

"EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN FOLIAR Y EDÁFICA CON HIERRO Y ZINC PARA LA BIOFORTIFICACIÓN AGRONÓMICA DEL TUBÉRCULO DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.)"

LILIAN ISABEL GAVILANES FERNÁNDEZ

TESIS

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA
OBTENER EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO**

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES

ESCUELA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

RIOBAMBA-ECUADOR

2015

CERTIFICACIÓN

EL TRIBUNAL DE TESIS CERTIFICA, que el trabajo de investigación titulado **"EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN FOLIAR Y EDÁFICA CON HIERRO Y ZINC PARA LA BIOFORTIFICACIÓN AGRONÓMICA DEL TUBÉRCULO DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.)"**, de responsabilidad de la Srta. Egresada Lilian Isabel Gavilanes Fernández ha sido prolijamente revisada quedando autorizada su presentación.

TRIBUNAL DE TESIS

ING. DAVID CABALLERO

DIRECTOR

ING. AMALIA CABEZAS

MIEMBRO

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES

ESCUELA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

RIOBAMBA-ECUADOR

2015

DEDICATORIA

El presente trabajo lo dedico a Dios por ser el motor y dueño de mi vida a mis padres Manuel y Carmen por ser los mejores y estar siempre a mi lado a pesar de mis errores y desaciertos a mis hermanos Christian, Marcelo e Irma gracias por su apoyo, consejos y aliento cada vez que sentía caer en el transcurso de todo este tiempo , a mi querido esposo e hijo Edison y Sebastián mil gracias por estar a mi lado día a día siempre con las palabras exactas para animarme y de esa manera culminar una etapa más de mi vida.

AGRADECIMIENTO

A mis padres por su apoyo y amor incondicional en cada momento de mi vida.

A mi querida hermana Irma por toda su ayuda, a mi esposo Edison por su apoyo moral siempre fuiste quien me dio fuerzas a pesar de tantos obstáculos.

A Javier Tariz por haber colaborado día a día en el transcurso del presente trabajo muchas gracias por su entrega incondicional a cada actividad realizada.

A todos los docentes de la Escuela de Agronomía que con sus enseñanzas aportaron en mi formación profesional.

A Ing. Franklin Arcos e Ing. Elizabeth Pachacama por su colaboración con las instalaciones del Departamento de Suelos.

Un especial agradecimiento a Ing. David Caballero e Ing. Amalia Cabezas por su valioso aporte en la presente investigación.

Gracias al CIP (Centro Internacional de la Papa) que a través del Proyecto ISSANDES colaboró con apoyo tanto económico como técnico los cuales fueron fundamentales para culminar el presente trabajo.

Un agradecimiento especial al Departamento de Manejo de Suelos y Aguas de la Estación Experimental Santa Catalina por su fundamental colaboración.

TABLA DE CONTENIDOS

CAPÍTULO		PAG.
	LISTA DE CUADROS	i
	LISTA DE TABLAS	v
	LISTA DE GRÁFICOS	vi
	LISTA DE ANEXOS	viii
I.	TÍTULO	1
II.	INTRODUCCIÓN	1
III.	REVISIÓN DE LITERATURA	5
IV.	MATERIALES Y MÉTODOS	30
V.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	45
VI.	CONCLUSIONES	80
VII.	RECOMENDACIONES	81
VIII.	ABSTRACTO	82
IX.	SUMMARY	83
X.	BIBLIOGRAFÍA	84
XI.	ANEXOS	93

LISTA DE CUADROS

N°	CONTENIDO	Página
1	Tratamientos para la biofortificación agronómica de tubérculos de papa con hierro y zinc.	33
2	Esquema del Análisis de Varianza (Adeva) para el Efecto de la Fertilización Foliar y Edáfica con Hierro y Zinc para la Biofortificación Agronómica del Tubérculo de Papa en Tunshi/Chimborazo.	34
3	Cantidad de Hierro y Zinc Aplicados en Forma Foliar para la Biofortificación Agronómica del Tubérculo de Papa en Tunshi 2015	40
4	Cantidad de Fertilizantes Aplicados para la Biofortificación Agronómica del Tubérculo de Papa en Tunshi/Chimborazo, 2015.	41
5	Análisis de Varianza para Altura de Planta al 50% de Floración para la Biofortificación Agronómica del Tubérculo de Papa en Tunshi/Chimborazo, 2015.	45
6	Prueba de Tukey al 5% para Altura de Planta al 50% de Floración en Variedades para el efecto de la Biofortificación Agronómica del tubérculo de Papa en Tunshi/Chimborazo, 2015.	46
7	Prueba de Tukey al 5% para Altura de Planta en Tipos de Fertilización para la Biofortificación Agronómica del Tubérculo de Papa en Tunshi/Chimborazo, 2015.	48
8	Análisis de Varianza para Número de Tubérculos por Planta para la Biofortificación Agronómica del Tubérculo de Papa en Tunshi/Chimborazo, 2015.	49
9	Prueba de Tukey al 5% para Número de Tubérculos por Planta en Variedades para la Biofortificación Agronómica del Tubérculo de Papa en Tunshi/Chimborazo, 2015.	50
10	Análisis de Varianza para Rendimiento por Planta para la Biofortificación Agronómica del Tubérculo de Papa en Tunshi/Chimborazo, 2015.	51
11	Prueba de Tukey al 5% para Rendimiento por Planta (Kg) en Variedades para la Biofortificación Agronómica del Tubérculo de Papa en Tunshi/Chimborazo, 2015.	52
12	Análisis de Varianza para Rendimiento por Parcela Neta (Kg) para la Biofortificación Agronómica en Tunshi/Chimborazo, 2015.	53

N°	CONTENIDO	Página
13	Prueba de Tukey al 5% para Rendimiento por Parcela Neta (Kg) en Variedades para la Biofortificación Agronómica del Tubérculo de Papa en Tunshi/Chimborazo, 2015.	54
14	Análisis de Varianza para Contenido de Hierro en Pulpa para la Biofortificación Agronómica del Tubérculo de Papa en Tunshi/Chimborazo, 2015.	55
15	Prueba de Tukey al 5% para Contenido de Hierro en Pulpa en la Interacción Variedades por Tipos de Fertilización para la Biofortificación Agronómica del Tubérculo de Papa en Tunshi/Chimborazo, 2015.	57
16	Análisis de Varianza para Contenido de Hierro en Cáscara para la Biofortificación Agronómica del Tubérculo de Papa en Tunshi/Chimborazo, 2015.	58
17	Prueba de Tukey al 5% para el Contenido de Hierro en Cáscara en la Interacción Variedades por Tipos de Fertilización para la Biofortificación Agronómica del Tubérculo de Papa en Tunshi/Chimborazo, 2015.	59
18	Análisis de Varianza para Contenido de Zinc en Pulpa para la Biofortificación Agronómica del Tubérculo de Papa en Tunshi, Chimborazo, 2015.	60
19	Prueba de Tukey al 5% para Contenido de Contenido de Zinc en Pulpa en Variedades para la Biofortificación Agronómica del Tubérculo de Papa en Tunshi/Chimborazo, 2015.	61
20	Contrastes Significativos en Tipos de Fertilización para Contenido de Zinc en Pulpa para la Biofortificación Agronómica del Tubérculo de Papa en Tunshi/Chimborazo, 2015.	62
21	Análisis de Varianza para Contenido de Zinc en Cáscara para la Biofortificación Agronómica del Tubérculo de Papa en Tunshi/Chimborazo, 2015.	63
22	Prueba de Tukey al 5% para Contenido de Zinc en Cáscara en Variedades para la Biofortificación Agronómica del Tubérculo de Papa en Tunshi/Chimborazo, 2015.	64
23	Contrastes Significativos en Tipos de Fertilización para Contenido de Zinc en Cáscara para la Biofortificación Agronómica del Tubérculo de Papa en Tunshi/Chimborazo, 2015.	65

N°	CONTENIDO	Página
24	Análisis de Varianza para Contenido Materia Seca en Pulpa para la Biofortificación Agronómica del Tubérculo de Papa en Tunshi/Chimborazo, 2015.	66
25	Prueba de Tukey al 5% para el Contenido de Materia Seca en Pulpa en Variedades para la Biofortificación Agronómica del Tubérculo de Papa en Tunshi/Chimborazo, 2015.	67
26	Análisis de Varianza para el Contenido de Materia Seca en Cáscara para la Biofortificación Agronómica del Tubérculo de Papa en Tunshi/Chimborazo, 2015.	68
27	Prueba de Tukey al 5% para el Contenido de Materia Seca en Cáscara en Variedades para la Biofortificación Agronómica del Tubérculo de Papa en Tunshi/Chimborazo, 2015.	69
28	Análisis de Varianza para Extracción de Hierro en Pulpa para la Biofortificación Agronómica del Tubérculo de Papa en Tunshi/Chimborazo, 2015.	69
29	Prueba de Tukey al 5% para la Extracción de Hierro en Pulpa en Variedades para la Biofortificación Agronómica del Tubérculo de Papa en Tunshi/Chimborazo, 2015.	71
30	Análisis de Varianza para Extracción de Hierro en Cáscara para la Biofortificación Agronómica del Tubérculo de Papa en Tunshi/Chimborazo, 2015.	72
31	Prueba de Tukey al 5% para Extracción de Hierro en Cáscara en Variedades para la Biofortificación Agronómica del Tubérculo de Papa en Tunshi/Chimborazo, 2015.	72
32	Análisis de Varianza para Extracción de Zinc en Pulpa para la Biofortificación Agronómica del Tubérculo de Papa en Tunshi/Chimborazo, 2015.	74
33	Prueba de Tukey al 5% para la Extracción de Zinc en Pulpa en Variedades para la Biofortificación Agronómica del Tubérculo de Papa en Tunshi/Chimborazo, 2015.	75
34	Contrastes Significativos en Tipos de Fertilización para Extracción de Zinc en Pulpa para la Biofortificación Agronómica del Tubérculo de Papa en Tunshi/Chimborazo, 2015.	76
35	Análisis de Varianza para Extracción de Zinc en Cáscara para la Biofortificación Agronómica del Tubérculo de Papa	77

N°	CONTENIDO	Página
36	Prueba de Tukey al 5% para la Extracción de Zinc en Cáscara en Variedades para la Biofortificación Agronómica del Tubérculo de Papa en Tunshi/Chimborazo, 2015.	78
37	Contrastes Significativos en Tipos de Fertilización para Extracción de Zinc en Cáscara para la Biofortificación Agronómica del Tubérculo de Papa en Tunshi/Chimborazo, 2015.	79

LISTA DE TABLAS

N°	CONTENIDO	Página
1	Valores de Ingesta Diaria para Niños, Infantes o Adultos	15
2	Valores de Ingesta Diaria de Zinc	18
3	Composición Nutritiva de la Papa	22
4	Agentes Quelantes Agrupados de Acuerdo con su Poder Quelatante.	25
5	Principales Fuentes Inorgánicas de Hierro y Zinc.	26

LISTA DE GRÁFICOS

N°	CONTENIDO	Página
1	Altura de Planta al 50% de Floración en Variedades para la Biofortificación Agronómica del Tubérculo de Papa en Tunshi/Chimborazo, 2015.	47
2	Altura de Planta al 50% de Floración en Tipos de Fertilización para la Biofortificación Agronómica del Tubérculo de Papa en Tunshi/Chimborazo, 2015.	48
3	Número de Tubérculos por Planta en Variedades para la Biofortificación Agronómica del Tubérculo de Papa en Tunshi/Chimborazo, 2015.	50
4	Rendimiento por Planta (Kg) en Variedades para la Biofortificación Agronómica del Tubérculo de Papa en Tunshi/Chimborazo, 2015.	52
5	Rendimiento por Parcela Neta (Kg) en Variedades para la Biofortificación Agronómica del Tubérculo de Papa en Tunshi/Chimborazo, 2015.	54
6	Concentración de Zinc en Pulpa y Cáscara para la Biofortificación Agronómica del Tubérculo de Papa en Tunshi/Chimborazo, 2015.	65
7	Contenido de Materia Seca en Pulpa en Variedades para la Biofortificación Agronómica del Tubérculo de Papa en Tunshi/Chimborazo, 2015.	67
8	Contenido de Materia Seca en Cáscara en Variedades para la Biofortificación Agronómica del Tubérculo de Papa en Tunshi/Chimborazo, 2015.	69
9	Extracción de Hierro en Pulpa en Variedades para la Biofortificación Agronómica del Tubérculo de Papa en Tunshi/Chimborazo, 2015.	71
10	Extracción de Hierro en Cáscara en Variedades para la Biofortificación Agronómica del Tubérculo de Papa en Tunshi/Chimborazo, 2015.	73

N°	CONTENIDO	Página
11	Extracción de Zinc en Pulpa en Variedades para la Biofortificación Agronómica del Tubérculo de Papa en Tunshi/Chimborazo, 2015.	75
12	Extracción de Zinc en Cáscara en Variedades para la Biofortificación Agronómica del Tubérculo de Papa en Tunshi/Chimborazo, 2015	78

LISTA DE ANEXOS

N°	CONTENIDO	Página
1	Croquis para la aplicación de hierro y zinc en el ensayo de biofortificación agronómica en cinco variedades de papa en Tunshi, Chimborazo. 2014.	92
2	Análisis de suelo para el ensayo de biofortificación agronómica del tubérculo de papa en Tunshi/Chimborazo, 2014.	93
3	Recomendación de fertilización para el ensayo de biofortificación agronómica de papa en Tunshi/Chimborazo, 2014.	94
4	Aplicación de insecticidas y fungicidas para la biofortificación agronómica del tubérculo de papa en Tunshi/Chimborazo, 2015.	95
5	Análisis de agua para el ensayo de biofortificación agronómica del tubérculo de papa en Tunshi, Chimborazo. 2014.	96
6	Condiciones climáticas durante el ensayo.	97
7	Características de la Variedad Chaucha Roja.	98
8	Características de la Variedad Iniap-Natividad.	99
9	Características de la Variedad Chaucha Amarilla.	100
10	Características de la Variedad Puca Shungo.	101
11	Características de la Variedad Coneja Negra	102
12	Altura de planta al 50% de floración	103
13	Número de tubérculos por planta	104
14	Rendimiento por planta(kg/planta)	105
15	Rendimiento por parcela neta (kg/pn)	106
16	Contenido de Hierro en pulpa del tubérculo.	107
17	Contenido de Hierro cáscara del tubérculo.	108
18	Contenido de materia seca en pulpa del tubérculo.	109

N°	CONTENIDO	Pagina
19	Contenido de materia seca en cáscara del tubérculo	110
20	Extracción de Hierro en pulpa del tubérculo.	111
21	Extracción de Hierro en cáscara del tubérculo.	112
22	Extracción de Zinc en pulpa del tubérculo.	113
23	Extracción de Zinc en cáscara del tubérculo	114
24	Análisis químico de contenido de Hierro y Zinc en cáscara y pulpa de los tubérculos de papa.	115

I. EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN FOLIAR Y EDÁFICA CON HIERRO Y ZINC PARA LA BIOFORTIFICACIÓN AGRONÓMICA DEL TUBÉRCULO DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.)

II. INTRODUCCIÓN

La papa constituye el cuarto alimento de mayor consumo en el mundo y su producción a nivel mundial, es de unos 320 millones de toneladas por año. Esta cantidad tiende a aumentar mientras que la de los otros tres alimentos más consumidos, maíz, trigo y arroz, va decreciendo. El cultivo de papa representa un importante factor socio económico entre las comunidades andinas, no sólo porque constituye un alimento básico en su dieta, sino porque además se comercializa (Borba, 2008).

En los últimos años, mediante técnicas agrícolas convencionales y mediante métodos de ingeniería genética, se han logrado cultivos con una mayor calidad nutricional, tal es el caso de la biofortificación, con la cual se obtienen alimentos vegetales que resultan enriquecidos en micronutrientes biodisponibles. De esta manera la ciencia puede proveer a los agricultores de variedades de cultivos que pueden contribuir a reducir la deficiencia de micronutrientes (Padrón, 2011).

Se ha demostrado que la papa es una fuente significativa de hierro y zinc, además los parámetros genéticos encontrados demuestran que es posible incrementar los niveles de estos micronutrientes en los tubérculos. El contenido promedio de hierro en la papa es de 19 mg/kg de materia seca, pero los mejoradores indican que es posible aumentar el promedio hasta llegar a los 40 mg/kg de materia seca (Bonierbale, 2010).

Debido a sus características alimenticias, la papa es un producto muy apetecido en los hogares ecuatorianos, y es consumido bajo distintas modalidades. Su precio relativamente bajo frente a otros alimentos, le permite llegar a los hogares más humildes (Herrera, Carpio, Chávez, 1999).

El Ecuador enfrenta serios problemas relacionados con la nutrición y alimentación, los cuales son más severos en la población infantil menor a 5 años (Herrera et al., 1999). La deficiencia de Zn, se asocia con retardo del desarrollo físico, psicomotor y al aumento

de la morbilidad y enfermedades infecciosas durante la infancia. Estas manifestaciones se hacen más marcadas si su déficit se asocia a deficiencia de Fe (Piñeiro, 2010). La falta de hierro está relacionada con trastornos del desarrollo y del comportamiento de los niños, también incluye problemas en el desarrollo físico, cognitivo y aumento del riesgo de mortalidad infantil (Peirano, Algarín, Chamorro, Reyes, Garrido & Durán, 2009).

Se estima que en el Ecuador el 70% de niños y niñas menores de un año sufren de anemia, especialmente aquellos que viven en zonas rurales de la Sierra en donde las cifras llegan hasta un 84%. Estas cifras demuestran que el Ecuador es uno de los países más afectados por esta situación en comparación con otros países de Latinoamérica (UNICEF, 2012).

La deficiencia de zinc tiene un papel preponderante como problema de salud pública afecta principalmente a mujeres en edad fértil y niños (Grupo de Evaluación Independiente del Banco Mundial, 2009). El Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia señala una prevalencia de deficiencia de zinc del 30% en niños menores de 5 años a nivel mundial (UNICEF, 2012), por consiguiente la ausencia de este micronutriente ocasiona retraso del crecimiento, incremento de la morbilidad en enfermedades infecciosas, como diarrea y neumonía, principalmente en los dos primeros años de vida (Grandy, Weisstaub, & López, 2008). El Fe es absorbido por la planta en forma reducida (Fe^{+2}). Es un elemento catalítico que interviene en el transporte de electrones, en la síntesis de clorofila y actúa como un transportador de oxígeno. El Zn está directamente relacionado con la producción normal de la clorofila y actúa principalmente como activador enzimático (Villagarcía & Ramírez, 1991).

A. JUSTIFICACIÓN

La papa es el tercer producto más consumido a nivel mundial y es un alimento básico esencial en casi todos los hogares debido a sus características nutricionales y alimenticias. Además es uno de los productos más accesibles en la zona de la región interandina del Ecuador, sin embargo, su potencial para combatir la desnutrición no es muy conocido ni explotado (Devaux, Ordinola, Hibon, & Flores, 2010).

La deficiencia de hierro es el trastorno nutricional más común del mundo: afecta al 50 por ciento de las mujeres embarazadas y al 40 por ciento de los niños en edad preescolar en los países en desarrollo, según la Organización Mundial de la Salud. Debido a que las papas son buenas fuentes naturales de hierro, el Centro Internacional de la Papa (CIP) está trabajando para añadirles más valor nutricional mediante la fertilización edáfica y foliar con hierro y zinc para biofortificar los tubérculos de papa e incrementar el contenido de hierro y zinc. Es una alternativa muy prometedora para mejorar la salud en las comunidades pobres, donde el acceso a los alimentos cárnicos es limitado y los pobladores no pueden pagar alimentos comercialmente fortificados ni suplementos vitamínicos (CIP, 2011).

En provincias como Chimborazo, Bolívar y Cotopaxi las tasas de desnutrición crónica bordean el 50% y es donde se concentran además altos índices de pobreza extrema (MIES, 2012).

En la región interandina del Ecuador se produce un alto consumo del tubérculo de papa, sin embargo su contenido de Fe y Zn puede ser bajo, lo cual afecta la nutrición de las personas que lo consumen, en especial niños y mujeres en edad fértil que viven en pobreza, por ello, es necesario realizar la presente investigación que basada en la fertilización edáfica y foliar con hierro y zinc permita incrementar la concentración de estos nutrientes los tubérculos y de esta forma contribuir en el área nutricional en especial de los sectores rurales de la región interandina.

B. OBJETIVOS

1. General

Evaluar el efecto de la fertilización foliar y edáfica con hierro y zinc para la Biofortificación Agronómica del Tubérculo de Papa (*Solanum Tuberosum* L.)

2. Específicos

- a. Evaluar el efecto de los niveles de hierro y zinc aplicados al suelo y follaje, sobre la concentración en los tubérculos de 5 variedades de papa.
- b. Determinar la respuesta en el rendimiento de tubérculos en 5 variedades de papa, a la aplicación de hierro y zinc al suelo y follaje.
- c. Determinar la extracción de Fe y Zn en los tubérculos de 5 variedades de papa.

III. REVISIÓN DE LITERATURA

A FERTILIZACIÓN

1. Generalidades

Para lograr la completa expresión del rendimiento potencial del cultivo de papa, es necesario complementar la nutrición al suelo, con un programa simple, preventivo, efectivo y económico de nutrientes importantes en las diferentes fases de desarrollo de este en el campo. Así no se presentarán deficiencias de nutrientes más difíciles de obtener por la planta, y por lo tanto, importantes funciones que estos cumplen no se verán afectadas y se logrará un alto rendimiento y buena calidad de los tubérculos. (Guerrero, 1999).

