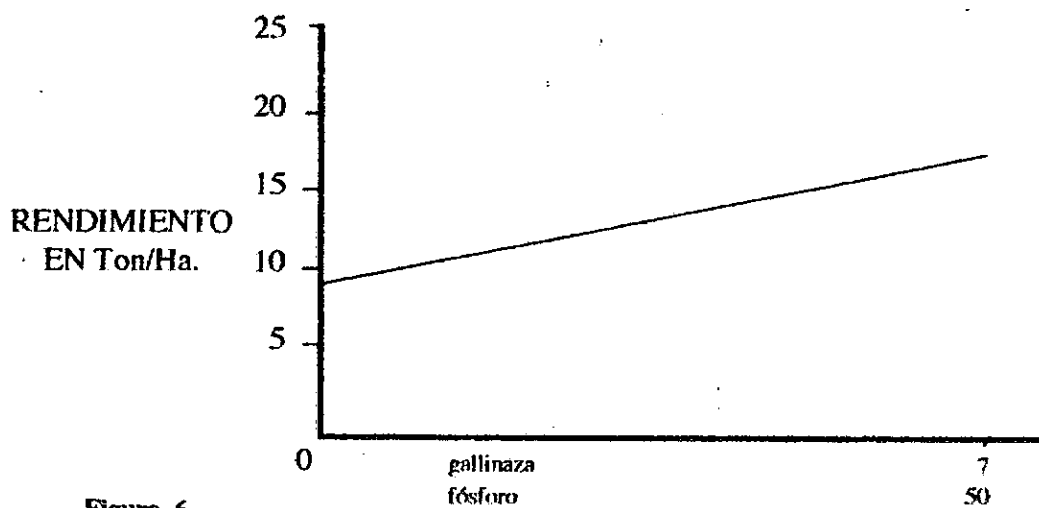


Figura 6

Efecto del rendimiento con la aplicación de niveles de gallinaza, en ton/ha y niveles de fósforo, y kg/ha. Purulhá

8. CONCLUSIONES:

El uso de gallinaza como fertilizante en la producción de papa es determinante en el rendimiento, puesto que, todos los tratamientos que incluyeron este sustrato mostraron los rendimientos más altos para las dos localidades estudiadas, lográndose de esta manera obtener las siguientes conclusiones:

A. SAN JUAN CHAMELCO, ALTA VERAPAZ:

1. Con la aplicación de 7 ton/ha de gallinaza se obtuvo un rendimiento de 19.22 ton/ha. de tubérculos de papa, lográndose obtener un incremento de 8.40 ton/ha. sobre el testigo, lo que representa económicamente un incremento del ingreso neto sobre costos variables de Q 5.93.
2. Con la aplicación de 160 kg de N/ha o bien 160 kg de N/ha. más 7 ton/ha. de gallinaza, también se logra incrementar el rendimiento de papa sobre el testigo, pero con beneficios económicos menores que utilizando únicamente el sustrato gallinaza a razón de 7 ton/ha.
3. Con mayores adiciones de fósforo, calcio y magnesio se logra incrementar el rendimiento de papa por unidad de área.

B. PURULHA, BAJA VERAPAZ:

1. Con la aplicación de 7 ton/ha. de gallinaza se obtuvo un rendimiento de 18.60 ton/ha. de tubérculos de papa, lográndose de esta manera un incremento de 14.27 ton/ha. sobre el testigo, lo que representa económicamente un incremento del ingreso neto sobre costos variables de Q. 10.98.
2. Con la aplicación de 50 kg/ha. de fósforo o bien 50 kg/ha. de fósforo más 7 ton/ha de gallinaza, también se logra incrementar el rendimiento de papa sobre el testigo, pero, con beneficios económicos menores que utilizando únicamente el sustrato gallinaza a razón de 7 ton/ha.

9. RECOMENDACIONES:

1. Por la naturaleza exploratoria del presente estudio se hace necesario evaluar otros niveles de gallinaza a fin de llegar a determinar los más adecuados para este cultivo en particular y en las condiciones de las localidades estudiadas.
2. Que se continúen efectuando estudios similares en otros cultivos que se consideren de importancia económica para la región.
3. Evaluar el efecto de la gallinaza como una alternativa al problema de acidez y fijación de fósforo que presentan los suelos de estas localidades.