El mismo autor señala que los nutrientes son requeridos para funciones específicas y su disponibilidad en la planta debe ser calculada de tal manera que el nutriente esté disponible en el momento que la planta lo esté requiriendo. De otra manera, la falta del nutriente provocará de inmediato la no realización de un proceso fisiológico o la mal formación de órganos de producción, afectando por consecuencia su producción y calidad final de la cosecha. Cuando la planta ya manifiesta en forma visible la deficiencia de un nutriente, solo se pueden hacer aplicaciones correctivas, pero el efecto en el rendimiento ya se ha producido.

2. Fertilización química

Consiste en proporcionar a las plantas nutrientes de fácil disponibilidad provenientes de fertilizantes químicos (Valverde, Córdova, & Parra, 1998).

3. Fertilización edáfica

Los fertilizantes son aplicados directamente en el suelo, en donde se someten a diversas transformaciones, como resultado de lo cual cambia la solubilidad

de las sustancias nutritivas contenidas en los fertilizantes, su capacidad de traslado en el suelo y la asimilación para las plantas (Arcos, 2011).

Fertilización edáfica es el acto de agregar al suelo materiales externos para aumentar el contenido de nutrientes. Debido a que las plantas extraen minerales del suelo para su nutrición, el suelo se va agotando y necesita reponer los minerales que son extraídos (BENSON AGRICULTURE AND FOOD INSTITUTE, 2004).

a. Forma de aplicación de fertilizantes al suelo

Bordoli (2010), señala las siguientes especificaciones:

1) Forma de aplicación propiamente dicha

- Localizadas
- No localizadas (al voleo)

2) Momento de aplicación

- Antes de la siembra
- A la siembra
- Posterior a la siembra

1. Fertilización foliar

Según Arcos (2011), la fertilización foliar es una técnica de fertilización instantánea que nutre los cultivos mediante la pulverización con soluciones aplicadas directamente sobre las hojas.

La fertilización foliar, también llamada no epigea, no radical, extra radical, etc., es un método por el cual se le aportan nutrientes a las plantas a través de las hojas, básicamente en disoluciones acuosas, con el fin de complementar la fertilización realizada al suelo, o bien, para corregir deficiencias específicas en el mismo período de desarrollo del cultivo (Domínguez, 1997).

Valverde, Córdova, & Parra (2002), mencionan que fisiológicamente todos los nutrientes pueden ser absorbidos vía foliar con mayor o menor velocidad, en diferentes oportunidades. Esto es de tal modo así, que teóricamente la nutrición completa de la planta podría ser satisfecha vía foliar. Esto en la práctica no es posible, por el alto costo del elevado número de aplicaciones que sería necesario realizar para satisfacer el total de requerimientos.

La aplicación de los fertilizantes foliares en papa se recomienda para corregir temporalmente deficiencias de azufre, zinc, manganeso y boro. Promueve la recuperación de la planta afectada por condiciones bióticas y abióticas adversas (Valverde et al., 2002).

La eficiencia de su aplicación está en función de la edad del cultivo, área foliar, época y movilidad del nutriente en la planta. Para la aplicación de los abonos foliares hay que tomar en cuenta las siguientes recomendaciones (Valverde et al., 1998):

- Aplicar la dosis recomendada por el fabricante.
- Utilizar agua limpia para la preparación de la mezcla.
- Mojar completamente las hojas por medio de pulverización fina.
- No aplicar cuando llueve para evitar el lavado del producto.
- Aplicar cuando la planta tenga bastantes hojas.
- Evitar aplicar cuando hay sol fuerte.

a. Factores relacionados con la formulación Foliar

Según Santos (2000), menciona que los factores relacionados con la fertilización foliar son los siguientes:

1) pH de la solución .La característica de la solución por asperjar es de primordial importancia en una práctica de fertilización foliar. El pH de la solución y el ion acompañante del nutrimento por aplicar influyen en la absorción de éste en la hoja.

2) Surfactantes y adherentes. La adición de surfactantes y adherentes a la solución favorece el aprovechamiento del fertilizante foliar. El mecanismo de acción de un surfactante consiste en reducir la tensión superficial de las moléculas de agua, permitiendo una mayor superficie de contacto con la hoja; un adherente permite una mejor distribución del nutrimento en la superficie de la hoja evitando concentraciones de este elemento en puntos aislados cuando la gota de agua se evapora.

3) Concentración de la solución. La concentración de la sal portadora de un nutrimento en la solución foliar, varía de acuerdo con la especie de la planta. En general, los cereales soportan mayores concentraciones que algunas otras especies como el frijol, pepino, tomate y otras hojas menos cutinizadas, pero posiblemente sean las más eficientes en absorción foliar.

4) Presencia de sustancias activadoras .Actualmente se están haciendo estudios sobre el uso de sustancias activadoras en la absorción de nutrimentos por aspersión foliar. Los ácidos húmicos actúan como activadores y la urea también desempeña la misma función en la absorción de fósforo.

5) Temperatura. La temperatura influye en la absorción de nutrimentos vía aspersión foliar.

6) Luz, humedad relativa y horade aplicación. Estos tres factores deben de tomarse en cuenta en la práctica de fertilización foliar. La luz es un factor importante en la fotosíntesis y para que una planta pueda incorporar nutrimentos en los metabolitos se requiere de un proceso fotosintéticamente activo en la planta. La humedad relativa influye en la velocidad de evaporación del agua que se aplica. Por consiguiente, una alta humedad relativa del medio favorece la penetración de los nutrimentos al mantener húmeda la hoja. Este último factor está relacionado con la hora de aplicación, la cual debe de practicarse o muy temprano o en las tardes, según las condiciones de la región.

7) Edad de la planta y hoja. La aplicación foliar de nutrimentos también está afectada por el estado de desarrollo de la planta. Se indica aunque existe pocos datos que las plantas y las hojas jóvenes son las que tienen mayor capacidad de absorción de nutrimentos vía aspersión foliar.

b. Ventajas de la fertilización foliar

Según Fregoni (1986), las ventajas de practicar fertilización foliar son:

- Corrige las deficiencias nutrimentales de las plantas.
- Favorece el desarrollo de los cultivos y mejora la calidad del rendimiento.
- Es una práctica que sirve de respaldo, garantía o apoyo para suplementar o completar los requerimientos nutrimentales de un cultivo que no se puede abastecer mediante la fertilización común al suelo.

c. Categorías de la fertilización foliar

De acuerdo con Segura (2002), los propósitos que se persigue, la fertilización foliar se puede dividir en seis categorías las cuales se detallan a continuación:

- 1) Fertilización correctiva:** es aquella en la cual se suministran elementos para superar deficiencias evidentes, generalmente se realiza en un momento determinado de la fenología de las plantas y su efecto es de corta duración cuando las causas de la deficiencia no son corregidas.
- 2) Fertilización preventiva:** se realiza cuando se conoce que un determinado nutrimento es deficiente en el suelo y que a través de esta forma de aplicación no se resuelve el problema; un ejemplo de esto es la aplicación de Zn y B en café.
- 3) Fertilización sustitutiva:** se pretende suplir las exigencias del cultivo exclusivamente por vía foliar, un buen ejemplo es el manejo del cultivo de la piña. En la mayoría de los casos es poco factible suplir a las plantas con todos sus requerimientos nutritivos utilizando exclusivamente la vía foliar, debido a la imposibilidad de aplicar dosis altas de macronutrientes.
- 4) Fertilización complementaria:** consiste en aplicar una fracción del abono al suelo y otra al follaje, generalmente se utiliza para suplir micronutrientes y es uno de los métodos más utilizados en una gran cantidad de cultivos.

5) Fertilización complementaria en estado reproductivo: puede realizarse en aquellos cultivos anuales en los cuales durante la floración y llenado de las semillas, la fuerza metabólica ocasionada por ellos, reduce la actividad radicular lo suficiente como para limitar la absorción de iones requeridos por la planta.

6) Fertilización estimulante: consiste en la aplicación de formulaciones con NPK, en las cuales los elementos son incluidos en bajas dosis, pero en proporciones fisiológicamente equilibradas, las cuales inducen un efecto estimulatorio sobre la absorción radicular. Este tipo de abonamiento es recomendado en plantaciones de alta productividad, de buena nutrición y generalmente se realiza en períodos de gran demanda nutricional, o en períodos de tensiones hídricas.

B. ECUADOR Y LA SITUACION NUTRICIONAL

El Ecuador enfrenta serios problemas de nutrición y alimentación, los cuales son más severos en la población infantil menor de 5 años. La última encuesta realizada en Ecuador sobre este tema (Herrera *et al*, 1999), caracterizó los siguientes problemas en el aspecto nutricional de la población infantil del Ecuador, segmento de la población mayormente afectada por la crisis y con menores posibilidades de enfrentarla.

- La desnutrición proteica-energética o crónica, expresada en una talla disminuida para la edad afecta al 50% de la población preescolar.
- El bajo peso para la edad o desnutrición global afecta al 37% de los niños menores de 5 años.
- La deficiencia de hierro y la anemia, afectan al 70% de los niños de 11 a 23 meses de edad y al 45% de los niños de 12 a 24 meses.
- El 60% de las mujeres embarazadas sufren de anemia por falta de hierro, de igual manera, la deficiencia de yodo afecta, particularmente, a la población rural de la sierra.

Todos estos problemas se distribuyen en forma muy heterogénea al interior del país, siendo la población del área rural de la sierra la más afectada.

C. EL HIERRO EN LA DIETA HUMANA

1. Definición

Este micromineral u oligoelemento, interviene en la formación de la hemoglobina y de los glóbulos rojos, también en la actividad enzimática del organismo. Dado que participa en la formación de la hemoglobina además está decir que transporta el oxígeno por medio de la sangre y que es importante para el correcto funcionamiento de la cadena respiratoria. Las reservas de este mineral se encuentran en el hígado, el bazo y la médula ósea (Licata, 2013).

2. Clasificación

Según el mismo autor el hierro se clasifica en hémico y no hémico:

- a. **El hémico** es de origen animal y se absorbe en un 20 a 30%, su fuente son las carnes (especialmente las rojas).
- b. **El no hémico**, proviene del reino vegetal, es absorbido entre un 3% a un 8%, y se encuentra en legumbres, hortalizas de hojas verdes, salvado de trigo, frutos secos, vísceras y en la yema de huevo.

Licata (2013), cita a Allen & Meyers (2006), quien señala que otros ácidos orgánicos: ácido cítrico, ácido láctico y ácido málico también benefician la absorción de hierro no hémico. Proteínas de la carne: además de proveer hierro hémico (altamente absorbible) favorecen la absorción de hierro no hémico promoviendo la solubilidad del hierro ferroso, vitamina A mantiene al hierro soluble y disponible para que pueda ser absorbido ya que compite con otras sustancias, polifenoles y fitatos, que unen hierro y lo hacen poco absorbible. La combinación de vitamina A con hierro se usa para mejorar

la anemia ferropénica por deficiencia de hierro en la cual los síntomas abarcan falta de energía, dificultad para respirar, dolor de cabeza, irritabilidad, vértigo o pérdida de peso.

La falta de Hierro en el organismo puede producir mala síntesis proteica, deficiencia inmunitaria, aumento del ácido láctico, aumento de noradrenalina, y anemia. La forma de identificar lo que demuestra carencia de Hierro es una menor respuesta al estrés, menor rendimiento laboral, alteración en la conducta y mala regulación térmica (Licata, 2013).

3. Funciones

Licata (2013), establece las siguientes funciones del hierro dentro de organismo humano:

a. Transporte y depósito de oxígeno en los tejidos

El grupo hemo o hem que forma parte de la hemoglobina y mioglobina está compuesto por un átomo de hierro. Estas son proteínas que transportan y almacenan oxígeno en nuestro organismo. La hemoglobina, proteína de la sangre, transporta el oxígeno desde los pulmones hacia el resto del organismo. La mioglobina juega un papel fundamental en el transporte y el almacenamiento de oxígeno en las células musculares, regulando el oxígeno de acuerdo a la demanda de los músculos cuando entran en acción.

b. Metabolismo de energía

Interviene en el transporte de energía en todas las células a través de unas enzimas llamadas citocromos que tienen al grupo hemo o hem (hierro) en su composición.

c. Antioxidante

Las catalasas y las peroxidas son enzimas que contienen hierro que protegen a las células contra la acumulación de peróxido de hidrógeno (químico que daña a las células) convirtiéndolo en oxígeno y agua.

d. Síntesis de ADN

El hierro interviene en la síntesis de ADN ya que forma parte de una enzima (ribonucleótido reductasa) que es necesaria para la síntesis de ADN y para la división celular.

e. Sistema Nervioso

El hierro tiene un papel importante en sistema nervioso central ya que participa en la regulación los mecanismos bioquímicos del cerebro, en la producción de neuro transmisores y otras funciones encefálicas relacionadas al aprendizaje y la memoria como así también en ciertas funciones motoras y reguladoras de la temperatura.

f. Detoxificación y metabolismo de medicamentos y contaminantes ambientales

El Citocromo 450 es una familia de enzimas que contienen hierro en su composición y que participa en la degradación de sustancias propias del organismo (esteroides, sales biliares) como así también en la detoxificación de sustancias exógenas. Es decir la liberación sustancias que no son producidas en nuestro organismo.

g. Sistema inmune

La enzima mieloperoxidasa está presente en los neutrófilos que forman parte de las células de la sangre encargadas de defender al organismo contra las infecciones o materiales extraños. Esta enzima, que presenta en su composición un grupo hemo (hierro), produce sustancias (ácido hipocloroso) que son usadas por los neutrófilos para destruir las bacterias y otros microorganismos.

4. Absorción metabolismo y excreción

Rodríguez (2009) menciona que, la biodisponibilidad del hierro puede variar mucho dependiendo de la forma química en que se encuentre. El hierro no hemo e absorbe en una pequeña proporción (<5%) mientras que la forma hemo se absorbe en mayor cantidad (hasta el 25%). La absorción de este mineral se produce cuando se halla bajo

la forma ferrosa y para ello el hierro no hemo debe reducirse a este estado. El hierro hemo, por el contrario, ya está en forma ferrosa, y por lo tanto no ha de ser reducido.

Existen muchos factores que afectan a la absorción del hierro tales como:

- El status del hierro en el organismo: un déficit de hierro promueve su absorción.
- Factores alimentarios: existen determinados factores dietéticos que estimulan la absorción del hierro hemo (proteína) y otros factores que lo inhiben (exceso de calcio).

Lo mismo sucede con el hierro no hemo: el ácido ascórbico, la proteína animal, los ácidos orgánicos, etc. Favorecen su absorción, mientras que sustancias como los fitatos u oxalatos la dificultan.

Una parte del hierro absorbido se almacena en el enterocito y forma la ferritina. Otra parte se transfiere al plasma, se transporta a través de la transferrina y se lleva hacia la médula ósea, macrófagos, hígado, bazo, las enzimas que requieren hierro para su buen funcionamiento y hasta el feto en el caso de madres gestantes. Como se ha mencionado, el hierro se almacena en el hígado, bazo, y médula ósea en forma de ferritina y en menor medida, de hemosiderina. La ferritina es la forma férrica que más se moviliza en el caso de carencia de hierro. Las pérdidas obligadas de hierro son, de media, de 1 mg/día y la excreción de hierro se produce por heces (0,6-0,7 mg/día), orina (0,1-0,3 mg/día), desescamación de la piel (0,2-0,5 mg/día) (Rodríguez, 2009).

a. Dosis diarias recomendadas de Hierro

Licata (2013) cita al Departamento de Nutrición del IOM (Institute of Medicine: Instituto de Medicina) de EEUU quien resume en una tabla los valores recomendados de consumo diario de hierro.

Tabla 1. Valores de Ingesta Diaria para Niños, Infantes o Adultos.

EDAD	HOMBRES(mg/día)	MUJERES (mg/día)
0-6meses	0,27(IA)	0,27
7-12meses	11	11
1-3años	7	7
4-8años	10	10
9-13años	8	8
14-18años	11	15
19-50años	8	18
>50	8	8
Embarazo		27
Lactancia		09-10

Fuente: Licata, M. 2013.

La ingesta de hierro recomendada para bebés de hasta 6 meses se basa en la Ingesta Adecuada (IA) que refleja la ingesta promedio de hierro de bebés saludables que se alimentan con leche materna. El hierro de la leche materna es bien absorbido por los infantes. Se estima que los infantes utilizan más del 50% del hierro presente en la leche materna comparado con menos del 12% del hierro presente en la fórmula.

D. ZINC EN LA DIETA HUMANA

1. Definición

El Zinc es un mineral esencial para nuestro organismo. Está ampliamente distribuido en diferentes alimentos. Nuestro organismo contiene de 2 a 3 g de Zinc. Más del 85% del total de Zinc presente en nuestro organismo se deposita en los músculos, huesos, testículos, cabellos, uñas y tejidos pigmentados de los ojos. Se elimina principalmente en las heces a través de secreciones biliares, pancreáticas e intestinales (Licata, 2013).

Es un mineral esencial para la vida, aunque se requiere en muy pequeñas cantidades (miligramos), forma parte de enzimas que actúan en diversos procesos biológicos indispensables para el buen funcionamiento de un organismo vivo, puesto que es un

componente indispensable para la función normal de más de 300 enzimas catalíticas, estructurales y de regulación (Pizarro, 2005).

2. Funciones

Según Mercola (2012), el zinc tiene funciones muy importantes en el cuerpo que se resumen de la siguiente manera:

- Se necesita el zinc para que su cuerpo pueda utilizar la vitamina B6.
- Estado de ánimo: Al igual que con el sueño, la vitamina B6 es necesaria para producir serotonina, que es crucial para su estado de ánimo.
- Apoptosis, o “muerte celular programada”. La apoptosis en exceso puede ocurrir debido a mucho o muy poco zinc (de esta forma mueren muchos virus dentro de un ambiente rico en zinc).
- Ayuda a los diabéticos a regular los niveles de insulina.
- Tratamiento para el Alzheimer: Una gran mejoría en la memoria, entendimiento, comunicación y el contacto social.
- Función sexual masculina: Tratamiento para la infertilidad masculina.
- Antioxidante: El zinc retarda el proceso oxidativo en su cuerpo, aunque los mecanismos exactos siguen siendo desconocidos.
- Dormir bien: El zinc, la vitamina B6 y triptófano son mecanismos para producir melatonina, la deficiencia de zinc provoca insomnio.
- Sentidos del gusto y el olfato: El zinc es necesario para producir la enzima llamada anhidrasa carbónica (AC), que son muy importantes para el gusto y el olfato, su deficiencia puede conducir a la anorexia.

- Salud visual: Ayuda a prevenir la DMAR (degeneración macular), ceguera nocturna y cataratas.
- Salud de la piel: Ayuda a evitar y a tratar la psoriasis, el eczema y el acné (con resultados similares a la tetraciclina).
- Mejores resultados en los pacientes de VIH.
- Reducir la diarrea en niños con deficiencia de zinc.
- Antiinflamatorio: El zinc podría reducir la inflamación crónica y el riesgo de aterosclerosis.

3. **Deficiencia**

Según CIM (2015), la deficiencia de zinc está relacionada con los siguientes aspectos:

Retardo en el crecimiento, deterioro de la función del sistema inmune, susceptibilidad de niños a enfermedades infecciosas, como diarrea, neumonía y malaria y complicaciones en el embarazo.

Según Williams (2011), las personas en riesgo de deficiencia de zinc son:

- Los bebés y los niños
- Las mujeres embarazadas y en periodo de lactancia
- Los pacientes que reciben alimentación intravenosa
- Individuos malnutridos
- Adultos de 65 años y mayores
- Los vegetarianos estrictos y veganos

Tabla 2. Valores de Ingesta Diaria de Zinc

EDAD	HOMBRES(mg/día)	MUJERES (mg/día)
0 - 6 meses	2(IA)	
7 - 12 meses	3	
1 - 3 años	3	
4 - 8 años	5	
9 - 13 años	8	8
14 -18 años	11	9
19 – 50 años	11	8
>50	11	8
Embarazo		11—12
Lactancia		12—13

Fuente: Licata.M. 2013.

E. BIOFORTIFICACIÓN

Proceso por el cual a través del mejoramiento se obtienen variedades de un cultivo con mayor valor nutricional (Bonierbale, 2010).

El PMA (2010), manifiesta que la biofortificación utiliza técnicas convencionales y modernas del fitomejoramiento para mejorar genéticamente el contenido y la densidad de los micronutrientes de los cultivos.

Pachón (2010), menciona que biofortificación es el desarrollo de cultivos ricos en nutrientes, utilizando las mejores técnicas del fitomejoramiento convencional y la biotecnología moderna, y tiene, entre otras las ventajas y desventajas siguientes:

1. Ventajas

- a. No requiere cambios alimenticios
- b. Complementa otras estrategias

- c. Focalizada en familias rurales con poco acceso a otras estrategias
- d. Involucra familias en la aplicación de soluciones a sus problemas nutricionales.
- e. Elementos contribuyen a su sostenibilidad
- f. Mejora el estado nutricional
- g. Puede contribuir el 10%, 33% y 31% más hierro, zinc, y vitamina C a la dieta.

2. **Desventajas**

- a. Se tarda años en desarrollar porque requiere mejorías agronómicas a la par del mayor contenido nutricional.
- b. Algunos cultivos en el proceso de biofortificación no se consumen en altas cantidades.
- c. Falta de integración en políticas de nutrición en la mayoría de los países.

3. **Biofortificación Agronómica**

La FAO & OMS (2013), manifiesta que la biofortificación agronómica es aquella que puede proveer incrementos temporales de micronutrientes (como el zinc) por medio de fertilizantes.

Para contrarrestar la desnutrición crónica la biofortificación agronómica es una alternativa viable y potencial que permite agregar valor nutricional al cultivo de la papa a través de fertilizantes de Zn y Fe, siendo una solución a corto plazo (Cakmak, 2008).

Un ejemplo de biofortificación agronómica es el enriquecimiento de arroz y trigo en grano con suficiente Zn, puede salvar la vida de hasta 48000 niños al año en la India (Cakmak, 2008).

F. HIERRO Y ZINC EN LA PAPA

La concentración de hierro y zinc en la papa es baja en comparación con la concentración de estos minerales en los cereales y las legumbres. Sin embargo, la biodisponibilidad de hierro en la papa puede ser mayor que en los cereales y las leguminosas debido a la presencia de altos niveles de ácido ascórbico, que es un promotor de la absorción de hierro, y niveles bajos de ácido fítico, un inhibidor de la absorción de hierro (Fairweather-Tait 1983).

Los tubérculos de la papa tienen un contenido mineral de 1,1%, de potasio (K), siendo el más abundante mientras que el fósforo (P), cloro (Cl), azufre (S), magnesio (Mg), hierro (Fe) y zinc (Zn) están presentes en cantidades moderadas (Woolfe, 1987).

1. Hierro

Según Sequi (2004), el hierro es absorbido preferentemente por las raíces como ion ferroso (Fe^{+2}), forma en la cual es más aceptable para ser introducido en la estructura de la biomoléculas, y sobre todo más soluble en la solución del suelo es absorbido también por la epidermis foliar y la superficie de la ramas.

Se sabe que los iones de metales pesados (como el Fe, Zn o Cu) no atraviesan libremente la membrana celular. Las formas de paso de estos metales son quelatos. Los quelatos sintetizados biológicamente y cuya función es acarrear iones de metales son llamados ionóforos, y los ionóforos específicos para el hierro son conocidos como sideróforo (Emery, 1982).

a. Funciones

Interviene activamente en la planta, es un catalizador que participa en la formación de la clorofila y actúa como portador de oxígeno. Forma ciertos sistemas enzimáticos respiratorios (Arcos, 2011).

b. Deficiencia de Fe en papa

Debido a la relativa inmovilidad del elemento, el síntoma más característico es una clorosis general de las hojas jóvenes, que puede comenzar como intervenal, pero que al cabo del tiempo también las venas acaban perdiendo la clorofila (Devlin, 1999).

2. Zinc

Según Arcos (2011), el zinc en suelos ácidos es más móvil y soluble para las plantas, en cambio en suelos con pH neutros y alcalinos hay insuficiencia.

a. Funciones

Participación en la biosíntesis de los antecesoros de la clorofila y en la fotosíntesis, e interviene en la formación de la clorofila. Está implicado en la síntesis del triptófano precursor clave de las auxinas (Sequi, 2004).

b. Deficiencia de Zinc en papa

Según Arcos (2011), la deficiencia de zinc reduce o inhiben la división celular, provoca cambios morfológicos de las hojas, hipertrofia en las células meristemáticas, disminuye el contenido de almidón y altera la síntesis de proteína.

En papa se presentan hojas pequeñas con crecimiento retrasado (Guzmán, 2012).

Los primeros síntomas en papa corresponden a una clorosis localizada entre las venas de las hojas más viejas que se suele iniciar en los ápices y en los bordes. Se produce un retardo en el crecimiento que se manifiesta en forma de hojas más pequeñas y entrenudos más cortos. El aspecto irregular de las hojas es el síntoma más fácil de reconocer. La planta entera adquiere un aspecto de roseta (Devlin, 1999).

G. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA PAPA

Los nutrientes de la papa son controlados en su gran mayoría por los genes. Sin embargo, la edad y la madurez de los tubérculos, el clima, el suelo y las prácticas culturales realizadas durante su cultivo, almacenamiento y procesamiento, son factores que también tienen un efecto sobre los nutrientes (Lister, & Monro, 2000).

TABLA 3. Composición Nutritiva de la Papa

Nutriente	Contenido
	(g/100g)
Humedad	80
Materia seca	20
Hidratos de	
Carbono	14,7
Ceniza	1
Proteína	2
Fibra	2,2
Lípidos	0,1
	(mg/100g)
Sodio	0,8
Potasio	430
Hierro	4
Calcio	7
Magnesio	19,9
Fosforo	50
Vit. C.	18

Fuente: Verdu, J. 2005.

1. Componentes nutritivos

Sánchez (2004), menciona que el aporte nutricional de los tubérculos está dado por el contenido de macro y micronutrientes y por la biodisponibilidad de los mismos. En promedio 100 gramos de papa, la porción que consume un individuo adulto, contiene:

a. **Energía**

Tradicionalmente se ha reconocido que los tubérculos cumplen un rol energético en la alimentación por cuanto su componente mayoritario en materia seca corresponde al almidón. A pesar de ello, comparado con alimentos equivalentes tales como el plátano y la yuca, su aporte calórico es menor y se le considera de baja densidad calórica.

b. **Carbohidratos**

La papa es un alimento que contiene cantidades importantes de carbohidratos los cuales se encuentran mayoritariamente como almidón y un pequeño porcentaje como azúcares (sucrosa, fructosa, glucosa).

c. **Proteína**

La proteína de este alimento sobresale por un alto contenido de lisina y bajos contenidos de aminoácidos azufrados. El contenido de proteína de la papa, aunque inferior al aportado por alimentos de origen animal, es superior al aportado por la mayoría de los cereales, tubérculos y raíces. La calidad de la proteína es inferior por la presencia de glucoalcaloides y de inhibidores de las proteinasas. Para mejorar el perfil de aminoácidos de su proteína y por ende la calidad de la proteína consumida, se recomienda el consumo de papa en preparaciones que se combinen o incluyan ingredientes como leguminosas, carnes, leche o derivados.

d. **Grasa**

El contenido de grasa de las papas es muy bajo lo cual constituye una ventaja para individuos con restricciones de calorías y/o de grasas dietarias. Dado el incremento en

la población de morbilidad por enfermedades crónicas no transmisibles, patologías que requieren limitar el consumo de calorías, se recomienda la moderación en el consumo de papas fritas.

e. Vitaminas

Los tubérculos aunque contienen vitaminas, no son considerados alimentos fuente de estos nutrientes. Las vitaminas que se encuentran en el tubérculo son el ácido ascórbico, B1, B6 y niacina. Se concentran principalmente en la piel y en la cáscara. La vitamina C sobresale por su alta reactividad y por las altas pérdidas por oxidación. Tras la cocción o el procesamiento a nivel industrial las pérdidas son significativas.

f. Minerales

El contenido de minerales en el tubérculo depende directamente de la naturaleza del suelo donde es cultivado, por tal razón el contenido de minerales es variable. Sobresalen los altos aportes de potasio, fósforo y el bajo contenido de ácido fítico y de sodio. Este último aspecto es una ventaja para personas con regímenes alimentarios que restringen el aporte de sodio en la dieta.

H. QUELATO

Es un compuesto donde un nutriente metálico es ligado a un agente quelante orgánico que tiene la propiedad de estar disponible para la planta bajo condiciones adversas (por ejemplo el pH, presencia de fósforo, aceites, etc.), en las cuales los nutrientes metálicos normalmente formarían compuestos insolubles (Arcos, 2011).

1. Funciones de los quelatos en la fertilización foliar

Según Domínguez, (1997), las funciones de los quelatos son:

a. La primera es la protección del nutriente, manteniéndolo al mismo en una situación de solubilidad, disponibilidad para la planta y facilitando la absorción.

- b.** El quelato permite un aprovechamiento del nutriente con una eficiencia hasta 10 veces superior en comparación con sales inorgánicas. Esto resulta que formulaciones con bajas concentraciones sean eficientes cuando se encuentran adecuadamente quelatizadas.
- c.** La modificación del pH de la solución es una característica diferencial de los quelatos.
- d.** Es una característica deseable que un quelato sea también un agente dispersante de la solución.

2. Quelatos químicos totales

El metal está 100% quelatado y protegido contra reacciones adversas. Entre ellos están quelatos en EDTA, DTPA y HEDIA. Son los quelatos más eficientes y estables (Arcos, 2011).

Los agentes quelatantes más fuertes, tales como el EDTA, son usados también en aplicaciones el suelo, ya que su alta estabilidad impide que el catión metálico se pierda fácilmente. El EDTA es uno de los agentes quelatantes de mayor uso en la industria de fertilizantes foliares micronutrientes (Molina, 2002).

Tabla 4. Agentes Quelantes Agrupados de Acuerdo con su Poder Quelatante.

FUERTE	INTERMEDIO	DEBIL
EDTA	Poliflavonoides	Ácido cítrico
HEEDTA	Sulfonatos	Ácido ascórbico
DTPA	Ácidos húmicos	Ácido tartárico
EDDHA	Ácido fúlvicos	Ácido adípico
NTA	Aminoácidos	
CDT	Ácido glutámico	

Fuente: Molina, E. 2002.

3. Fuentes inorgánicas de Fe y Zn

Tabla 5. Principales Fuentes Inorgánicas de Hierro y Zinc.

FUENTES	CONCENTRACIÓN en %
Quelatos de hierro	5-14
Quelatos de zinc	9-14

Fuente: Arcos, F. 2011.

I. VARIEDAD

Variedad es una unidad específica, con características propias típicas de la especie, diferenciándose en el color, tamaño del fruto, semilla y/o tubérculo, sabor, calidad, tiempo de cocción, etc., de otros de la misma especie. La variedad es la interacción del medio ecológico con la genética de la especie. Dependiendo de si la planta se reproduce, sexual o asexualmente por semilla y/o tubérculos, de si es autógama o alógama, tendrá características propias que la diferenciaron de otras variedades (Yáñez, 2011).

J. MATERIA SECA

La materia seca es la parte que resta de un material tras extraer toda el agua posible a través de un calentamiento hecho en condiciones de laboratorio es una noción utilizada principalmente en biología y agricultura (Licata, 2013).

K. CULTIVO DE LA PAPA

1. Origen

En el mundo se cultivan cerca de 5000 variedades de papa. La primera crónica conocida que menciona la papa fue escrita por Pedro Cieza de León en 1538. En su descripción de la larga marcha a través del territorio andino, relata las costumbres alimenticias basadas en la papa (Cuesta, 2008).

La papa se desarrolló y cultivó por primera vez en las vecindades del Lago Titicaca, cerca de la frontera actual entre Perú y Bolivia, según los documentos arqueológicos y etnológicos disponibles, las poblaciones andinas empezaron a comer patatas silvestres 3.000 a 4.000 años antes de nuestra Era. Las poblaciones preincaicas daban usos diferentes a las papas, las colocaban crudas para sanar los huesos rotos, para prevenir el reumatismo y las comían mezcladas con otros alimentos para mejorar la digestión. Además de lo anterior, se usaban para medir el tiempo relacionándolo con el desarrollo del cultivo (INIAP, 2005).

2. Importancia

La papa (*Solanum tuberosum*) es uno de los cultivos más populares en la región Andina, por su alto contenido de carbohidratos que la convierte en una fuente de energía. En el Ecuador el cultivo de papa se da mayormente en la Sierra donde es más popular su consumo. Actualmente existen diferentes variedades de papa que se cultivan en todo el mundo desde zonas de 1500 msnm hasta altitudes superiores a los 3 000 msnm. (Munóz, 1984).

La papa es uno de los productos agropecuarios de mayor producción y consumo en Ecuador, especialmente en la región sierra, donde se estableció como producto alimenticio básico de los pueblos desde épocas pre coloniales (Devaux et al., 2010). Según el Instituto Nacional de Estadísticas y Censo (INEC) para el año 2010 en el Ecuador se produjo alrededor de 384235 t, en un área aproximada de 43459 ha y con un rendimiento promedio de 8.8 t/ha (INEC, 2010).

La papa sin lugar a duda constituye uno de los cultivos más representativos en las diferentes provincias de la sierra, en muchas de ellas ocupa el primer lugar en área sembrada. La papa básicamente se la consume en forma de producto fresco, alrededor de 90% del consumo, sin embargo, en los últimos años se observa un incremento del consumo de papa procesada e industrializada, fundamentalmente papa frita y en menor cantidad otros tipos de productos (Herrera et al., 1999).

Además, el consumo per cápita de papa promedio en el Ecuador, según reportes del MAGAP es de 31.8 kg/año (Devaux, et al., 2010), por lo que resulta importante mejorar la calidad nutricional de este tubérculo especialmente en zonas donde el principal alimento es la papa. El consumo de este tubérculo es una alternativa promisoriosa para mejorar la salud de las comunidades pobres, donde el acceso a la carne es limitado y la población no puede conseguir por la vía comercial alimentos fortificados y suplementos vitamínicos (CIP, 2010).

3. Clasificación taxonómica

Según Egusquiza (2000), la clasificación de la papa es la siguiente:

Tipo:	Spermatophyta
Clase:	Angiospermas
Subclase:	Dicotiledóneas
Orden:	Tubiflorae
Familia:	Solanaceae
Género:	Solanum
Especie	Tuberosum

4. Plagas y enfermedades

a. **Plagas**

Gallegos, (1994), menciona que las principales plagas en el cultivo de papa son las siguientes:

1) **Del follaje**

Pulguilla (*Epitrix spp.*), Tríps (*Frankliniella sp.*), Pulgones (*Myzus persicae*), Minador de la hoja (*Liriomiza quadrata*), Gusano de la hoja (*Capitarsia sp.*).

2) Del suelo

Nematodos del quiste (*Heterodera pálida*), Gusano blanco (*Premnotrypes bórax*), Gusano negro trozador (*Agrotis ypsilon*), Cutzo (*Barotheu ssp.*)

b. Enfermedades

Mendoza (2014) cita a Hardy, Betal (1995), quien manifiesta que las enfermedades principales en el cultivo de papa son las siguientes:

1) Causadas por hongos

Lancha Tarda o Tizón Tardo (*Phytophthora infestans*), Lancha temprana (*Alternaria solani*), Rizoctonia o sarna negra (*Rhizoctonia solani*), Sarna polvorienta (*Spongospora subterránea*) Roya (*Puccinia pitteriana*), Lanosa (*Rosellinia sp.*).

2) Causadas por bacterias

Pata negra (*Erwinia sp.*), Sarna común (*Streptomyces scabies*)

3) Causada por virus

Según INIAP (1994), las principales enfermedades causadas por virus son:

Mosaico leve

Mosaico severo

Mosaico rugoso

Enrollamiento

I. MATERIALES Y MÉTODOS

A. CARACTERÍSTICAS DEL LUGAR

1. Localización

La presente investigación se llevó a cabo en la Estación Experimental Tunshi. Parroquia Licto. Cantón Riobamba. Provincia de Chimborazo.

2. Ubicación geográfica¹

Coordenadas proyectadas UTM zona 17 S Datum W 65 84

X	Y	Altura Aprox.
763901E	9806656N	2731m

3. Condiciones meteorológicas²

Anual	Durante el ciclo del ensayo
Temperatura promedio anual: 13.4°C	Temperatura promedio : 14,2 °C
Precipitación promedio anual: 421.2 mm	Precipitación acumulada: 223 mm
Humedad promedio anual: 66,4 %	Humedad relativa: 78,8 %

4. Clasificación Ecológica

Según Holdrige (1992) la localidad se encuentra clasificada como estepa espinosa Montano Bajo (EEMB)

¹ Datos tomados con el GPS.

² Datos tomados del Centro de Acopio Guaslan (MAGAP-CHIMBORAZO), 2014.

5. Características del suelo

a. Características físicas

Textura: Franco arenoso

Estructura: Suelta

Pendiente: Plana

Drenaje: Regular

Permeabilidad: Bueno

b. Características químicas³

El análisis químico del suelo se realizó en el laboratorio del DMSA de la EESC-INIAP dando los siguientes resultados:

pH:	7,28	Neutro
Materia Orgánica:	2%	Bajo
Contenido de N:	29 ppm	Bajo
Contenido de P ₂ O ₅ :	11,74 ppm	Alto
Contenido de K ₂ O:	381,8 ppm	Alto
Contenido de Fe:	56 ppm	Alto
Contenido de Zn:	1,60 ppm	Bajo

B. MATERIALES

1. Materiales de campo

Herramientas de labranza (azadones, rastrillo), estacas, piolas, flexómetro, bomba de mochila, traje impermeable para aplicaciones, guantes, mascarillas, botas de caucho, balde, libreta de campo, cámara digital.

³. Laboratorio del Departamento de Manejo de Suelos y Aguas. EE-SC, INIAP, 2013.

2. Materiales de oficina

Computadora, impresora, papel bond, cámara digital, flash memory, libros, tesis.

3. Materiales de investigación

Variedades de papa: INIAP-Natividad, Chaucha Roja, Chaucha Amarilla, Puca Shungo, Coneja Negra.

Fertilizantes: Sulpomag, urea, muriato de potasio, nitrato de calcio, 18, 46,0, Kelik zinc 10 % p/v (foliar), Trazex zinc 25 % (suelo), Kelik hierro 7.5 % p/v (foliar), Trazex hierro 22 % (suelo).

C. METODOLOGÍA

1. Factores en estudio

Se estudió el efecto de dos factores:

FACTOR A	VARIEDADES
A1	Chaucha Roja
A2	INIAP-Natividad
A3	Chaucha Amarilla
A4	Puca Shungo
A5	Coneja Negra

FACTOR B	TIPOS DE FERTILIZACIÓN
B1	40 Kg/Ha Hierro (22%) y 20 Kg/Ha de Zinc (25%)edáfico
B2	40 kg/ha de Hierro (22%)edáfico
B3	20 Kg/Ha de Zinc (25%) edáfico
B4	Sin aplicación
B5	2cm ³ de kelik zinc (10%)/litro de agua
B6	5cm ³ de kelik hierro (7,5%)/litro

2. Tratamientos

La combinación de los factores dió un total de 30 tratamientos, (Cuadro 1).

Cuadro 1. Tratamientos para la Biofortificación Agronómica de Tubérculos de Papa.

Tratamiento	Interacción	Interpretación
T1	V1 + Fe edáfico + Zn edáfico	Chaucha Roja, 40 kg/ha de Hierro, 20 kg/ha de Zinc
T2	V1 + Fe edáfico - Zn edáfico	Chaucha Roja, 40 kg/ha de Hierro
T3	V1 - Fe edáfico+ Zn edáfico	Chaucha Roja, 20 kg/ha de Zinc
T4	V1 Testigo	Chaucha Roja, Sin aplicación de fertilizantes
T5	V1 – Fe foliar + Zn foliar	Chaucha Roja, 2 cm ³ de kelik zinc/litro de agua
T6	V1 + Fe foliar – Zn foliar	Chaucha Roja, 5 cm ³ de kelik hierro/litro de agua
T7	V2 + Fe edáfico + Zn edáfico	I-Natividad, 40 kg/ha de Hierro, 20 kg/ha de Zinc
T8	V2 + Fe edáfico - Zn edáfico	I-Natividad, 40 kg/ha de Hierro
T9	V2 - Fe edáfico+ Zn edáfico	I-Natividad, 20 kg/ha de Zinc
T10	V2 Testigo	I-Natividad, Sin aplicación de fertilizantes
T11	V2 – Fe foliar + Zn foliar	I-Natividad, 2 cm ³ de kelik zinc/litro de agua
T12	V2 + Fe foliar – Zn foliar	I-Natividad, 5 cm ³ de kelik hierro/litro de agua
T13	V3 + Fe edáfico + Zn edáfico	Chaucha Amarilla, 40 kg/ha de Hierro, 20 kg/ha de Zinc
T14	V3 + Fe edáfico - Zn edáfico	Chaucha Amarilla, 40 kg/ha de Hierro
T15	V3 - Fe edáfico+ Zn edáfico	Chaucha Amarilla, 20 kg/ha de Zinc
T16	V3 Testigo	Chaucha Amarilla, Sin aplicación de fertilizantes
T17	V3 – Fe foliar + Zn foliar	Chaucha Amarilla, 2 cm ³ de kelik zinc/litro de agua
T18	V3 + Fe foliar – Zn foliar	Chaucha Amarilla, 5 cm ³ de kelik hierro/litro de agua
T19	V4 + Fe edáfico + Zn edáfico	PucaShungo, 40 kg/ha de Hierro, 20 kg/ha de zinc
T20	V4 + Fe edáfico - Zn edáfico	PucaShungo, 40 kg/ha de Hierro
T21	V4 - Fe edáfico+ Zn edáfico	PucaShungo, 20 kg/ha de Zinc
T22	V4 Testigo	PucaShungo, Sin aplicación de fertilizantes
T23	V4 – Fe foliar + Zn foliar	PucaShungo, 2 cm ³ de kelik zinc/litro de agua
T24	V4 + Fe foliar – Zn foliar	PucaShungo, 5 cm ³ de kelik hierro/litro de agua
T25	V5 + Fe edáfico + Zn edáfico	Coneja Negra, 40 kg/ha de Hierro, 20 kg/ha de Zinc
T26	V5 + Fe edáfico - Zn edáfico	Coneja Negra, 40 kg/ha de Hierro
T27	V5 - Fe edáfico+ Zn edáfico	Coneja Negra, 20 kg/ha de Zinc
T28	V5 Testigo	Coneja Negra, Sin aplicación de fertilizantes
T29	V5 – Fe foliar + Zn foliar	Coneja Negra, 2 cm ³ de kelik zinc/litro de agua
T30	V5 + Fe foliar – Zn foliar	Coneja Negra, 5 cm ³ de kelik hierro/litro de agua

Elaborado por: GAVILANES, L. 2015.