10. BIBLIOGRAFIA

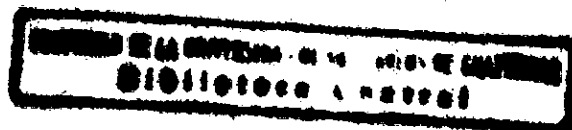
01. ALBIZUREZ PALMA, R. 1978. Control de la erosión por medio de prácticas de conservación de suelos. Cobán, A. V., Gua., Universidad de San Carlos de Guatemala, Centro Universitario del Norte. s.p.
02. CASSERES, E. 1980. Producción de hortalizas. 3 ed. San José, C.R., IICA. Serie de Libros y Materiales Educativos, no. 42. 388 p.
03. COOKE, G.W. 1981. Fertilizantes y sus usos. Trad. Alonso Blackaller Valdez. 2 ed. México, Continental. 180 p.
04. ESTRADA, R. 1980. Situación del cultivo de la papa en Guatemala. In Curso sobre tecnología del cultivo de la papa y técnicas de producción de semilla. (1., 1980, Quezaltenango, Gua.). Guatemala, Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola. p.2-18.
05. FASSBENDER, H.W. 1980. Química de suelos, con énfasis en suelos de América Latina. Costa Rica, IICA. 398 p.
06. FERNANDES MONTOYA, M.V. F1981. niveles de nitrógeno, fósforo y magnesio en suelos bajo el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.). Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 40 p.
07. FREAR, D.F. 1956. Tratado de química agrícola. Trad. por Adolfo Rancaño. Barcelona, España, Salvat. 928 p.
08. GUATEMALA. BANCO DE GUATEMALA. 1974. El uso de abonos orgánicos; una alternativa para la fertilización de los suelos. Informe Económico (Gua.) 21 (2): 1-19.
09. ————. DIRECCION GENERAL DE SERVICIOS AGRICOLAS. 1979. La gallinaza como abono. Guatemala. s.p.
10. ————. INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA AGRICOLAS. 1975. Informe anual 1974. Guatemala. 123 p.
11. ————. 1982. Principales suelos del proyecto lechero de Alta Verapaz, en relación a la fertilización de pastizales; manejo de suelos. Guatemala. 26 p.
12. ————. 1984. Prueba de tecnología; 1983-1984. Jalapa. Guatemala. 107 p.
13. ————. 1988. Recomendaciones técnicas agropecuarias para el altiplano occidental. Guatemala. 84 p.
14. ————. INSTITUTO NACIONAL DE ELECTRIFICACION. DEPARTAMENTO DE PLANIFICACION. UNIDAD DE ESTUDIOS BASICOS. Estación meteorológica municipio de Purulhá, departamento de Baja Verapaz; período 1985 - 90.

Sin publicar
15. ————. INSTITUTO NACIONAL DE SISMOLOGIA, VULCANOLOGIA, METEOROLOGIA E HIDROLOGIA. Estación meteorológica de Cobán, departamento de Alta Verapaz; período 1985 - 1990

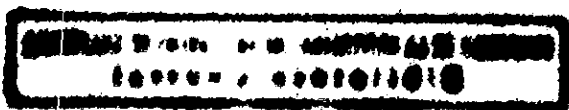
Sin publicar.
16. JESUS AGUIRRE, A. 1963. Suelos abonos y enmiendas. Madrid, España, Dossat. p. 425-430.

17. LEON GARRE, A. 1951. Fundamentos científicos naturales de la producción agrícola. Barcelona, España, Salvat. 5 v.
18. MILLAR, C.E.; TURK, LM.; FOOH, H.D. 1975. Fundamentos de la ciencia del suelo. México D.F., Continental. 433 p.
19. MONTALVO, A. 1984. Cultivo y mejoramiento de la papa. San José, C.R., IICA 676 p.
20. MONTERROSO GARCIA, R. 1981. Efecto de 6 combinaciones de abonos orgánicos y químicos, sobre producción de coliflor y su comportamiento en el suelo. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 61 p.
21. OBLIOLS, A. 1966. Atlas preliminar de Guatemala. 3 ed. Guatemala, Instituto Geográfico Nacional. 22 p.
22. PERDOMO, R.; HAMPTON, H. 1970. Ciencia y tecnología del suelo. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala. 366 p.
23. SANDOVAL, J.L. 1971. El nivel crítico del nitrógeno en maíz (Zea mays). Tesis Ing. Agr. San José, C. R., Universidad Nacional, Facultad de Agronomía. 71 p.
24. SIMONS, CH.; TARAMO, J.M.; PINTO, J.H. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Trad. por Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, José de Pineda Ibarra. 1,000 p.
25. SANCHEZ, P.A. 1981. Suelos del trópico; características y manejo. Trad. por Edilberto Camacho. San José, C.R., IICA. 634 p.
26. TEUSCHER, H.; ADLER, R. 1965. El suelo y su fertilidad. Trad. por Rodolfo Vera. México, D.F., Continental. 510 p.