3. Tipo de diseño experimental

Se utilizó un Diseño de Parcela Dividida con cuatro repeticiones. En la parcela grande se ubicó las variedades y en la subparcela los tipos de fertilización edáfica y foliar.

a. Análisis estadístico

En el Cuadro 2, se presenta el esquema del análisis de varianza que se utilizó en el ensayo.

Cuadro 2. Esquema del Análisis de Varianza (Adeva) para el Efecto de la Fertilización Foliar y Edáfica con Hierro y Zinc para la Biofortificación Agronómica del Tubérculo de Papa en Tunshi/Chimborazo, 2015.

FUENTES DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD
TOTAL	119
REPETICIONES	3
VARIETADES(A)	4
ERROR (a)	12
TIPOS DE FERTILIZACIÓN (B)	5
B1 vs B2	1
B1 vs B3	1
B1 vs B5	1
B1 vs B6	1
B3 vs B5	1
V x T	20
ERROR (b)	75
Promedio	u
Coefficiente de variación(a)	%
Coefficiente de variación en (b)	%

Elaborado por: GAVILANES, L. 2015.

b. Análisis funcional

- 1) Se realizó el análisis de varianza
- 2) Se determinó el coeficiente variación que fue expresado en porcentaje
- 3) Se realizó la separación de medias utilizando Tukey al 5% para variedades cuando hubo diferencias altamente significativas y significativas en las variables agronómicas.
- 4) Contrastes Ortogonales y prueba DMS al 5% para los tipos de fertilización en las variables de calidad nutricional.

4. Especificaciones del campo experimental

a. Especificación de la parcela grande

Forma de la parcela	Rectangular
Ancho de la parcela	40m
Largo de la parcela	66m
Área de la parcela	2640m ²
Número de repeticiones	4
Número tratamientos por repetición	30
Número de unidades experimentales	120

b. Especificaciones de la subparcela

Ancho de la parcela	4,4m
Largo de la parcela	3,0m
Área de la parcela	13,2m ²
Distancia entre surco	1,10m
Distancia entre tubérculos	0,30m
Numero de surcos	4

c. Especificaciones de la parcela neta

Área de la parcela neta	5,28m ²
Largo de la parcela	2,40m
Ancho de la parcela	2,2m
Número de semillas por golpe	1
Número de semillas por surco	8
Número de semillas por parcela	16
Numero de surcos	16

d. Unidad de observación

La unidad de observación estuvo constituida por la parcela neta y para la determinación de las variables de calidad nutricional se tomó una muestra de 2 Kg de tubérculos de cada tratamiento.

D. VARIABLES Y MÉTODOS DE EVALUACIÓN

1. Variables Agronómicas

a. Altura de planta al 50% de floración

Se evaluó cuando el cultivo presentó el 50 % de floración parra ello se tomó la altura de todas las plantas de la parcela neta desde la base hasta la parte apical del tallo principal, para la medición se utilizó un flexómetro y se reportó la altura de cada unidad experimental en centímetros. (Anexo 12).

b. Número de tubérculos por planta

En el momento de la cosecha, se contabilizó el número de tubérculos de todas las plantas existentes en la parcela neta, y se obtuvo un número promedio de tubérculos por planta de cada tratamiento. (Anexo 13).

c. Rendimiento por planta (kg/planta)

Se realizó la cosecha de las plantas de la parcela neta, se registró el peso de su producción de Categoría Gruesa, Semilla y Cuchi y se dividió para el número de plantas cosechadas. Se expresó en Kg/planta. (Anexo 14).

d. Rendimiento por parcela neta (kg/pn)

Se determinó una vez cosechada la parcela neta, y se expresó en kg/parcela. (Anexo 15).

2. Variables de Calidad Nutricional

a. Contenido de Hierro y Zinc en pulpa y cáscara del tubérculo

Para la determinación de Hierro y Zinc se preparó muestras tanto de cascara y pulpa de cada tratamiento por repetición, el análisis se realizó en el Laboratorio de Manejo de Suelos y Aguas (DMSA) de la EESC-INIAP.

Para el análisis se utilizó: El plasma de acoplamiento inductivo (ICP) la cual es una fuente de ionización que junto a un espectrofotómetro de emisión óptico (OES) constituye el equipo de ICP-OES técnica mediante la cual es posible determinar de forma cuantitativa la mayoría de los elementos de la tabla periódica a niveles traza y ultratrazo.

b. Materia seca en pulpa y cáscara del tubérculo

Para determinar la materia seca en pulpa y cáscara cada tubérculo se dividió en 4 partes iguales y se tomó una cuarta parte hasta terminar con todos los tubérculos, luego se separó en la tabla de picar la cascara y pulpa se picó finamente, se tomó el peso fresco de cáscara y pulpa.

Cada muestra se identificó respectivamente para luego colocarlas en una estufa de ventilación forzada por un tiempo de 48-72 horas a una temperatura de 65 °C a 70°C, pasado este tiempo se tomó el peso seco de cáscara y pulpa y se procedió a aplicar la siguiente formula:

$$\% \text{ Materia seca} = \frac{\text{peso materia seca pulpa}}{\text{peso materia humeda pulpa}} * 100$$

c. Extracción de Hierro y Zinc en pulpa y cáscara del tubérculo

Para determinar la extracción de Hierro y Zinc en el tubérculo ya sea en cáscara y pulpa, se utilizó los resultados de análisis químico y datos de materia seca en cáscara y pulpa, aplicando las siguientes fórmulas:

Ex Fe p= MS p (kg/Ha) x Fe (ppm) / 1000 Donde:

Ex Fe p= Extracción de Hierro en la pulpa (g/Ha)

MS p= Materia seca en pulpa (g/Ha)

Fe p= Hierro en pulpa en ppm

Ex Zn p= MS p (kg/Ha) x Zn (ppm) / 1000 Donde:

Ex Zn p= Extracción de Zinc en la pulpa (g/Ha)

MS p= Materia seca en pulpa (g/Ha)

Zn p= Zinc en pulpa en ppm

E. MANEJO ESPECÍFICO DEL EXPERIMENTO

1. Labores pre culturales

a) Muestreo

Se realizó el muestreo de suelo del lote experimental, para ello se efectuó un recorrido en zig-zag tomando en cada punto una muestra simple (submuestra) con el barreno hasta completar un número de 30 submuestras, posteriormente se mezcló para formar

una muestra compuesta de la cual se tomó 1 kg para su respectivo análisis químico en el laboratorio del DMSA de la EESC-INIAP.

b) Preparación del suelo

Se realizó en forma mecanizada lo cual consistió en un pase de arado y dos de rastra esto se realizó con la finalidad de incorporar restos de cultivos anteriores en el lote.

c) Trazado de la parcela

Se realizó el trazado de la parcela utilizando las especificaciones del campo experimental establecidas en el croquis del ensayo Anexo 1, para ello se utilizó estacas y piola.

d) Surcado

Se realizó en forma mecanizada a una distancia de 1,1m entre surcos.

2. Labores Culturales

a. Selección y obtención de la semilla de los cultivares

Para la selección de la semilla se tomó en cuenta el porcentaje de brotación y condiciones fitosanitarias de los mismos.

La semilla de papa Chaucha Roja, Chaucha Amarilla, INIAP-Natividad, y Puca Shungo se obtuvieron en CONPAPA Chimborazo, las mismas que tienen un tamaño uniforme y un peso alrededor de 60 g, mientras que la semilla de papa Coneja negra se adquirió en el Mercado Mayorista de Latacunga las mismas que no fueron de un tamaño uniforme ni brotes de buenas características y condiciones fitosanitarias puesto que fue muy difícil la obtención de esta variedad.

b. Fertilización

Con los resultados del análisis químico se determinó la cantidad de fertilizante a utilizar, conforme al Anexo 2.y Anexo 3.

Para la siembra se aplicó una mezcla homogénea compuesta de 18-46-0 (650kg/Ha), sulphomag (50Kg/Ha) y muriato de potasio (50kg) en cada surco se colocó una cantidad homogénea a chorro continuo en el fondo del mismo, seguido se procedió a tapar con una capa delgada de suelo.

Luego se colocaron los tratamientos edáficos que consistió en la aplicación al fondo del surco de Trazex hierro 22% (40Kg/Ha) y Trazex zinc 25% (20Kg/Ha), evitando que exista perdida del material por presencia de vientos o adherencia de estas partículas finas en el recipiente de almacenamiento o tara, por último se tapó con una fina capa de suelo. Los fertilizantes foliares Kelik zinc 10 % p/v EDTA y Kelik hierro 7.5 % p/v EDTA se aplicaron cada ocho días. Se realizó 5 aplicaciones foliares de Zn y 5 de Fe en cada variedad cada ocho días hasta completar el número de aplicaciones, las fechas de aplicación fueron:

Para Chaucha Roja, Chaucha Amarilla y Natividad a los 55, 62, 69, 76 y 83 días después de la siembra (dds), mientras que para Puca Shungo a los 58, 65, 72, 79, y 86 dds y Coneja Negra a los 79, 86, 93, 100 y 107 días después de la siembra.

Cuadro 3. Cantidad de Hierro y Zinc Aplicados en Forma Foliar para la Biofortificación Agronómica del Tubérculo de Papa en Tunshi/Chimborazo, 2015.

ltsH2O/parcela	cc Kelik Fe/4 parcelas	ltH20/Ha	cc Fe/Ha	Lt Fe/Ha
1,25	31,25	1183,71	5918,56	5,92
ltsH2O/parcela	cc Kelik Zn/4 parcelas	ltH20/Ha	ccZn/Ha	Lt Zn/Ha
1,25	12,5	1183,71	2367,42	2,37

Elaborado por: GAVILANES, L.2015.

Los fertilizantes utilizados fueron:

18-46-0 (18-46) % N, P₂O₅

Sulpomag (22-18-11) % de K₂O, S, Mg

Muriato de potasio (60) % de K₂O

Nitrato de calcio Ca(NO₃)₂

Urea (46) % de N

Zinc

Kelik zinc 10 % p/v EDTA (foliar)

Trazex zinc: Zn 25 %, (suelo)

Hierro

Kelik Fe 7.5 % p/v EDTA (foliar)

Trazex hierro: Fe 22 % (suelo)

Cuadro 4. Cantidad de Fertilizantes Aplicados para la Biofortificación Agronómica del Tubérculo de Papa en Tunshi. 2015.

FERTILIZANTES	Kg/Ha
Aplicados a la siembra	
18-46-0	650
Sulpomag	50
Muriato de K	50
Aplicado al rascadillo	
Nitrato de calcio	150
Aplicado al aporque	
Urea (46%)	50

Elaborado por: GAVILANES, L.2015

c. Siembra

La siembra se llevó a cabo el 15-11-2013, se colocó un tubérculo-semilla por golpe al fondo del surco, a una distancia de 30 cm, luego se tapó en forma manual con un azadón.

d. Control de malezas

Esta labor se realizó en forma manual, durante el ciclo del cultivo

e. Aporque

Se realizó el medio aporque a los 55 días después de la siembra y se utilizó 150 Kg/Ha de Nitrato de Calcio colocando al lado de la planta, el segundo aporque fue a los 76 (dds) se colocó 50Kg/Ha de urea en banda lateral a 10cm de cada planta.

f. Controles fitosanitarios

En la primera etapa fenológica del cultivo existió un fuerte ataque de pulgilla por ello se aplicó Tiametoxam + Lambdacihalotrina (Engeo) en una dosis de 1ml.litro^{-1} , pero debido al persistente ataque de esta plaga nuevamente se aplicó el producto dentro de 15 días.

Para el control de Tizón Tardío (*Phytophthora infestans*) se aplicó Clorotalonil (Daconil 720) en una dosis de 2ml.litro^{-1} a los 50 dds, Metalaxil+ Mancozeb a los 64 dds producto sistémico en polvo mojable para disminuir la presencia de (*Phytophthora infestans*) especialmente en Chaucha Roja, Chaucha Amarilla y Coneja Negra que llegaron a un porcentaje de incidencia del 70%.

A los 78 dds se aplicó Propineb (Antracol) (2g/litro) debido a que en esos días existió leves lluvias lo cual produjo la presencia de (*Phytophthora infestans*) especialmente en la variedad Coneja Negra, se realizaron aplicaciones de acuerdo a la situación del cultivo como se detalla en el Anexo 4.

g. Cosecha

La cosecha se realizó de forma manual cuando las plantas alcanzaron la senescencia completa y sus tallos se encontraban tendidos en el suelo. Se determinó el número de plantas por parcela neta para luego cosechar cada planta, seguidamente se contó el número de tubérculos pertenecientes a Categoría Gruesa, Segunda y Cuchi /parcela neta. Se tomó el peso /parcela en gramos de igual manera por categorías.

Se efectuaron 4 cosechas:

La primera cosecha se realizó a los 147 días después de la siembra (dds) donde se cosecharon las variedades Chaucha Roja y Chaucha Amarilla, la segunda se efectuó a los 186 días después de la siembra (dds) para Natividad, la tercera a los 206 días después de la siembra (dds) para Puca Shungo y la cuarta para Coneja Negra a los 223 días después de la siembra (dds).

3. Procesamiento de muestras para análisis de nutrientes

Para determinar el contenido de nutrientes en los tubérculos se procedió de la siguiente forma.

Se tomó una muestra de tubérculos de 2000g, para ello en el momento de la cosecha se clasificó y pesó los tubérculos cosechados de la parcela neta, en tres categorías: papa comercial de primera (peso mayor a 60 g), papa comercial de segunda “semilla” (peso entre 30 a 60 g.) y para desecho (peso menor a 30 g y deformes) .Se determinó el porcentaje de cada categoría para tomar una muestra homogénea. Se colocó en malla plástica debidamente identificada y se lavó las muestras con agua corriente luego se enjuagó en agua destilada, para secarlas bajo sombra.

Cada tubérculo se dividió en cuatro partes y se tomó una cuarta parte de este hasta terminar con todos, luego se peló separando la cáscara y pulpa para proceder al picado de cada uno, finalmente se tomó los pesos frescos de cáscara y pulpa del total de pulpa se tomó una sub - muestra de 200g.

Se identificaron cada una de las muestras y secaron en una estufa de ventilación forzada por un tiempo de 48 a 72 horas a una temperatura de 65 °C a 70 °C, para finalmente registrar el peso seco.

Una vez tomados los pesos secos las muestras se molieron y analizó el contenido de Fe y Zn en cáscara y pulpa respectivamente.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A. VARIABLES AGRONÓMICAS

a. Altura de planta al 50% de floración

El análisis de varianza para altura de planta al 50% de floración (Cuadro 5), indica que existe diferencia altamente significativa para variedades y tipos de fertilización y no significativa para la interacción variedades por tipos de fertilización. El promedio general de altura fue de 63,95 cm, el coeficiente de variación para variedades fue 20,62 % y 7,07% para tipos de fertilización.

Cuadro 5. Análisis de Varianza para Altura de Planta al 50% de Floración para la Biofortificación Agronómica del Tubérculo de Papa en Tunshi/Chimborazo, 2015.

FUENTES DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	C.M.	SIGNIFICANCIA
TOTAL	119		
REPETICIONES	3	181,84,	ns
VARIEDADES (A)	4	6817,11	**
ERROR (a)	12	173,94	
TIPOS DE FERTILIZACION (B)	5	78,57	**
V x T	20	20,83	ns
ERROR (b)	75	20,44	
Promedio	u	63,95	
Coeficiente de variación (a)	%	20,62	
Coeficiente de variación en (b)	%	7,07	

Elaborado por: GAVILANES, L.2015

ns: No significativo

*: Significativo

** : Altamente significativo

Mediante Tukey al 5% (Cuadro 6) se determinó que la variedad Coneja Negra se ubica en el nivel "a" con una altura promedio de 91,47 cm comportamiento normal de esta variedad. Mientras que la variedad Chaucha Roja y Chaucha Amarilla con valores de 52,40 y 52,05 cm respectivamente se ubican en un nivel "d" comportamiento normal, pues según INIAP (2010), estas variedades tienen hábito de crecimiento decumbente

es decir que sus bajas alturas es una característica genética, además el mismo autor menciona que se adaptan de mejor manera en alturas que van desde 3000 hasta 3300 m.s.n.m. tomando en cuenta que el presente ensayo se efectuó a una altura de 2731m.s.n.m. La variedad Puca Shungo e Iniap-Natividad están en un rango intermedio con valores de 68,85 y 55 cm

Resultados que confirman lo dicho por Bonilla (2009), quien señala que la altura de planta es una variable que depende tanto del comportamiento genético como de las condiciones climáticas de un determinado lugar.

Cuadro 6. Prueba de Tukey al 5% para Altura de Planta al 50% de Floración en Variedades para el efecto de la Biofortificación Agronómica del tubérculo de Papa en Tunshi/Chimborazo, 2015.

VARIETADES	MEDIAS (cm)	NIVEL
Coneja Negra	91,47	a
Puca Shungo	68,85	b
INIAP-Natividad	55,00	c
Chaucha Roja	52,40	d
Chaucha Amarilla	52,05	d

Elaborado por: GAVILANES, L.2015.

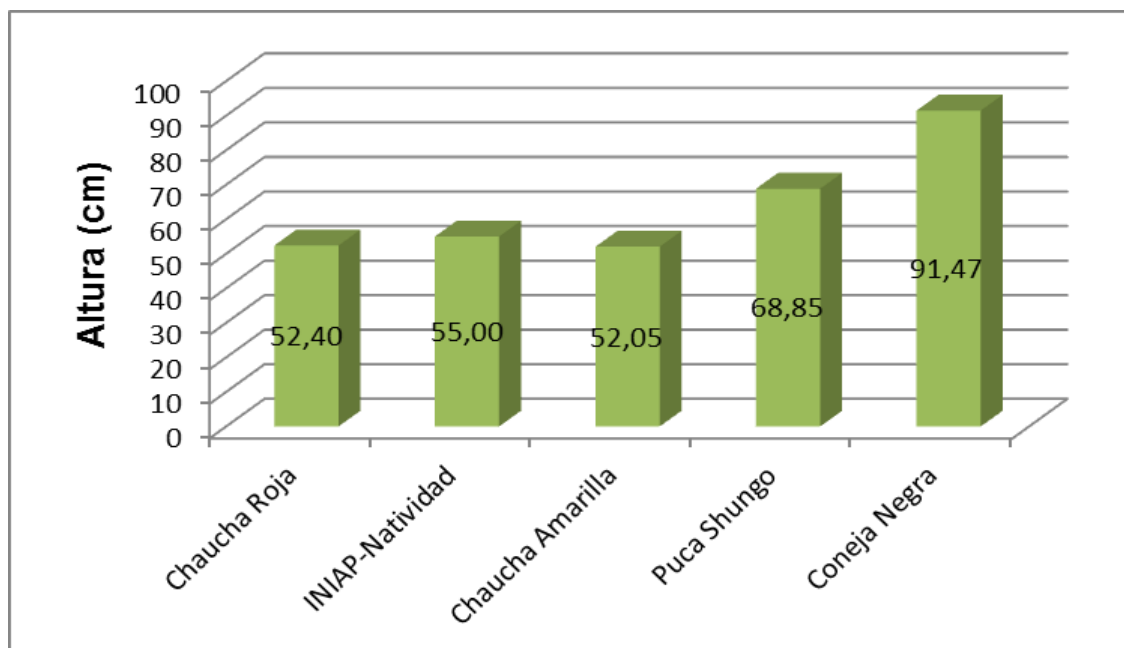


Gráfico 1. Altura de Planta al 50% de Floración en Variedades para la Biofortificación Agronómica del Tubérculo de Papa en Tunshi/Chimborazo, 2015.
Elaborado por: Gavilanes, L.2015.

En la prueba de Tukey al 5% (Cuadro 7) para los tipos de fertilización se estableció que mediante la fertilización con Zn edáfico, el cultivo de papa alcanzó una altura de 66,90 cm siendo un nivel "a" lo cual confirma lo dicho por Arcos (2011), quien manifiesta que el zinc está involucrado en la división celular, al igual que Sequi, P. (2004), menciona que el retraso del crecimiento de la planta se produce cuando existe una deficiencia de zinc debido a que este es necesario para la producción de una hormona del crecimiento como es el ácido indolacético (auxina).

Mientras que con una altura de 61,43 cm un rango "c" para aquel tratamiento en el que no se aplicó ningún tipo de fertilización es por ello su diferencia en altura con los demás tratamientos. Los demás tipos de fertilización presentan rangos intermedios según el análisis estadístico.

Cuadro 7. Prueba de Tukey al 5% para Altura de Planta en Tipos de Fertilización para la Biofortificación Agronómica del Tubérculo de Papa en Tunshi/Chimborazo, 2015.

TIPOS DE FERTILIZACIÓN	MEDIAS (cm)	NIVEL
Zn edáfico	66,90	a
Zn foliar	65,47	ab
Fe foliar	64,14	ab
Fe edáfico	62,97	ab
Fe + Zn edáfico	62,80	ab
Testigo	61,43	b

Elaborado por: GAVILANES, L.2015.