Vo. Bo.
Patruelle



10. APENDICE



CUADRO 7 "A" ANALISIS DE VARIANZA COMBINADA

F.V.	G.L.	S.C.	C.M	F _c	F _c	
					0.01	0.05
Tratamiento	15	2553.03	170.20	7.99**	1.84	2.35
Localidad	1	275.13	275.13	53.22**	7.71	21.20
Trat*Loc.	15	319.31	21.29	4.12**	1.84	2.35
Bloq :Loc.	4	101.58	25.39			
Error	60	310.25	5.17			
Total	95	3559.30				

**Cuadro 8 "A". Rendimiento de papa. San Juan Chamelco, A.V.
Ton/ha.**

No.	TRATAMIENTO	BLOQUES			
		I	II	III	X
1	(I)	5.81	10.02	9.05	8.29
2	K	10.35	11.15	10.31	10.60
3	G	18.90	17.97	22.26	19.71
4	KG	18.69	17.42	18.06	18.06
5	P	17.99	9.51	9.05	12.18
6	PK	10.86	13.51	12.25	12.21
7	PG	18.43	21.21	15.40	18.35
8	PKG	20.20	23.65	18.39	20.75
9	N	11.46	10.67	12.12	11.42
10	NK	14.81	18.94	17.21	16.99
11	NG	18.77	22.52	19.36	20.22
12	NKG	20.18	20.66	19.61	20.15
13	NP	13.38	14.98	12.71	13.69
14	NPK	13.43	12.58	17.21	14.41
15	NPG	20.20	17.85	19.57	19.20
16	NPKG	20.88	26.18	17.09	21.38

Cuadro 9-A: Análisis de Varianza. San Juan Chamelco A.V.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F_c	F_t 0.05	0.01
Bloques	2	12.51	6.255	1.092	3.32NS	5.39NS
Tratamient.	15	802.21	53.48	9.336	2.01 *	2.70 **
Error	30	171.85	5.728			
Total	47	986.57				

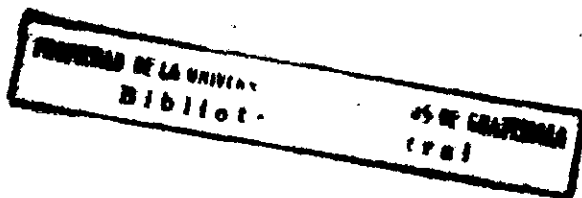
CUADRO 10 "A" Análisis Económico de la Respuesta a los Tratamientos de San Juan Chamelco, A.V.

Tratamientos					Rendimientos Totales ton/ha	Columna de Yates				Divisor	Efectos Factoriales a nivel de media		Rendimientos	Costos	Ingreso Neto	ΔY	$\Delta I N$	$\Delta I N$
No.	kg/ha N	kg/ha P	kg/ha K	ton/ha G		(1)	(2)	(3)	(4)		ton/ha	Identificación	ton/ha	Q/ha	Costo Fijo	Q/ha	ton/ha	Q/ha
1	0	0	0	0	24.28	84.01	178.93	369.21	772.83	48	16.10	(1)	10.82	151.98	8,180.18			
3	0	0	0	7	59.13	94.92	190.28	403.61	174.07	24	7.25**	G	19.22	933.68	13,867.06	8.40	5,534.90	5.93
9	160	0	0	0	34.27	91.59	197.39	95.67	51.95	24	2.16**	N	14.13	596.94	10,284.15	3.31	1,951.99	3.27
11	160	0	0	7	60.65	98.69	206.23	78.40	-27.37	24	-1.14	GN	20.24	1,330.61	14,255.61	9.42	5,923.45	4.25
5	0	50	0	0	36.55	85.98	60.63	18.01	20.19	24	0.84	P						
7	0	50	0	7	55.04	111.41	35.04	33.94	-10.89	24	-0.45	GP						
13	160	50	0	0	41.07	98.86	31.85	-9.81	-20.73	24	-0.86	NP						
15	160	50	0	7	57.62	107.37	46.55	-17.56	14.11	24	0.59	GNP						
2	0	0	80	0	31.81	34.25	10.91	11.35	34.41	24	1.43	K						
4	0	0	80	7	54.17	26.38	7.10	8.84	-17.27	24	-0.72	GK						
10	160	0	80	0	50.96	18.49	-25.43	-25.59	15.93	24	0.66	NK						
12	160	0	80	7	60.45	16.55	8.51	14.70	-7.75	24	-0.32	GNK						
6	0	50	80	0	36.62	22.36	-7.87	-3.81	-2.51	24	-0.10	PK						
8	0	50	80	7	62.24	9.49	-1.94	-16.92	40.29	24	1.68*	GPK						
14	160	50	80	0	43.22	25.62	-12.87	5.93	-13.11	24	-0.55	NPK						
16	160	50	80	7	64.15	20.93	-4.69	8.18	2.25	24	0.09	GNPK						
								E.M.S.			1.90	0.01						
											1.41	0.05						