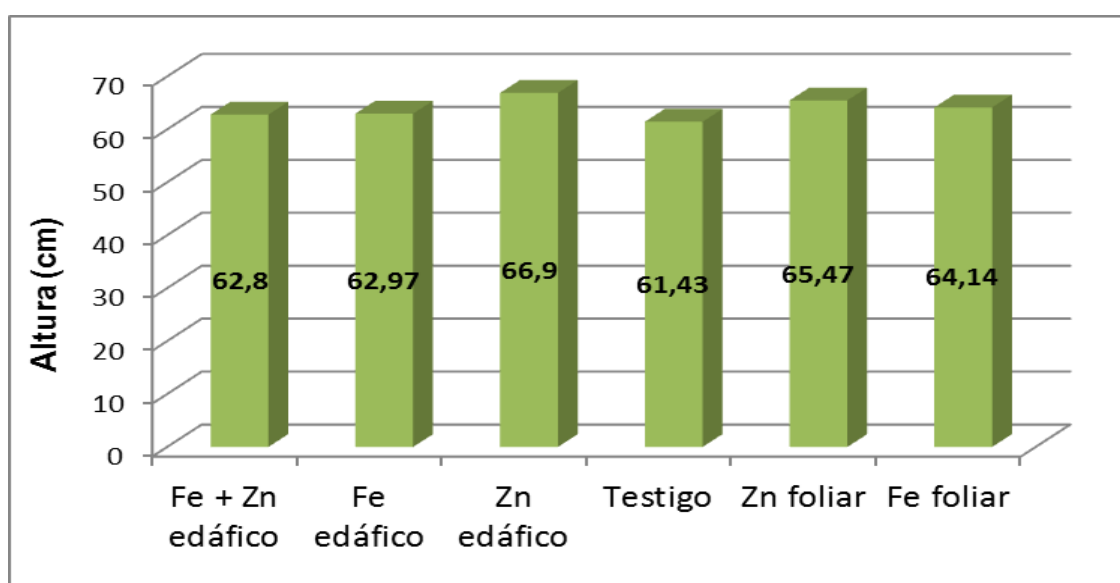


Gráfico 2. Altura de Planta al 50% de Floración en Tipos de Fertilización para la Biofortificación Agronómica del Tubérculo de Papa en Tunshi/Chimborazo, 2015.

Elaborado por: Gavilanes, L.2015.

b. Número de tubérculos por planta

Mediante el análisis de varianza para número de tubérculos por planta (Cuadro 8), indica que hay diferencia altamente significativa para variedades, no significativa para tipos de fertilización y la interacción variedades por tipos de fertilización. El promedio general fue 23,63 tubérculos por planta y el coeficiente de variación fue 27,39% para variedades, mientras que para tipos de fertilización fue 19,35%.

Cuadro 8. Análisis de Varianza para Número de Tubérculos por Planta para la Biofortificación Agronómica del Tubérculo de Papa en Tunshi/Chimborazo, 2015.

FUENTES DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	C.M.	SIGNIFICANCIA
TOTAL	119		
REPETICIONES	3	60,76	ns
VARIETADES (A)	4	1110,82	**
ERROR (a)	12	41,92	
TIPOS DE FERTILIZACION (B)	5	40,48	ns
V x T	20	28,59	ns
ERROR (b)	75	20,92	
Promedio	u	23,63	
Coefficiente de variación (a)	%	27,39	
Coefficiente de variación en (b)	%	19,35	

Elaborado por: GAVILANES, L.2015.

ns: No significativo

*: Significativo

** : Altamente significativo

Al separar medias de variedades por Tukey al 5% (Cuadro 9) se estableció que la variedad Chaucha Amarilla produjo el mayor número de tubérculos por planta, ubicándose en un nivel “a” con 32,04 tubérculos, y en último lugar se ubica INIAP_Natividad con apenas un promedio de 16,21 tubérculos por planta, las otras variedades se ubican en rangos intermedios.

Según Romero (2013), el número de tubérculos para Chaucha Amarilla es de 20 valor que está dentro del rango, el mismo autor menciona que Natividad produce de 20 a 24 dando un número inferior de 16,21 tubérculos en el presente ensayo.

Estos resultados comprueban lo manifestado por Rousselle (1996), quien manifiesta que el número de tubérculos está influenciado por los factores del medio ambiente, principalmente el fotoperiodo y la temperatura.

Cuadro 9. Prueba de Tukey al 5% para Número de Tubérculos por Planta en Variedades para la Biofortificación Agronómica del Tubérculo de Papa en Tunshi/Chimborazo, 2015.

VARIETADES	MEDIAS	NIVEL
Chaucha Amarilla	32,04	a
Coneja Negra	28,67	ab
Chaucha Roja	23,46	b
Puca Shungo	17,80	c
INIAP-Natividad	16,21	d

Elaborado por: GAVILANES, L.2015.

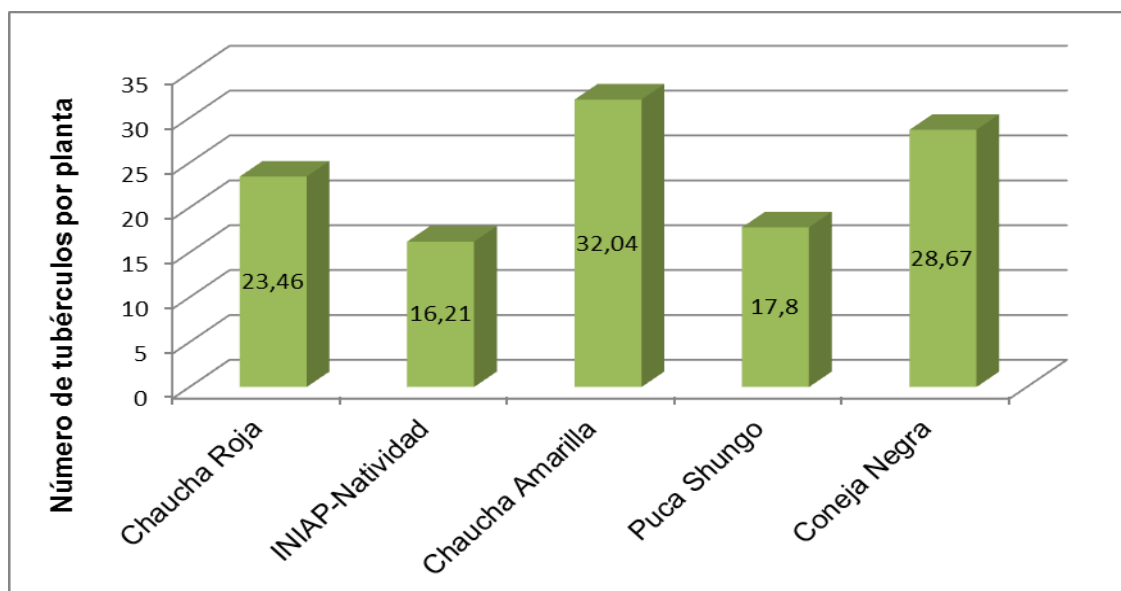


Gráfico 3. Número de Tubérculos por Planta en Variedades para la Biofortificación Agronómica del Tubérculo de Papa en Tunshi/Chimborazo, 2015.

Elaborado por: Gavilanes, L.2015.

c. Rendimiento por planta (Kg/planta)

Mediante el análisis de varianza para el rendimiento por planta (Cuadro 10), se determinó diferencia altamente significativa para variedades, no significativa para tipos de fertilización, y la interacción variedades por tipos de fertilización. El promedio general fue 0,83 kg /planta, el coeficiente de variación para variedades es 30,98% y el coeficiente de variación para tipos de fertilización fue 20,34%.

Cuadro 10. Análisis de varianza para Rendimiento por Planta para Biofortificación Agronómica del Tubérculo de Papa Tunshi/Chimborazo 2015.

FUENTES DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	C.M.	SIGNIFICANCIA
TOTAL	119		
REPETICIONES	3	0,04	ns
VARIEDADES (A)	4	0,64	**
ERROR (a)	12	0,07	
TIPOS DE FERTILIZACION (B)	5	0,03	ns
V x T	20	0,02	ns
ERROR (b)	75	0,03	
Promedio	u	0,83	
Coefficiente de variación (a)	%	30,98	
Coefficiente de variación en (b)	%	20,34	

Elaborado por: GAVILANES, L. 2015.

ns: No significativo

*: Significativo

** : Altamente significativo

Mediante la separación de medias según Tukey al 5% (Cuadro 11) se determinó que la variedad Puca Shungo e INIAP-Natividad registraron un rendimiento por planta de 1,06 y 0,95 kg por lo que se ubican en el rango "a" y difieren significativamente del resto de variedades como Coneja Negra, Chaucha Amarilla y Chaucha Roja con rendimientos de 0,77 ; 0,70 y 0,69 kg/planta respectivamente, ubicándose en un rango "b" Este comportamiento puede ser atribuido a que según INIAP(2010), las variedades Chaucha Roja, Chaucha Amarilla y Coneja Negra tienen rendimientos bajos por ser nativas en comparación con las mejoradas quienes tienen como característica altos rendimientos.

Resultados que corroboran lo obtenido por Romero (2013), quien obtuvo rendimientos de 0,45 y 0,26 kg/planta para Chaucha Roja y Chaucha Amarilla rendimientos por planta bajos debido a que son variedades nativas.

Cuadro 11. Prueba de Tukey al 5% para Rendimiento por Planta (Kg) en Variedades para la Biofortificación Agronómica del Tubérculo de Papa en Tunshi/Chimborazo, 2015.

VARIEDAD	MEDIAS(kg/planta)	NIVEL
Puca Shungo	1,06	a
INIAP-Natividad	0,95	a
Coneja Negra	0,77	b
Chaucha Amarilla	0,70	b
Chaucha Roja	0,69	b

Elaborado por: GAVILANES, L. 2015.

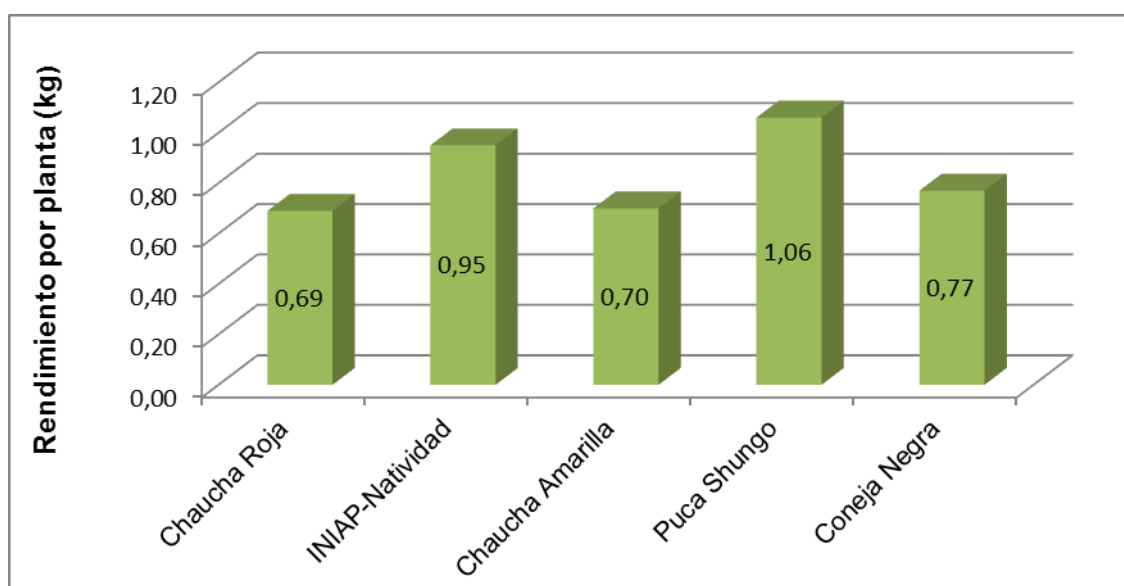


Gráfico 4. Rendimiento por Planta (Kg) en Variedades para la Biofortificación Agronómica del Tubérculo de Papa en Tunshi/Chimborazo, 2015.

Elaborado por: Gavilanes, L.2015.

d. Rendimiento por parcela neta (kg/pn)

Para el rendimiento por parcela neta, el análisis de varianza (Cuadro 12), determinó diferencia altamente significativa para Variedades, no significativa para tipos de fertilización y la interacción variedades por tipos de fertilización.

En promedio el rendimiento kg/parcela neta fue de 12,70, mientras que el coeficiente de variación para variedades fue 28,87% y 21,07% para tipos de fertilización.

Cuadro 12. Análisis de Varianza para Rendimiento por Parcela Neta (Kg) para la Biofortificación Agronómica del Tubérculo de Papa en Tunshi/Chimborazo. 2015.

FUENTES DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	C.M.	SIGNIFICANCIA
TOTAL	119		
REPETICIONES	3	7,44	ns
VARIEDADES(A)	4	181,63	**
ERROR (a)	12	13,45	
TIPOS DE FERTILIZACION (B)	5	8,15	ns
V x T	20	5,40	ns
ERROR (b)	75	7,12	
Promedio	u	12,70	
Coficiente de variación (a)	%	28,87	
Coficiente de variación en (b)	%	21,01	

Elaborado por: GAVILANES, L. 2015.

ns: No significativo

*: Significativo

** : Altamente significativo

La prueba de Tukey al 5% (Cuadro 13) determinó que las variedades Puca Shungo y Natividad se ubican en el nivel "a" con valores de 16,43 y 14,84 kilogramos / parcela respectivamente, mientras que las otras variedades con promedios de 11,15 kg /parcela (Coneja Negra), 10,78 (Chaucha Amarilla) y 10,32 (Chaucha Roja) se ubican en el nivel "b", resultados que confirman lo dicho por Contreras (2001), quien afirma que las variedades mejoradas presentan los más altos rendimientos.

Las variedades nativas como Coneja Negra, Chaucha Amarilla y Chaucha Roja tienen una menor productividad y no engrosan tanto, es decir no desarrollan tubérculos con peso superior a 80 gramos en comparación a las variedades mejoradas (Monteros et al, 2005).

Cuadro 13. Prueba de Tukey al 5% para Rendimiento por Parcela Neta (Kg) en Variedades para la Biofortificación Agronómica del Tubérculo de Papa en Tunshi/Chimborazo, 2015.

VARIEDAD	MEDIAS(kg/p n)	NIVEL
Puca Shungo	16,43	a
INIAP-Natividad	14,84	a
Coneja Negra	11,15	b
Chaucha Amarilla	10,78	b
Chaucha Roja	10,32	b

Elaborado por: GAVILANES, L. 2015.

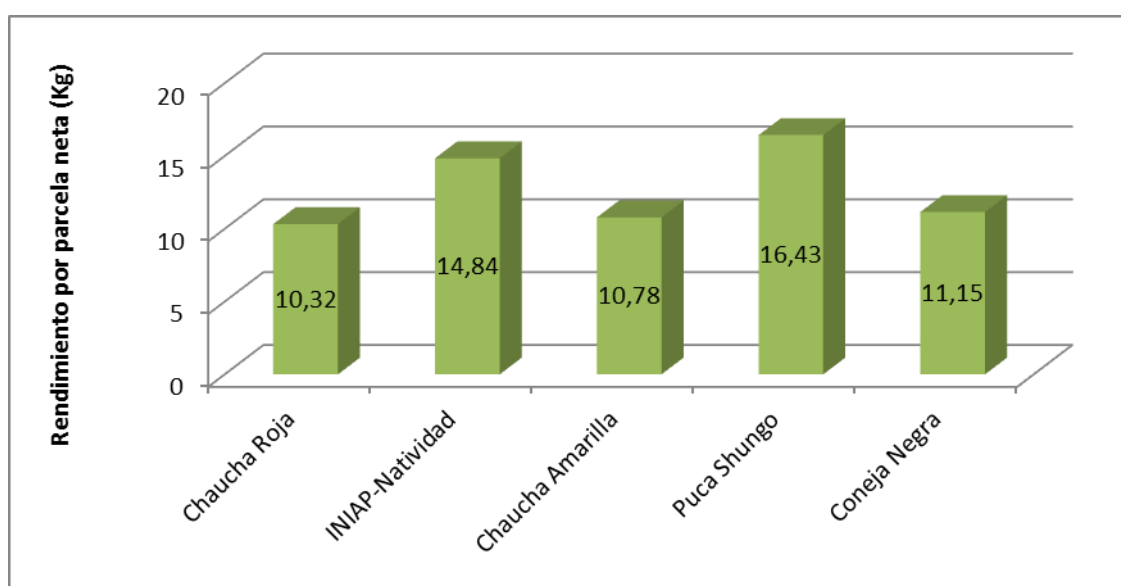


Gráfico 5. Rendimiento por Parcela Neta (Kg) en Variedades para la Biofortificación Agronómica del Tubérculo de Papa en Tunshi/Chimborazo, 2015.

Elaborado por: Gavilanes, L.2015.

B. VARIABLES DE CALIDAD NUTRICIONAL

a. Contenido de hierro en pulpa

En las variables de calidad nutricional se realizó un estudio de los datos de laboratorio, para ello se eliminaron aquellos que estaban demasiado altos o bajos es por ello que no coincide los grados de libertad con el análisis de varianza modelo utilizado en el presente ensayo.

Al realizar el análisis de varianza se determinó diferencia altamente significativa en variedades, significativa en tipos de fertilización e interacción variedades por tipos de fertilización (Cuadro 14). El promedio general de ppm de hierro en pulpa fue de 6,10, el coeficiente de variación para variedades 20,74 % y 10,10 % para tipos de fertilización.

Cuadro 14. Análisis de Varianza para Contenido de Hierro en Pulpa para la Biofortificación Agronómica del Tubérculo de Papa en Tunshi/Chimborazo, 2015.

FUENTES DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	C.M.	SIGNIFICANCIA
TOTAL	117		
REPETICIONES	3	7,06	ns
VARIEDADES(A)	4	1433,36	**
ERROR (a)	12	33,42	
TIPOS DE FERTILIZACION (B)	5	21,93	*
B1 vs B2	1	5,67	ns
B1 vs B3	1	13,46	ns
B1 vs B5	1	16,96	ns
B1 vs B5	1	78,89	**
B3 vs B5	1	3,13	ns
V x T	20	15,98	*
ERROR (b)	73	7,84	
Promedio	u	27,67	
Coeficiente de variación (a)	%	20,74	
Coeficiente de variación en (b)	%	10,10	

Elaborado por: GAVILANES, L. 2015.

ns: No significativo

*: Significativo

En el Cuadro 15, se determinó que la variedad Chaucha Amarilla junto con la fertilización hierro foliar alcanzó 41,25 ppm de hierro en pulpa del tubérculo determinándose en un nivel "a", junto con el testigo con 40,17 ppm. Lo cual se debe a que el contenido de hierro en cada variedad depende más de la genética dato confirmado por Fairweather-Tait (1983), quien manifiesta que la papa tiene altos niveles de ácido ascórbico, que es un promotor de la absorción de hierro y niveles bajos de ácido fítico, un inhibidor de la absorción de hierro.

Comportamiento de Chaucha Amarilla que confirma, Cuesta (2008), quien manifiesta que la coloración amarilla en el tubérculo es un indicativo de altos contenidos de hierro.

La variedad con menor contenido de hierro en pulpa fue Puca Shungo con los diferentes tipos de fertilización es decir que la aplicación de hierro por vía foliar o edáfica no incrementó considerablemente el hierro en pulpa del tubérculo de papa.

Cuadro 15. Prueba de Tukey al 5% para Contenido de Hierro en Pulpa en la Interacción Variedades por Tipos de Fertilización para la Biofortificación Agronómica del Tubérculo de Papa en Tunshi/Chimborazo, 2015.

VARIEDAD	FERTILIZACIÓN	MEDIA	NIVEL
Chaucha Amarilla	Fe foliar	41,25	a
Chaucha Amarilla	Testigo	40,17	a
Chaucha Amarilla	Zn edáfico	37,95	ab
Chaucha Amarilla	Fe edáfico	37,88	ab
Chaucha Roja	Fe edáfico	35,24	abc
Chaucha Amarilla	Fe + Zn edáfico	34,50	abc
Chaucha Roja	Testigo	34,00	abcd
Chaucha Roja	Fe foliar	34,00	abcd
Chaucha Roja	Fe + Zn edáfico	32,80	abcd
Chaucha Amarilla	Zn foliar	31,10	abcde
Chaucha Roja	Zn foliar	31,10	bcdef
Chaucha Roja	Zn edáfico	31,00	bcdef
Natividad	Fe edáfico	28,70	cdefg
Coneja Negra	Zn foliar	27,40	cdefg
Coneja Negra	Fe edáfico	27,30	cdefg
Coneja Negra	Fe foliar	27,20	cdefgh
Coneja Negra	Fe +Zn edáfico	26,50	defgh
Coneja Negra	Testigo	25,10	efghi
Natividad	Fe + Zn edáfico	25,00	efghi
Natividad	Zn foliar	24,60	efghij
Natividad	Zn edáfico	24,40	efghij
Coneja Negra	Zn edáfico	24,20	fghij
Natividad	Fe foliar	23,80	fghijk
Natividad	Testigo	22,20	ghijkl
Puca Shungo	Fe +Zn edáfico	19,50	hijkl
Puca Shungo	Testigo	18,60	ijkl
Puca Shungo	Fe edáfico	17,00	jkl
Puca Shungo	Zn edáfico	16,30	l
Puca Shungo	Fe foliar	16,00	l
Puca Shungo	Zn foliar	15,70	l

Elaborado por: GAVILANES, L. 2015.

b. Contenido de Fe en cáscara

Mediante el análisis de varianza se determinó diferencia altamente significativa para variedades, no significativa para tipos de fertilización y significativa en la interacción variedades por tipos de fertilización (Cuadro 16). El promedio general de hierro en cáscara fue de 78,03 ppm, el coeficiente de variación para variedades 25,94 % y 18,91 % para tipos de Fertilización.

Cuadro 16. Análisis de Varianza para Contenido de Hierro en Cáscara para la Biofortificación Agronómica del Tubérculo de Papa En Tunshi/Chimborazo, 2015.

FUENTES DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	C.M.	SIGNIFICANCIA
TOTAL	119		
REPETICIONES	3	426,87	ns
VARIEDADES(A)	4	14869,83	**
ERROR (a)	12	421,04	
TIPOS DE FERTILIZACION (B)	5	245,07	ns
B1 vs B2	1	332,35	ns
B1 vs B3	1	391,88	ns
B1 vs B5	1	794,77	ns
B1 vs B6	1	993,01	ns
B3 vs B5	1	99,23	ns
V x T	20	449,07	*
ERROR (b)	75	218,22	
Promedio	u	78,03	
Coficiente de variación (a)	%	25,94	
Coficiente de variación en (b)	%	18,91	

Elaborado por: GAVILANES, L. 2015.

ns: No significativo

*: Significativo

** : Altamente significativo

En el Cuadro 17, se determinó que la variedad Chaucha Amarilla junto con la fertilización Fe edáfico alcanzó 124,38 ppm de hierro determinándose en un nivel "a" junto con la misma variedad y aplicación de zinc vía foliar con un valor de 121,53 ppm, lo cual demuestra que la variedad Chaucha tiene alto contenido de hierro como característica genética

Cuadro 17. Prueba de Tukey al 5% para el Contenido de Hierro en Cáscara en la Interacción Variedades por Tipos de Fertilización para la Biofortificación Agronómica del Tubérculo de Papa en Tunshi/Chimborazo, 2015.

VARIEDAD	TRATAMIENTO	MEDIA	NIVEL
Chaucha Amarilla	Fe edáfico	124,38	a
Chaucha Amarilla	Zn foliar	121,53	a
Chaucha Amarilla	Zn edáfico	119,00	ab
Chaucha Amarilla	Testigo	113,65	abc
Chaucha Amarilla	Fe foliar	106,43	abcd
Chaucha Amarilla	Fe + Zn edáfico	105,00	abcd
Coneja Negra	Fe edáfico	100,70	abcde
Chaucha Roja	Fe + Zn edáfico	98,20	abcdef
Chacha Roja	Zn edáfico	94,50	abcdefg
Chaucha Roja	Fe foliar	89,70	abcdefgh
Coneja Negra	Testigo	87,40	abcdefghi
Chaucha Roja	Testigo	85,40	abcdefghij
Chaucha Roja	Fe edáfico	79,90	bcdefghijk
Coneja Negra	Zn edáfico	76,20	cdefghijk
Coneja Negra	Fe foliar	72,60	defghijk
Chaucha Roja	Zn foliar	70,90	defhijk
Puca Shungo	Fe edáfico	70,90	defghijk
Puca Shungo	Fe+ Zn edáfico	68,20	defghijk
Puca Shungo	Fe foliar	67,10	defghijk
Coneja Negra	Zn foliar	63,90	efghijk
Puca Shungo	Testigo	60,50	efghijk
Puca Shungo	Zn foliar	59,90	fghijk
Coneja Negra	Fe + Zn edáfico	59,20	fghijk
Natividad	Fe foliar	57,40	ghijk
Natividad	Zn foliar	56,10	ghijk
Natividad	Zn edáfico	49,50	hijk
Natividad	Fe + Zn edáfico	47,00	Ijk
Puca Shungo	Zn edáfico	46,30	jk
Natividad	Fe edáfico	46,20	jk
Natividad	Testigo	43,90	k

Elaborado por: GAVILANES, L. 2015.

c. Contenido de zinc en pulpa

Mediante el análisis de varianza para el contenido de Zinc en pulpa (Cuadro 18), se determinó que existe diferencia altamente significativa para variedades y tipos de fertilización. El promedio general de ppm de zinc en pulpa fue de 6,10, el coeficiente de variación para variedades 51,86 % y 38,60% para tipos de fertilización.

Cuadro 18. Análisis de Varianza para Contenido de Zinc en Pulpa para la Biofortificación Agronómica del Tubérculo de Papa en Tunshi/Chimborazo, 2015.

FUENTES DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	C.M.	SIGNIFICANCIA
TOTAL	119		
REPETICIONES	3	4,95	ns
VARIEDADES (A)	4	250,39	**
ERROR (a)	12	10,01	
TIPOS DE FERTILIZACION (B)	5	57,81	**
B1 vs B2	1	10,30	ns
B1 vs B3	1	0,60	ns
B1 vs B5	1	174,72	**
B1 vs B6	1	48,18	**
B3 vs B5	1	59,54	**
V x T	20	9,26	ns
ERROR (b)	75	5,54	
Promedio	u	6,10	
Coeficiente de variación (a)	%	51,86	
Coeficiente de variación en (b)	%	38,60	

Elaborado por: GAVILANES, L. 2015.

ns: No significativo

*: Significativo

** : Altamente significativo

Según la prueba de Tukey al 5% (Cuadro 19) se determinó que la variedad Chaucha Amarilla alcanzó el mayor contenido de zinc en pulpa con 9,23 ppm nivel "a". En el último nivel "c" se ubica la variedad Natividad con 3,46 ppm y Puca Shungo con 1,95 ppm de zinc. Las otras variedades se ubican en posiciones intermedias entre estos dos

rangos, resultados que concuerdan con lo encontrado por Valverde (2012), quien reporta que la concentración de zinc en pulpa de acuerdo a las variedades es mayor en Chaucha Roja y Chaucha Amarilla.

Cuadro 19. Prueba de Tukey al 5% para Contenido de Contenido de Zinc en Pulpa en Variedades para la Biofortificación Agronómica del Tubérculo de Papa en Tunshi/Chimborazo, 2015.

VARIEDAD	MEDIA	NIVEL
Chaucha Amarilla	9,23	a
Chaucha Roja	8,62	ab
Coneja Negra	7,24	b
Natividad	3,46	c
Puca Shungo	1,95	c

Elaborado por: GAVILANES, L. 2015.

Al realizar comparaciones ortogonales (Cuadro 20), se estableció diferencia altamente significativa en la fertilización Fe + Zn edáfico (8,64ppm) frente a aquel en el que se colocó Zn foliar (6,66 ppm) lo cual representa un incremento de 1,98 ppm de zinc equivalente a 29,73% a favor de la fertilización Fe + Zn edáfico resultado que demuestra lo dicho por Arcos (2011), quien afirma que la fertilización foliar debe ser considerada únicamente como una aplicación suplementaria pues no reemplaza en absoluto a la fertilización que se aplica al suelo ya que se la utiliza para corregir deficiencias de aquellos nutrimentos que no existen o no se pueden aprovechar eficientemente mediante la fertilización al suelo.

En el Cuadro 20, en todos los casos presentó mejor comportamiento la fertilización edáfica ya sea en la que se combinó el Fe +Zn, como también en aquel que se aplicó únicamente zinc edáfico.

El mayor incremento en la concentración de zinc en pulpa estuvo asociado con la aplicación al suelo de 40 y 20 kg/ha de Fe y Zn frente al testigo (4,22 ppm) con un incremento correspondiente al 104%, seguido por la aplicación de Zn al suelo con 69% y Zn foliar con 58%.

Con los datos obtenidos se corrobora los resultados encontrados por Valverde (2012), quien menciona que el mayor incremento de zinc en pulpa está asociado con la aplicación al suelo de 40 y 20 kg/ha de Fe y Zn, seguido por la aplicación de Zinc al suelo y solo Zinc foliar.

Cuadro 20. Contrastes Significativos en Tipos de Fertilización para Contenido de Zinc en Pulpa para la Biofortificación Agronómica del Tubérculo de Papa en Tunshi/Chimborazo, 2015.

COMPARACIONES ORTOGONALES	PROMEDIO GRUPO1 (ppm)	PROMEDIO GRUPO 2 (ppm)	DIFERENCIA
Fe +Zn edáfico <u>vs</u> Fe foliar	8,64	5,48	3,16
Fe +Zn edáfico <u>vs</u> Zn foliar	8,64	6,66	1,98
Zn edáfico <u>vs</u> Zn foliar	7,14	6,66	0,48

Elaborado por: GAVILANES, L. 2015.

d. Contenido de Zn en cáscara

Según el análisis de varianza (Cuadro 21), se determinó que hay diferencia altamente significativa entre variedades y tipos de Fertilización. El promedio general de ppm de zinc en cáscara fue de 15,59, el coeficiente de variación para variedades 31,99 % y 21,01% para tipos de fertilización.

Cuadro 21. Análisis de Varianza para Contenido de Zinc en Cáscara para la Biofortificación Agronómica del Tubérculo de Papa en Tunshi/Chimborazo, 2015.

FUENTES DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	C.M.	SIGNIFICANCIA
TOTAL	112		
REPETICIONES	3	21,13	ns
VARIEDADES (A)	4	231,53	**
ERROR (a)	12	24,68	
TIPOS DE FERTILIZACION (B)	5	89,29	**
B1 vs B2	1	3,16	ns
B1 vs B3	1	8,68	ns
B1 vs B5	1	168,92	**
B1 vs B6	1	224,62	**
B3 vs B5	1	156,82	**
V x T	20	9,26	ns
ERROR (b)	68	10,80	
Promedio	u	15,59	
Coefficiente de variación (a)	%	31,99	
Coefficiente de variación en (b)	%	21,01	

Elaborado por: GAVILANES, L. 2015.

ns: No significativo

*: Significativo

** : Altamente significativo

Según la prueba de Tukey al 5% (Cuadro 22), se determinó que la variedad Chaucha Amarilla alcanzó el mayor contenido de zinc en cáscara con 19,71ppm nivel "a" al igual que Chaucha Roja con 18,91 ppm. En el último nivel "c" se ubica la variedad Puca Shungo con 12,16 ppm de zinc. Las otras variedades se ubican en posiciones intermedias entre estos dos niveles, comportamiento que coincide con lo encontrado por Valverde (2012), quien reporta que la concentración de zinc en cáscara es mayor en Chaucha Roja, Chaucha Amarilla, lo que además concuerda con lo dicho por Quilca (2007), quien manifiesta que los cultivares de papa Chauchas poseen mayor cantidad de Fe y Zn por lo tanto son recomendables para su consumo con fines nutricionales.

Cuadro 22. Prueba de Tukey al 5% para Contenido de Zinc en Cáscara en Variedades para la Biofortificación Agronómica del Tubérculo de Papa en Tunshi/Chimborazo, 2015.

VARIEDAD	MEDIAS (ppm)	NIVEL
Chaucha Amarilla	19,71	a
Chaucha Roja	18,91	a
Coneja Negra	15,64	b
Natividad	13,39	bc
Puca Shungo	12,16	c

Elaborado por: GAVILANES, L. 2015.

Mediante las comparaciones ortogonales (Cuadro 23), se determinó que la fertilización con Fe + Zn edáfico produjo el mayor contenido de zinc en cáscara del tubérculo con un valor de 16,48 ppm frente a la fertilización Fe foliar que presentó 13,78 ppm que significa un incremento de 2,7ppm a favor de Fe + Zn edáfico.

Al comparar la fertilización Fe + Zn edáfico frente a la fertilización con Zn foliar se estableció que el primero alcanzó 16,48 ppm mientras que el segundo 18,37ppm lo cual representa una diferencia promedio de 1,89 ppm a favor de la fertilización con Zn via foliar, así como también aquella fertilización con Zn edáfico (17,38ppm) frente a Zn foliar (18,37) lo cual representa un incremento de 1ppm de zinc en la cáscara equivalente a 5,38% a favor de la fertilización foliar.

En los dos casos se observa ventaja a favor de la fertilización foliar frente a la edáfica, datos que confirman lo dicho por Venegas (2008), el principal objetivo de una aplicación foliar es lograr la máxima absorción de nutrientes dentro del tejido vegetal. Además, Vélez (2013) manifiesta que al aplicar fuentes quelatadas de zinc ayuda a que las plantas tengan mayor contenido de este mineral en sus órganos.

Cuadro 23. Contrastes Significativos en Tipos de Fertilización para Contenido de Zinc en Cáscara para la Biofortificación Agronómica del Tubérculo de Papa en Tunshi/Chimborazo, 2015.

COMPARACIONES ORTOGONALES	PROMEDIO GRUPO1 (ppm)	PROMEDIO GRUPO 2 (ppm)	DIFERENCIA
Fe +Zn edáfico <u>vs</u> Fe foliar	16,48	13,78	2,7
Fe +Zn edáfico <u>vs</u> Zn foliar	16,48	18,37	-1,89
Zn edáfico <u>vs</u> Zn foliar	17,38	18,37	-0,99

Elaborado por: GAVILANES, L. 2015.

En el gráfico 6, se determina que el contenido de zinc tiene diferencias muy marcadas respecto a pulpa versus cáscara entre variedades. La mayor concentración en pulpa y cáscara se determinó en Chaucha Amarilla con 9,3 y 19,71 ppm respectivamente estos resultados indican que el consumo de papa con cáscara es una opción para mejorar la calidad de alimentación en la población y disminuir así la desnutrición. Según Valverde (2012), la concentración de Zn es mayor en cáscara y la diferencia con la pulpa depende de la variedad.

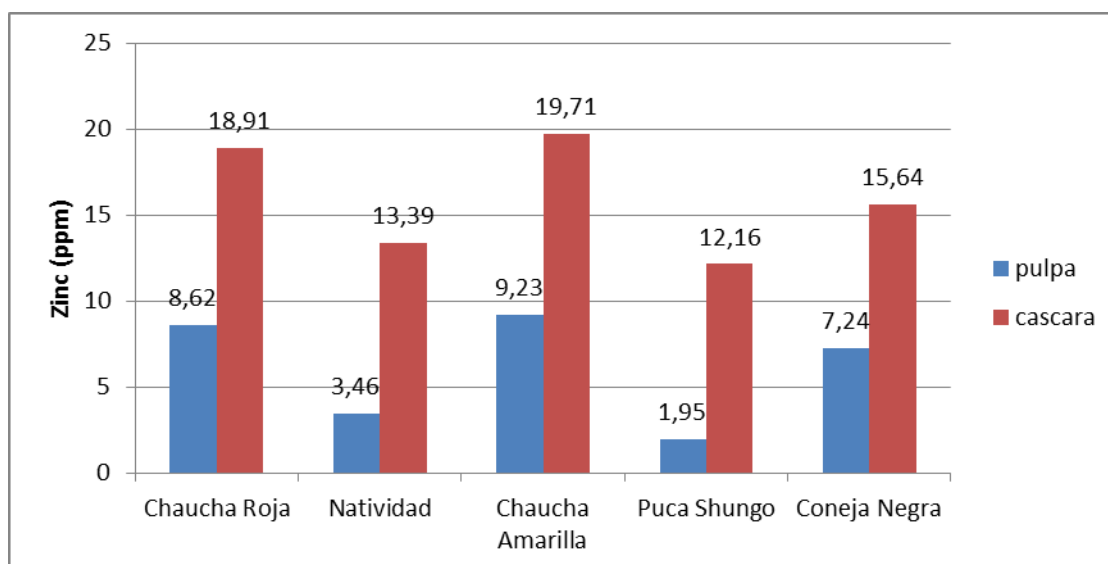


Gráfico 6. Concentración de Zinc en Pulpa y Cáscara para la Biofortificación Agronómica del Tubérculo de Papa en Tunshi/Chimborazo, 2015.

Elaborado por: Gavilanes, L.2015.

e. Materia seca en pulpa

El análisis de varianza (Cuadro 24), indica que existe diferencia altamente significativa para repeticiones y variedades y no significativa para tipos de fertilización e interacción variedades por tipos de fertilización.

El promedio general de materia seca fue de 22,06 %, el coeficiente de variación para variedades 7,37 % y 4,82 % para tipos de fertilización.

Cuadro 24. Análisis de Varianza para Contenido Materia Seca en Pulpa para la Biofortificación Agronómica del Tubérculo de Papa en Tunshi/Chimborazo, 2015.

FUENTES DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	C.M.	SIGNIFICANCIA
TOTAL	118		
REPETICIONES	3	9,87	**
VARIEDADES(A)	4	22,22	**
ERROR (a)	12	2,63	
TIPOS DE FERTILIZACIÓN (B)	5	1,48	ns
V x T	20	0,66	ns
ERROR (b)	74	1,13	
Promedio	u	22,06	
Coeficiente de variación (a)	%	7,37	
Coeficiente de variación en (b)	%	4,82	

Elaborado por: GAVILANES, L. 2015.

ns: No significativo

*: Significativo

** : Altamente significativo

Mediante la prueba de Tukey al 5% se determinó que Coneja Negra alcanzó el valor más alto de materia seca (23,53 %) en pulpa ubicándose en el nivel " a " en cambio Natividad con un contenido de 20,96% nivel " c " se ubica en último lugar, sin embargo, los contenidos de materia seca se encuentran entre 20 a 22%, en este caso están dentro de los niveles normales. Además estos valores dependen de la variedad, la práctica del cultivo, la condiciones climáticas del medio y la incidencia de plagas y enfermedades

(Monteros et al.; 2005), lo cual coincide con INIAP (2011), que cita valores de 20,41 para Natividad y 20 para Coneja siendo superior en 3,53% a lo establecido en la fuente investigativa para la variedad Coneja mientras que Natividad está dentro del nivel establecido, la diferencia de materia seca en Coneja se debe a que el ensayo de INIAP (2011) se efectuó a una altura de 3073 m.s.n.m mientras que el nuestro a 2731 m.s.n.m. lo cual confirma que el porcentaje de materia seca si depende de las condiciones climáticas del medio en el que se desarrolla el cultivo.

Cuadro 25. Prueba de Tukey al 5% para el Contenido de Materia Seca en Pulpa en Variedades para la Biofortificación Agronómica del Tubérculo de Papa en Tunshi/Chimborazo, 2015.

VARIEDAD	MEDIAS (%)	NIVEL
Coneja Negra	23,53	a
Chaucha Roja	22,27	b
Puca Shungo	22,07	b
Chaucha Amarilla	21,44	bc
Natividad	20,96	c

Elaborado por: GAVILANES, L. 2015.

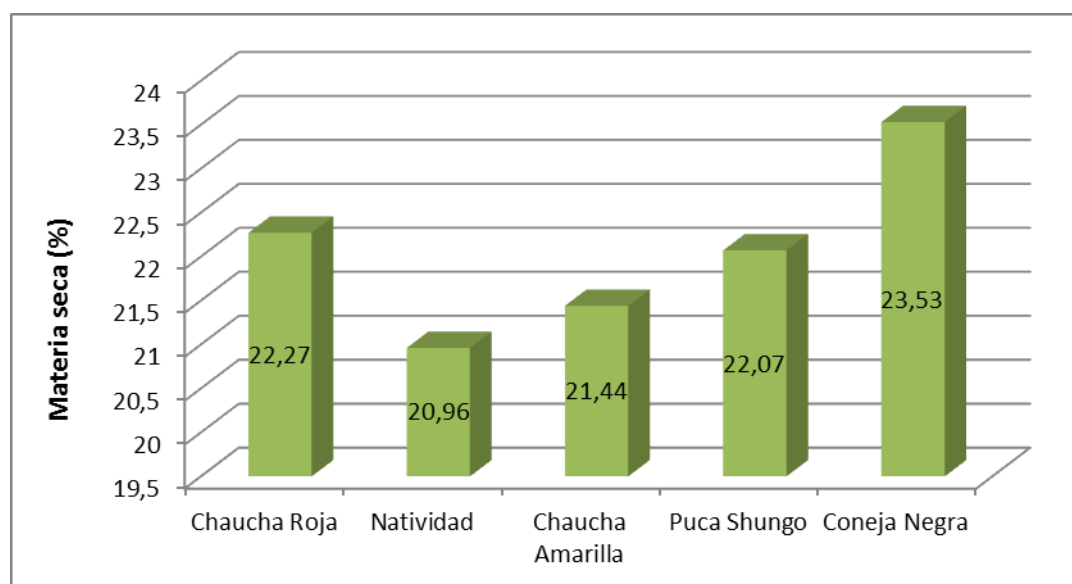


Gráfico 7. Contenido de Materia Seca en Pulpa en Variedades para la Biofortificación Agronómica del Tubérculo de Papa en Tunshi/Chimborazo, 2015.

Elaborado por: Gavilanes, L.2015.

f. Materia seca en cáscara

Mediante el análisis de varianza (Cuadro 26), se determinó diferencia significativa para repeticiones, diferencia altamente significativa para variedades, y no hubo significancia para tipos de fertilización ni la interacción variedades por tipos de fertilización.

El promedio general de materia seca en cáscara fue de 15,07, el coeficiente de variación para variedades 13,44 y de 7,76 % para tipos de fertilización.

Cuadro 26. Análisis de Varianza para el Contenido de Materia Seca en Cáscara para la Biofortificación Agronómica del Tubérculo de Papa en Tunshi. 2015.

FUENTES DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	C.M.	SIGNIFICANCIA
TOTAL	117		
REPETICIONES	3	5,35	*
VARIEDADES (A)	4	37,72	**
ERROR (a)	12	3,66	
TIPOS DE FERTILIZACIÓN (B)	5	2,64	ns
V x T	20	0,99	ns
ERROR (b)	73	1,34	
Promedio	u	15,07	
Coeficiente de variación (a)	%	13,44	
Coeficiente de variación en (b)	%	7,76	

Elaborado por: GAVILANES, L. 2015.

ns: No significativo

*: Significativo

** : Altamente significativo

Mediante la Prueba de Tukey al 5%, se determinó que Natividad, Chaucha Roja, Chaucha Amarilla alcanzaron valores de materia seca de cáscara 16,14%, 15,79%, 15,31% y 15,29% respectivamente por lo que se ubican en el nivel "a" mientras que Puca Shungo con 12,92% se ubica en el nivel "b" y es el valor más bajo en comparación con el resto de variedades.