precio ton de papa = Q.770.07

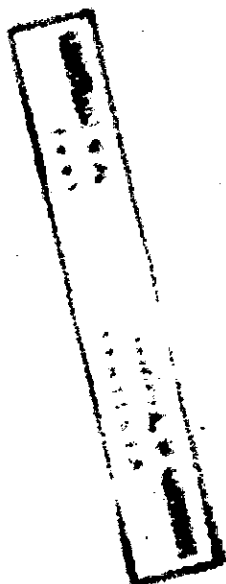
- (1) = Testigo sin ninguna aplicación de fert.
- G = Gallinaza
- N = Nitrógeno
- GN = Gallinaza-Nitrógeno

- ΔY = Incremento del rend. sobre el testigo
- $\Delta I N$ = Incremento del ingreso neto sobre el testigo
- $\Delta I N$ = Incremento del ingreso neto
- C.V. = Costos Variables



Cuadro 11 A: Correlación Lineal de la Concentración de Nutrientes con el Rendimiento. San Juan Chamelco A.V.

Elemento en la planta	Coeficiente de Correlación Calculado		Coeficiente Tabular	
			0.05	0.01
N	0.27148	N.S.	0.497	0.623
P	0.71110	**		
K	0.22874	N.S.		
Ca.	0.5326	*		
Mg.	0.639615	*		
S	- 0.2042	N.S.		
B	- 0.4872	N.S.		
Cu	- 0.7905	**		
Fe	0.5640	*		
Mn	0.0546	N.S.		
Zn	0.7312	**		
Na.	- 0.2332	N.S.		



**Cuadro 12 "A". Rendimiento de papa. Purulhá, B.V.
Ton/ha.**

No.	TRATAMIENTO				\bar{X}
		I	II	III	
1	(I)	4.25	2.48	5.30	4.01
2	K	3.16	2.21	9.93	5.10
3	G	18.18	15.61	22.05	18.61
4	KG	15.74	17.76	20.75	18.08
5	P	5.55	5.26	9.09	6.63
6	PK	8.71	7.32	11.11	9.05
7	PG	18.90	21.46	24.62	21.66
8	PKG	16.58	18.73	12.12	15.81
9	N	2.77	3.49	5.68	3.98
10	NK	2.90	2.61	7.20	4.24
11	NG	17.63	20.07	17.13	18.28
12	NKG	14.65	19.44	24.16	19.42
13	NP	6.88	10.82	7.66	8.42
14	NPK	9.13	9.89	11.63	10.28
15	NPG	18.98	19.36	21.88	20.07
16	NPKG	17.93	18.68	22.77	19.79

Cuadro 13-A Análisis de Varianza. Purulhá Baja Verapaz

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F_c	F_t	
					0.05	0.01
Bloques	2	89.07	44.53	9.59	3.32 *	5.39 **
Tratamientos	15	2070.14	138.01	29.74	2.01 *	5.70 **
Error	30	139.18	4.64			
Total	47	2298.39				

CUADRO 14 "A" Análisis Económico de la Respuesta a los Tratamientos de Purulhá, B.V.