Casi todas las variedades evaluadas están dentro del rango normal ya que como lo señala CORASPE (2000), el contenido de materia seca en el tubérculo de papa puede estar entre 15 a 25% valores muy variables y fuertemente influenciados por las condiciones ambientales y la genética de la variedad.

Cuadro 27. Prueba de Tukey al 5% para el Contenido de Materia Seca en Cáscara en Variedades para la Biofortificación Agronómica del Tubérculo de Papa en Tunshi/Chimborazo, 2015.

VARIEDAD	MEDIAS (%)	NIVEL
Natividad	16,14	a
Chaucha Roja	15,79	a
Chaucha Amarilla	15,31	a
Coneja Negra	15,29	a
Puca Shungo	12,92	b

Elaborado por: GAVILANES, L. 2015.

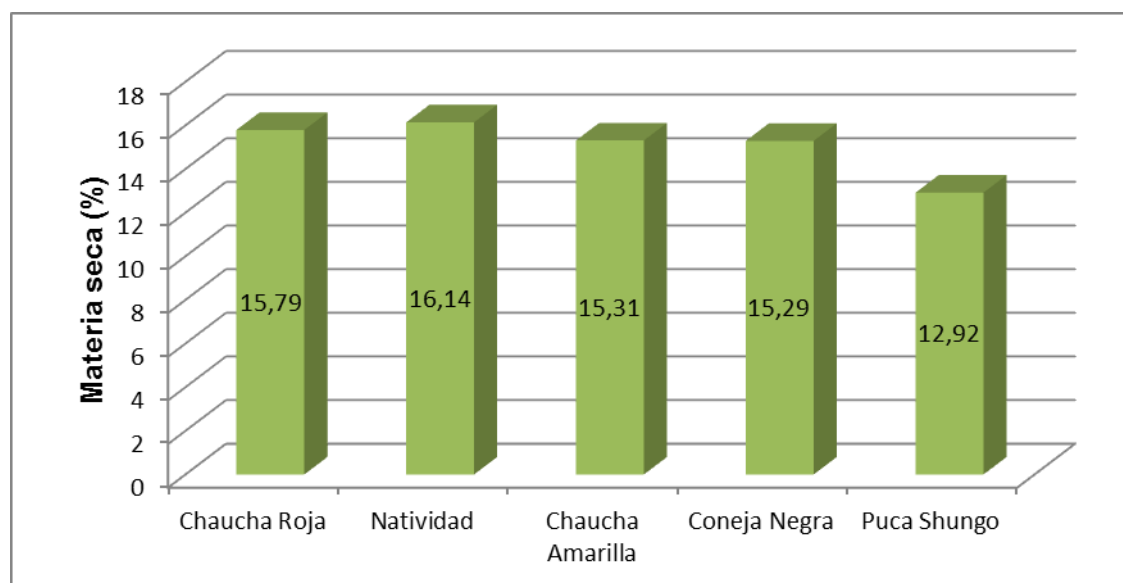


Gráfico 8. Contenido de Materia Seca en Cáscara en Variedades para la Biofortificación Agronómica del Tubérculo de Papa en Tunshi/Chimborazo, 2015.

Elaborado por: Gavilanes, L.2015.

g. Extracción de hierro en pulpa

El análisis de varianza para la extracción de hierro en pulpa (Cuadro 28), indica que existe diferencia altamente significativa para variedades, no significativa para tipos de fertilización y la interacción variedades por tipos de fertilización.

El promedio general de extracción de hierro en pulpa fue de 111,52 g Zn/Ha el coeficiente de variación para variedades 21,49 y 17,14 % para tipos de fertilización.

Cuadro 28. Análisis de Varianza para Extracción de Hierro en Pulpa para la Biofortificación Agronómica del Tubérculo de Papa en Tunshi/Chimborazo, 2015.

FUENTES DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	C.M.	SIGNIFICANCIA
TOTAL	112		
REPETICIONES	3	92,09	ns
VARIETADES (A)	4	2708,63	**
ERROR (a)	12	607,50	
TIPOS DE FERTILIZACIÓN (B)	5	293,76	ns
V x T	20	483,47	ns
ERROR (b)	68	365,48	
Promedio	u	111,52	
Coefficiente de variación (a)	%	21,49	
Coefficiente de variación en (b)	%	17,14	

Elaborado por: GAVILANES, L. 2015.

ns: No significativo

*: Significativo

** : Altamente significativo

Mediante la prueba de Tukey al 5% se estableció que la variedad que mayor cantidad de Hierro en pulpa extrae fue Chaucha amarilla con 124,48 g Fe /Ha correspondiéndole el nivel "a", mientras que el nivel "b" con 98,70 se ubica Puca Shungo.

Cuadro 29. Prueba de Tukey al 5% para la Extracción de Hierro en Pulpa en Variedades para la Biofortificación Agronómica del Tubérculo de Papa en Tunshi/Chimborazo, 2015.

VARIEDAD	MEDIA(g Fe /Ha)	NIVEL
Chaucha Amarilla	124,48	a
Natividad	119,51	b
Chaucha Roja	113,70	bc
Coneja Negra	102,08	c
Puca Shungo	98,70	d

Elaborado por: GAVILANES, L. 2015.

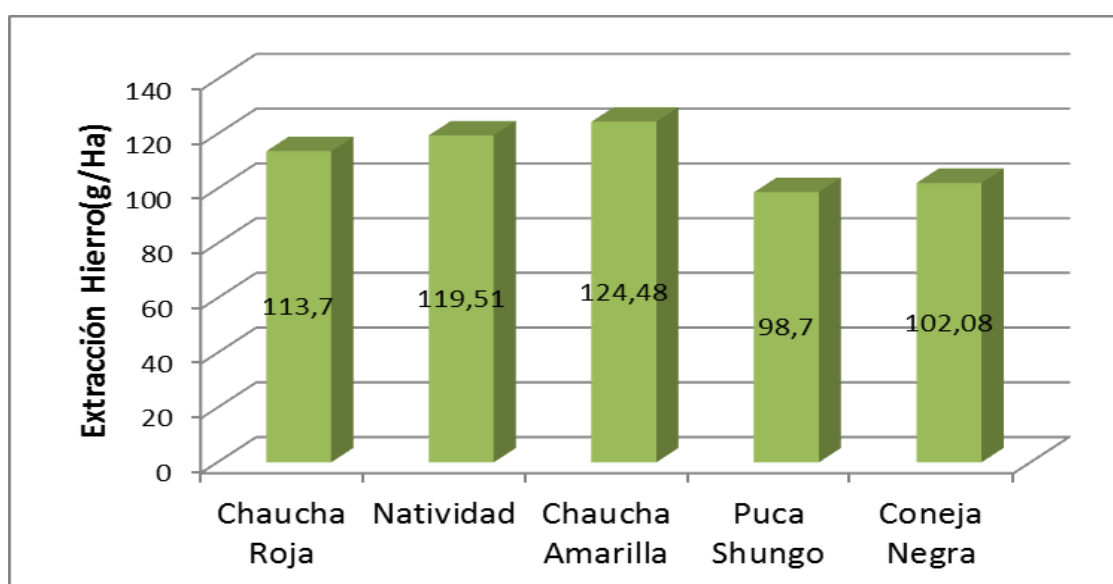


Gráfico 9. Extracción de Hierro en Pulpa en Variedades para la Biofortificación Agronómica del Tubérculo de Papa en Tunshi/Chimborazo, 2015.

Elaborado por: Gavilanes, L.2015.

h. Extracción de hierro en cáscara

Mediante el análisis de varianza (Cuadro 30), se determinó diferencia altamente significativa para variedades, no significativa para tipos de fertilización y la interacción variedades por tipos de fertilización.

El promedio general de extracción de hierro en cáscara fue de 46,10 g Zn/Ha el coeficiente de variación para variedades 35,43 y 26,62 % para tipos de fertilización.

Cuadro 30. Análisis de Varianza para Extracción de Hierro en Cáscara para la Biofortificación Agronómica del Tubérculo de Papa en Tunshi/Chimborazo, 2015.

FUENTES DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	C.M.	SIGNIFICANCIA
TOTAL	118		
REPETICIONES	3	72,67	ns
VARIEDADES (A)	4	8810,55	**
ERROR (a)	12	257,33	
TIPOS DE FERTILIZACIÓN (B)	5	63,04	ns
V x T	20	185,65	ns
ERROR (b)	74	150,68	
Promedio	u	46,10	
Coefficiente de variación (a)	%	35,43	
Coefficiente de variación en (b)	%	26,62	

Elaborado por: GAVILANES, L. 2015.

ns: No significativo

*: Significativo

** : Altamente significativo

Mediante la prueba de Tukey al 5% (Cuadro 31), se estableció que la variedad que mayor cantidad de Hierro cáscara extrae fue Chaucha amarilla con 75, 73 g Fe /Ha siendo un nivel "a", mientras que un nivel "c" con 34,56, 32,50 y 31,98 g Fe /Ha respectivamente par Puca Shungo, Natividad y Coneja Negra.

Cuadro 31. Prueba de Tukey al 5% para Extracción de Hierro en Cáscara en Variedades para la Biofortificación Agronómica del Tubérculo de Papa en Tunshi/Chimborazo, 2015.

VARIEDAD	MEDIA(g Fe /Ha)	NIVEL
Chaucha Amarilla	75,73	a
Chaucha Roja	57,42	b
Puca Shungo	34,56	c
Natividad	32,50	c
Coneja Negra	31,98	c

Elaborado por: GAVILANES, L. 2015.

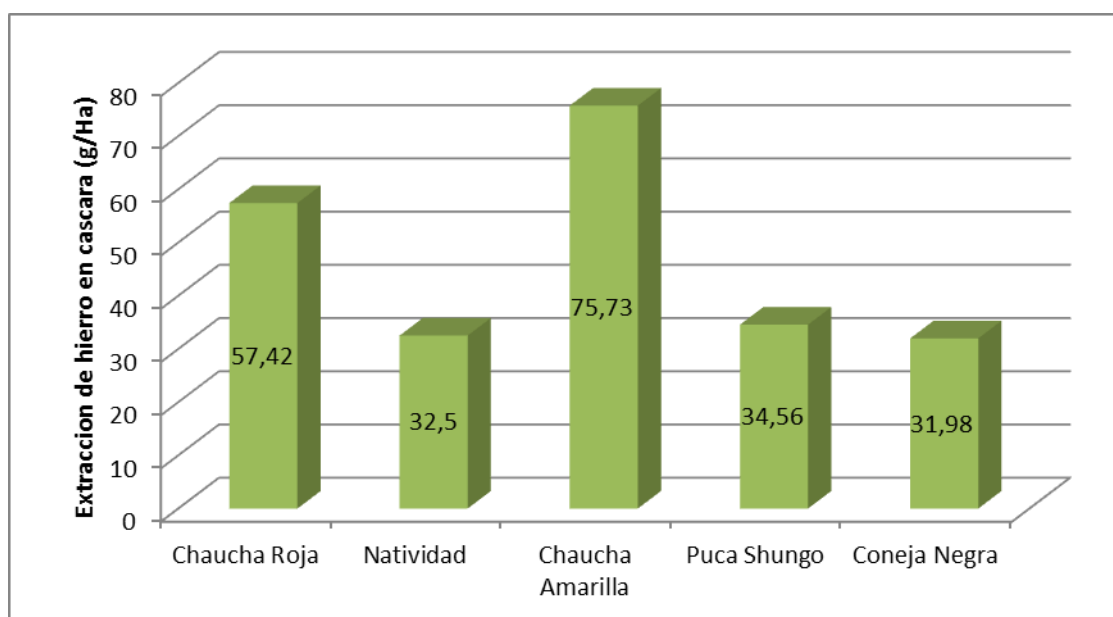


Gráfico 10. Extracción de Hierro en Cáscara en Variedades para la Biofortificación Agronómica del Tubérculo de Papa en Tunshi/Chimborazo, 2015.
Elaborado por: Gavilanes, L.2015.

i. Extracción de zinc en pulpa

Para la extracción de zinc en pulpa, el análisis de varianza determinó diferencia altamente significativa para variedades y tipos de fertilización mientras que para variedades por tipos de fertilización no hubo significancia (Cuadro 32).

El promedio general de extracción de zinc en pulpa fue de 23,48 g Zn/Ha, el coeficiente de variación para variedades 39,89 % y 41,08 % para tipos de fertilización.

Cuadro 32. Análisis de Varianza para Extracción de Zinc en Pulpa para la Biofortificación Agronómica del Tubérculo de Papa en Tunshi/Chimborazo, 2015.

FUENTES DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	C.M.	SIGNIFICANCIA
TOTAL	119		
REPETICIONES	3	43,45	ns
VARIEDADES (A)	4	1930,69	**
ERROR (a)	12	87,55	
TIPOS DE FERTILIZACIÓN (B)	5	938,25	**
B1 vs B2	1	193,92	ns
B1 vs B3	1	0,35	ns
B1 vs T5	1	1047,36	**
B1 vs B6	1	2310,66	**
B3 vs B5	1	1086,16	**
V x T	20	127,39	ns
ERROR (b)	75	93,11	
Promedio	u	23,48	
Coeficiente de variación (a)	%	39,89	
Coeficiente de variación en (b)	%	41,08	

Elaborado por: GAVILANES, L. 2015.

ns: No significativo

*: Significativo

**: Altamente significativo

Mediante la prueba de Tukey al 5% (Cuadro 33), se determinó que Chaucha Amarilla extrajo 31,21g Zn/Ha siendo un rango "a" mientras que Puca Shungo 10,51 g Zn/Ha un nivel "c" el más bajo en comparación del resto de variedades.

Cuadro 33. Prueba de Tukey al 5% para la Extracción de Zinc en Pulpa en Variedades para la Biofortificación Agronómica del Tubérculo de Papa en Tunshi/Chimborazo, 2015.

VARIEDAD	MEDIA(g Zn/Ha)	NIVEL
Chaucha Amarilla	31,21	a
Coneja negra	29,34	b
Chaucha Roja	28,62	b
Natividad	17,74	bc
Puca Shungo	10,51	c

Elaborado por: GAVILANES, L. 2015.

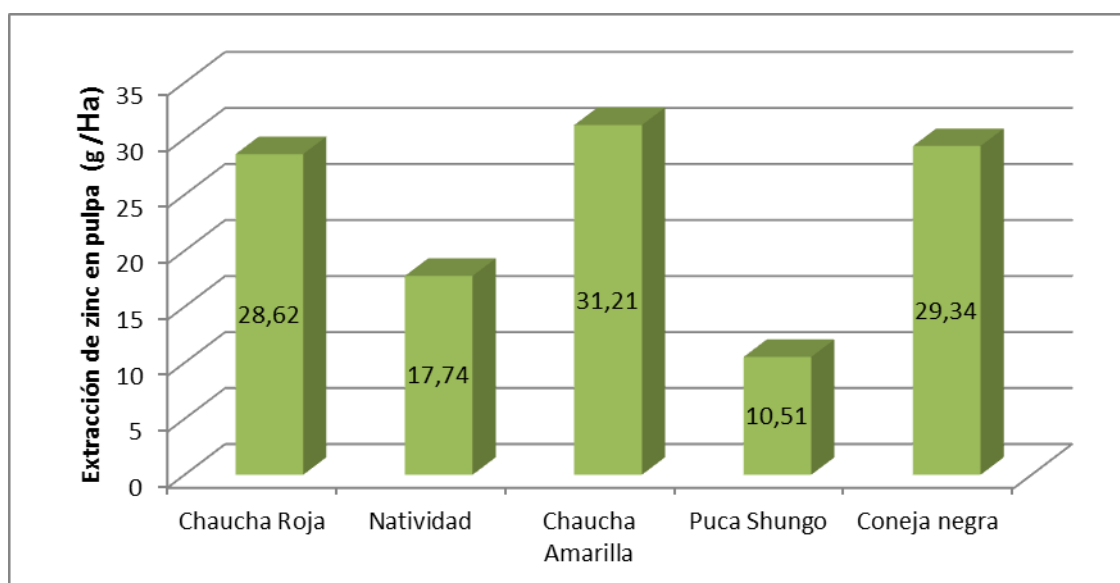


Gráfico 11. Extracción de Zinc en Pulpa en Variedades para la Biofortificación Agronómica del Tubérculo de Papa en Tunshi/Chimborazo, 2015.

Elaborado por: Gavilanes, L.2015.

Al realizar las comparaciones ortogonales (Cuadro 34), mediante la prueba DMS al 5%, se estableció diferencia altamente significativa para fertilización Fe + Zn edáfico (31,39 g Zn/Ha) frente a aquel que se colocó Fe foliar (20,60 g Zn/Ha) lo cual representa un incremento de 10,79 g Zinc/Ha equivalente a 34% a favor de la fertilización Fe + Zn edáfico.

Como se observa en el cuadro (34), en todos los casos presentó mejor comportamiento la fertilización edáfica aquella en la cual se combinó el Fe y Zn(31,39g Zn/Ha), así

como también en aquel que se aplicó únicamente zinc (30,26g) lo cual representa un incremento de 1,13 g a favor de Fe y Zn equivalente 4%.

Resultados que confirman lo manifestado por Vélez (2013), quién manifiesta que la fertilización vía foliar o edáfica con zinc incrementa el contenido de este en el tubérculo de papa.

Cuadro 34. Contrastes Significativos en Tipos de Fertilización para Extracción de Zinc en Pulpa para la Biofortificación Agronómica del Tubérculo de Papa en Tunshi/Chimborazo, 2015.

COMPARACIONES ORTOGONALES	PROMEDIO GRUPO1 (g Zn/Ha)	PROMEDIO GRUPO 2 (g Zn/Ha)	DIFERENCIA
Fe +Zn edáfico vs Fe foliar	31,39	20,60	10,79
Fe +Zn edáfico vs Zn foliar	31,39	26,43	4,96
Zn edáfico vs Zn foliar	30,26	26,43	3,83

Elaborado por: GAVILANES, L. 2015.

j. Extracción de zinc en cáscara

Mediante el análisis de varianza (Cuadro 35), se determinó que existe diferencia altamente significativa para variedades, y tipos de fertilización y no significativa para la interacción variedades por tipos de fertilización.

El promedio general de extracción de zinc en cascara fue de 8,36 g Zn/Ha el coeficiente de variación en (a) % mientras el coeficiente de variación en (b) 22,26 %.

Cuadro 35. Análisis de Varianza para Extracción de Zinc en Cáscara para la Biofortificación Agronómica del Tubérculo de Papa en Tunshi/Chimborazo, 2015.

FUENTES DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	C.M.	SIGNIFICANCIA
TOTAL	101		
REPETICIONES	3	0,60	ns
VARIEDADES (A)	4	99,18	**
ERROR (a)	12	4,17	
TIPOS DE FERTILIZACIÓN (B)	5	26,14	**
B1 vs B2	1	3,78	ns
B1 vs B3	1	4,15	ns
B1 vs B5	1	81,73	**
B1 vs B6	1		ns
B3 vs B5	1	55,54	**
V x T	19	5,98	ns
ERROR (b)	58	3,47	
Promedio	u	8,36	
Coefficiente de variación (a)	%	21,95	
Coefficiente de variación en (b)	%	22,26	

Elaborado por: GAVILANES, L. 2015.

ns: No significativo

*: Significativo

** : Altamente significativo

Mediante la prueba de Tukey al 5%, se determinó que la variedad Chaucha Roja alcanzó 11,22 g Zn/Ha ubicándose en un nivel "a", mientras que el "c" para Puca Shungo y Coneja Negra con valores de 6,68 y 6,63 g Zn/Ha respectivamente.

Resultados que confirman lo manifestado por Garófalo (2012), quien indica que la extracción de nutrientes depende de diferentes factores tanto internos como externos. El factor interno principal es el potencial genético de la planta (eficiencia) y los factores externos son los del ambiente en el cual se desarrolla el cultivo.

Cuadro 36. Prueba de Tukey al 5% para la Extracción de Zinc en Cáscara en Variedades para la Biofortificación Agronómica del Tubérculo de Papa en Tunshi/Chimborazo, 2015.

VARIEDAD	MEDIA(g Zn/Ha)	NIVEL
Chaucha Roja	11,22	a
Chaucha Amarilla	10,72	ab
Natividad	8,23	b
Puca Shungo	6,68	c
Coneja Negra	6,63	c

Elaborado por: GAVILANES, L. 2015.

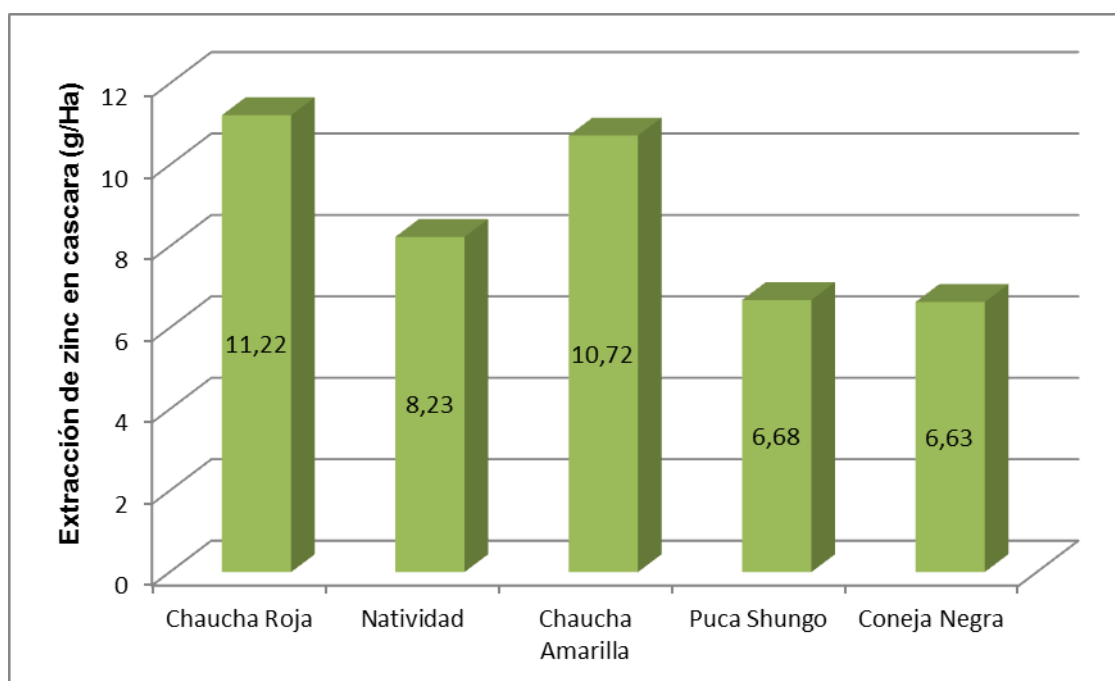


Gráfico 12. Extracción de Zinc en Cáscara en Variedades para la Biofortificación Agronómica del Tubérculo de Papa en Tunshi/Chimborazo, 2015.