Tratamientos					Rendimientos Totales ton/ha	Columna de Yates				Divisor	Efectos Factoriales a nivel de media		Rendimientos Promedio ton/ha	Costos Variables Q/ha	Ingreso Neto + Costo Fijo Q/ha	ΔY ton/ha	ΔIN Q/ha	ΔIN C. V.
No.	kg/ha N	kg/ha P	kg/ha K	ton/ha G		(1)	(2)	(3)	(4)		ton/ha	Identificación						
1	0	0	0	0	12.03	67.37	134.64	305.00	610.30	48	12.71	(1)	4.33	73.52	3,260.58			
3	0	0	0	7	55.84	66.77	170.36	105.30	300.05	24	12.50**	G	18.60	917.18	13,404.82	14.27	10,070.72	10.98
9	160	0	0	0	11.94	84.88	140.51	166.74	16.58	24	0.69	N						
11	160	0	0	7	54.83	85.48	164.79	133.31	3.79	24	0.16	GN						
5	0	50	0	0	19.90	69.55	36.70	-0.50	60.00	24	2.50**	P	8.60	389.83	6,232.17	4.27	2,855.07	7.43
7	0	50	0	7	64.98	70.96	80.04	17.08	-42.33	24	-1.76**	GP	19.33	1,241.89	13,642.21	15.00	10,308.11	8.30
13	160	50	0	0	25.26	74.56	84.49	-11.04	15.96	24	0.66	NP						
15	160	50	0	7	60.22	90.23	48.82	14.83	-7.55	24	-0.31	GNP						
2	0	0	80	0	15.30	43.81	-1.10	35.72	-0.30	24	0.01	K						
4	0	0	80	7	54.25	42.89	0.60	24.28	-33.43	24	-1.39	GK						
10	160	0	80	0	12.71	45.08	1.41	-6.66	17.58	24	0.73	NK						
12	160	0	80	7	58.25	34.96	15.67	-35.67	95.87	24	1.08	GNK						
6	0	50	80	0	27.14	38.95	-0.92	1.70	-11.44	24	-0.48	PK						
8	0	50	80	7	47.43	45.54	-10.12	14.26	-29.01	24	-1.21	GPK						
14	160	50	80	0	30.85	20.29	6.59	-9.20	12.56	24	0.52	NPK						
16	160	50	80	7	59.38	28.53	3.24	1.65	10.85	24	0.45	GNPK						
										E.M.S.	1.71	1%						
											1.27	5%						

Precio ton. de papa = Q.770.00

- (1) = Testigo, sin aplicación de fert.
- G = Gallinaza
- P = Fósforo
- GP = Gallinaza-Fósforo

- ΔY = Incremento del rend. sobre el testigo
- ΔIN = Incremento del ingreso neto sobre el test.
- ΔIN = Incremento del ingreso neto
- C.V. = Costos Variables

Cuadro 15-A: Correlación Lineal de la Concentración de Nutrientes con el Rendimiento, Puruhá B.V.

Elemento en Planta	Coeficiente de Correlación Calculado		Coeficiente Tabular	
			0.05	0.01
N	0.6318	*	0.497	0.623
P	0.881	**		
K	0.284	N.S.		
Ca.	0.8316	**		
Mg.	0.9137	**		
S	-0.1766	N.S.		
B	-0.8993	**		
Cu.	-0.6853	**		
Fe.	0.2590	N.S.		
M.n.	-0.5884	N.S.		
Zn.	-0.9258	**		
Na.	-0.0794	N.S.		



LA TESIS TITULADA: "EVALUACION DE DOS NIVELES DE N-P-K Y GALLINAZA SOBRE EL RENDIMIENTO DE PAPA (Solanum tuberosum L.) EN DOS LOCALIDADES DE LAS VERAPACES".

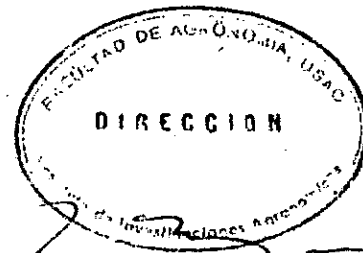
DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE: CARLOS RENE CHAVEZ RODRIGUEZ

CARNET NO: 49183

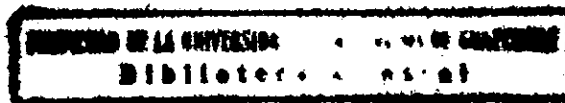
HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES: Ingenieros Agrónomos Rolando Aguilera y José Miguel Leiva.

El Asesor y las Autoridades de la Facultad de Agronomía, hacen constar que ha cumplido con las normas universitarias y reglamentos de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

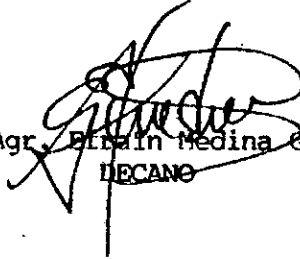

 Ing. Agr. José Jesús Chonay
 ASESOR



Dr. Luis Mejía de León
 DIRECTOR DEL IIA



I M P R I M A S E:


 Ing. Agr. Brian Medina Guerra
 DECANO



/sler.