Elaborado por: Gavilanes, L.2015.

Mediante contrastes ortogonales y la prueba DMS al 5%, se estableció diferencia altamente significativa para la Fertilización Fe + Zn edáfico con un valor de 8,73 (g Zn/Ha) vs Zn foliar 10,81 (g Zn/Ha) es decir que mediante la Fertilización Foliar con zinc se incrementó la extracción en 2,08 g Zn/Ha más que en la Fertilización Edáfica.

En el (Cuadro 37), se determinó que mediante la aplicación de Zinc al follaje en el cultivo de papa se obtiene mayor extracción del elemento en la cáscara del tubérculo, es

decir que la biofortificación agronómica del tubérculo de papa es factible con fertilizantes edáficos y foliares de Zn.

Cuadro 37. Contrastes Significativos en Tipos de Fertilización para Extracción de Zinc en Cáscara para la Biofortificación Agronómica del Tubérculo de Papa en Tunshi/Chimborazo, 2015.

COMPARACIONES ORTOGONALES	PROMEDI O GRUPO1 (g Zn/Ha)	PROMEDI O GRUPO 2 (g Zn/Ha)	DIFERENCIA
Fe +Zn edáfico vs Zn foliar	8,73 a	10,81 b	-2,08
Zn edáfico vs Zn foliar	9,80 a	10,81 b	-1,01

Elaborado por: GAVILANES, L. 2015

VI. CONCLUSIONES

- 1.** El contenido de Fe y Zn es mayor en la cáscara, comparado con el contenido en pulpa de todas las variedades estudiadas. El mayor incremento en la concentración de Zn en pulpa se logra con la aplicación al suelo de 40 y 20 Kg/Ha de Fe y Zn respectivamente, seguido por la aplicación de Zn al suelo y Zn foliar, en cambio el mayor incremento de zinc en cáscara se obtiene cuando se aplicó zinc vía foliar.
- 2.** No se pudo mostrar un incremento en la concentración de hierro en los tubérculos con la aplicación de fertilizantes de Fe.
- 3.** La fertilización con Fe y Zn no influyó significativamente en el rendimiento de las variedades de papa.
- 4.** La biofortificación agronómica del tubérculo de papa es factible con fertilizantes edáficos y foliares de Zn, la fertilización con Fe edáfico y foliar no contribuye a la biofortificación agronómica pues no incrementa la extracción de hierro en pulpa y cáscara del tubérculo.

VII. RECOMENDACIONES

- 1.** Difundir en los programas de alimentación escolar las bondades de las variedades Chaucha Amarilla y Chaucha Roja como alternativa para el combate de la desnutrición.
- 2.** Realizar ensayos en terrenos con bajos niveles de hierro en el suelo para determinar el grado de extracción de elementos como el hierro y zinc y las posibilidades de biofortificación.

VIII. ABSTRACTO

La investigación planteó: Evaluar el efecto de la fertilización foliar y edáfica con hierro y zinc para la biofortificación agronómica del tubérculo de papa (*Solanum tuberosum* L.) El ensayo se efectuó en Tunshi, parroquia Licto, cantón Riobamba. Se analizó el comportamiento de 5 variedades (Chaucha Roja, Iniap- Natividad, Chaucha Amarilla, Puca Shungo y Coneja Negra) y seis tipos de fertilización: T1: 40 Kg/ha hierro (22%) y 20 Kg/ha de zinc (25%) edáfico, T2:40 kg/ha de hierro (22%) edáfico, T3: 20 Kg/ha de zinc (25%) edáfico, T4: Sin aplicación, T5: 2cm³ de kelik zinc (10%)/litro de agua, T6: 5cm³ de kelik hierro (7,5%)/litro (T6). Se utilizó un Diseño de Parcela Dividida con cuatro repeticiones. En la parcela grande se ubicó las variedades y en la subparcela los niveles de fertilización edáfica y foliar. Se determinó el coeficiente de variación (%) y se realizó la prueba de Tukey al 5% para las variables agronómicas. Se realizaron comparaciones ortogonales para tipos de fertilización en las variables de calidad nutricional. La mayor concentración de zinc en pulpa estuvo asociado con la aplicación al suelo de 40 y 20 kg/ha de Fe y Zn respecto al testigo, existiendo un incremento correspondiente a 104%, seguido por la aplicación de zinc al suelo con 69% y zinc foliar con 58%. En la fertilización con zinc edáfico se obtuvo 17,38 ppm valor que es inferior a la fertilización con zinc foliar de 18,37 lo cual representa un incremento de 1 ppm de zinc en cáscara equivalente a 5,7% a favor de la fertilización foliar es decir que esta influyó en el incremento de zinc en cáscara del tubérculo. Se concluye que el contenido de hierro y zinc es mayor en la corteza, Chaucha Amarilla la misma que presentó mayor contenido de zinc en el tubérculo.



Por: Lilian Gavilanes

IX. SUMMARY

The purpose of the following research is to evaluate the fertilization foliar and soil effect with iron and zinc for the agronomic bifurcation of tuber potato (*Solanum tuberosum* L.) The experiment was carried out at Tunshi, Licto Parish – Riobamba Canton. It analysed the production behaviour of 5 varieties: (Chaucha Roja, Iniap – Natividad, Chaucha Amarilla, Puca Shungo and Coneja Negra) and six types of fertilization such as: T1: 40 Kg/ha with iron (22%) and 20 Kg/ha of edaphic zinc (25%), T2: 40 Kg/ha of edaphic iron (22%), T3: 20 Kg/ha of edaphic zinc (25%), T4; without application. T 5: 2cm³ of kelik zinc (10%)/l of water, T6: 5cm³ of kelik iron (7, 5%)/l (T6). It used a Split – Plot Design which was made in four sections. The varieties were placed in the bigger plot and the levels of foliar edaphic fertilization were placed in the sub – plot. At the same time it determined the variation coefficient (0%) and applied the Turkey test with 5% for agronomic variants. On the other hand octogonal comparisons were made for fertilization types according to variable of nutritional quality. The mayor zinc concentrates in flesh was associated with the application of 40 and 20 Kg/ha of Fe and Zn in the soil, in relation with the control group by demonstrating an increase of 104% followed by the application of 69% of zinc in the soil and 58% of foliar zinc. With the application of edaphic zinc in the fertilization process obtained 17, 38 ppm which average is minor than the fertilization with the foliar zinc 18, 37. This value represents an increment of 1ppm of zinc in potato peels that is equivalent to 5, 7% in favor of foliar fertilization influencing the increase of zinc in the tubercle. Finally it concludes that the iron and zinc content is higher in the potato peel of Chaucha Amarilla which showed the highest content of zinc.



Por: Lilian Gavilanes

X. BIBLIOGRAFIA

1. Arcos, F. (2011). *Fertilización y Nutrición Vegetal*. Riobamba: Freire.
2. Benson Agriculture and Food Institute. (2004). *Fertilidad del suelo nutrición del cultivo*. Recuperado de <http://www.bensoninstitute.org/Agronox>. Consultado el 15/10/2013.
3. Bonilla, N. (2009). *Evaluación y Selección Agronómica de Cuarenta Genotipos de Papa para la Tolerancia al Estrés Hídrico en tres Localidades de Chimborazo*. (Tesis de grado, Ingeniero Agrónomo). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador.
4. Bonierbale, M. (2010). *Experiencias de la biofortificación de la Papa en el Perú. Centro Internacional de la Papa (CIP, Perú)*. Recuperado de http://www.issuu.com/peru.nutrient./biofortificacion_papa. Consultado el 10/07/2014.
5. Bordoli, M. (2010). *Dinámica de Nutrientes y Fertilización en Siembra Directa*. Recuperado de <http://www.fagr.edu./fertilidad-curso/doc/Aplicaci1.pdf>. Consultado el 10/03/2014.
6. Borba, N. (2008). *La Papa un alimento Básico, Posibles impactos frente a la introducción de papa transgénica*. Recuperado de <http://www.rapaluruguay.org/transgénicos/papa.pdf>. Consultado el 03/10/2013.
7. Cakmak, I. (2008). *Enrichment of cereal grains with zinc, agronomic or genetic biofortification? Plant and Soil*. 30(2), 1–17. Recuperado de <http://www.Harvestzinc.org/pdf/AgronomicOrgGeneticBiofortification.pdf>. Consultado el 03/11/2013.

8. Centro Internacional de la Papa-CIP. (2010). *La biofortificación con hierro aumenta popularidad de la papa en las comunidades pobres*. Extraído del Informe Anual CIP-2010. Recuperado de <http://www.cipotato.org>. Consultado el 03/11/2013.
9. Centro internacional de la Papa-CIP. (2010). *La papa y la seguridad alimentaria en la región andina, situación actual y desafíos para la innovación*. Recuperado de http://www.quito.cipotato.org/4_papa/Mem/Devaux_pdf. Consultado el 10/10/2013.
10. Centro Internacional de la Papa-CIP. (2011). *Manejo de fertilizantes*. Recuperado de http://www.cipo_org/cip/infor/inventariotec. Consultado el 03/07/2014.
11. Centro de Información de Micronutrientes-CIM. (2015). *El zinc*. Recuperado de <http://www.pioregonstate.edu/es/centroinfo/minerales/zinc/>. Consultado el 08/03/2015.
12. Contreras, A. (2001). *Eco fisiología del rendimiento de la papa*. Revista de la papa. (10), p. 15-16.
13. Coraspe, H. (2000). *La calidad del tubérculo de papa*. Trujillo: Fonaiap.
14. Cuesta, X. (2008). *Papas nativas en el Ecuador*. Estación Experimental Santa Catalina. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias. Programa Nacional de Raíces y Tubérculos- Papa. Cutuglagua-Pichincha. p 7.
15. Devlin, R. (1999). *Fisiología Vegetal*. Barcelona, España: Omega.
16. Devaux, A., Ordinola, M., Hibon, A., & Flores, R. (2010). *El sector papa en la región andina: Diagnostico y elementos para una visión estratégica*. (Bolivia, Ecuador y Perú). Centro Internacional de la Papa. 204 p.

17. Domínguez, A. (1997). *Tratado de fertilización*. Barcelona, España: Mundi-Prensa.
18. Egusquiza, B. (2000). *La papa, producción, transformación y comercialización*. Lima-Perú: Prisma.
19. Emery, T. (1982). *Iron metabolism in human and plants*. (70), p. 626-632.
20. Estación Meteorológica. *Datos climatológicas de Tunshi*. Riobamba-Guaslan.
21. Fair Weather-Tait, S. (1983). *Studies on the availability of Fe in potatoes*. British Journal of Nutrition. (50), p. 15-23.
22. Flores, P. (2010). *Nutrición Vegetal, El zinc en las plantas y su función, y forma de absorción de la planta*. Recuperado de: <http://es.scrib.com/doc/30054747/El-Zinc-Resumen>. Consultado el 15/03/2014.
23. Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia- UNICEF. (2012). *Informe Anual Agosto 2010*. Recuperado de: [http://www.unicef.org/lac/UNICEF-061711\(1\).pdf](http://www.unicef.org/lac/UNICEF-061711(1).pdf). Consultado el 15/06/2014.
24. Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia- UNICEF. (2012). *Nueva alternativa para combatir la anemia en niñas y niños ecuatorianos*. Recuperado de: http://www.unicef.org/ecuador/media_9895.htm. Consultado el 15/10/2014.
25. Fregoni, M. (1986). *Some aspects of epigeal nutrition of grapevines. Foliar fertilization. Proceedings of the First International Symposium of Foliar Fertilization by Schering Agrochemical Division*. Berlin: Alexander.

26. Gallegos, P. (1994). *Control Integral de Premnotrypes vorax mediante el manejo de la población de adultos y control químico en el cultivo de papa*. Quito – Ecuador: Iniap.
27. Garófalo, J. (2012). *Extracción de nutrientes para el cultivo de trigo* (Tesis Ingeniero Msc. Agrónomo). Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas. Quito-Ecuador.
28. Grandy, G., Weisstaub, G., & Lopez, D. (2008). *Deficiencia de zinc y hierro en niños*. Recuperado de: www.ops.org.bo/texto. Consultado el 23/08/ 2013.
29. Grupo de Evaluación Independiente del Banco Mundial. (2009). *Mejora de la eficacia del soporte nutricional a través de la evaluación de impacto*. Washington DC.
30. Guzmán, D. (2010, 13 de enero). *Revista Nutrición Balanceada de papa*. p 62.
31. Guerrero, A. (1999). *El suelo, Los abonos y la fertilización de los cultivos*. Barcelona, España: Mundi Prensa.
32. Herrera, M.; Carpio, H.; & Chávez, G. (1999). *Estudio Sobre el Subsector de la Papa en el Ecuador*. INIAP-PNRT. Quito, Ecuador. p 140.
33. Holdrige, L. (1992). *Ecología basada en zonas de vida*. San José de Costa Rica: Humberto Jiménez
34. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas y Pecuarias - INIAP. (1994). *Memorias Sobre el Segundo Curso Sobre Multiplicación acelerada de semillas de papa, Libre de Virus a Partir del Cultivo de Meristemas*. Estación Experimental Santa Catalina. Quito – Ecuador.

35. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas y Pecuarias /Pnrt-papa. (2006). *Guía para el manejo y toma de datos de ensayos de cultivo de papa*. Quito-Ecuador.
36. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas y Pecuarias - INIAP. (2005). *Innovaciones Tecnológicas y Marcadores Diferenciados para productores de papa nativa*. Quito-Ecuador. p 5.
37. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas y Pecuarias –INIAP. (2010). *Cultivares de papas nativas Sierra Centro Norte del Ecuador. (Catálogo de Variedades) Etnobotánico, Morfológico, Agronómico y Calidad*. p 58-114.
38. Instituto Nacional de Estadísticas y Censo. (2010). *Visualizador de Estadísticas Agropecuarias del Ecuador*. Recuperado de: http://www.inec.gov.ec/estadisticas/?option=com_contentview=articleid=103Itemid=7. Consultado el 23/01/ 2013.
39. Licata, M. (2013). *Hierro como elemento indispensable para la nutrición*. Recuperado de <http://www.zonadiet.com/nutricion/hierro.htm>. Consultado el 12/08/ 2014.
40. Licata, M. (2013) *.Zinc como elemento indispensable para la nutrición*. Consultado el 15 de Agosto 2013. Recuperado de: <http://www.zonadiet.com/nutition/hierro.htm>. Consultado el 15/05/2014.
41. Lister, C., & Monro, J., (2000). *Red de papa*. Boletín de papa Volumen 2 (N°23) artículo. La humilde papa. (en línea). Recuperado de: <http://www.redepapaorg/voletinveintinuevehtml>. Consultado el 01/02/2013.
42. Mendoza, G. (2014). *Evaluación Agronómica y Productiva del Cultivo de Papa (Solanum tuberosum L) Variedad INIAP-Gabriela a la Aplicación de Tres*

Fertilizantes Foliars. (Tesis Ingeniero Agrónomo). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador.

43. Mercola, J. (2012). *El Zinc: Uno de los Mejores Suplementos para Ayudar a Combatir la Gripe y el Resfriado*. Recuperado de: <http://espanol.mercola.com/boletin-de-salud/el-zinc-ayuda-a-la-gripa-y-resfriados.aspx>. Consultado el 10/10/2013.
44. Ministerio Coordinador de Desarrollo Social – MIES. (2012). *Hacia la Desnutrición Cero*. Recuperado de: www.deocial.gob.ec/2012/07/2_tripti. Consultado el 18/10/2013.
45. Molina, E. (2002). *Fertilización foliar principios y aplicaciones* Centro de Investigaciones Agronómicas Universidad de Costa Rica: Jiménez.
46. Monteros, C.; Cuesta, X., Jimenez, J.; & López, G. (2005). *Las papas nativas en el Ecuador*. Estudio sobre la Oferta y Demanda. Quito, Ecuador: Iniap.
47. Muñoz, F. & Cruz, L. (1984). *Manual del cultivo de la papa*. Quito, Ecuador: Iniap.
48. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura- FAO. (2008). Año Internacional de la papa. *Las papas, la nutrición y la alimentación*. Recuperado de: <http://www.potato2008.org/es/lapa.html>. Consultado el 18/15/2014.
49. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura -FAO & Organización Mundial de la Salud - OMS (2013). *Programa conjunto FAO/OMS sobre normas alimentarias*. Ottawa, Canadá. p 5.
50. Pachón, H. (2010). *Taller Nacional de Biofortificación*. Lima- Perú.

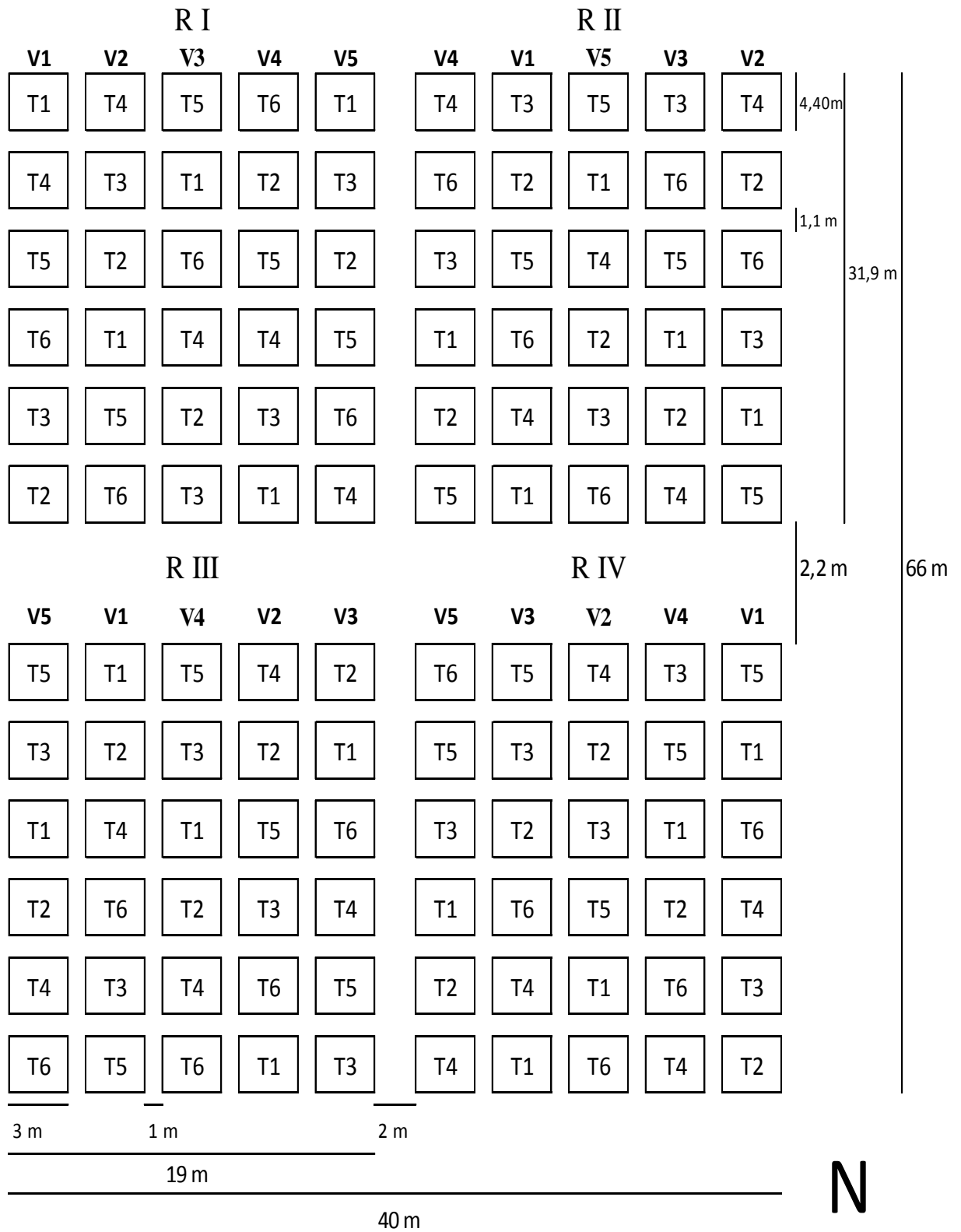
51. Padrón, M. (2011). *La Experiencia de Cuba en la Biofortificación con Hierro*. Departamento de Bioquímica, Instituto de Nutrición e Higiene de los Alimentos. 4-10.
52. Peirano, P., Algarin, C., Chamorro, R., Reyes, S., Garrido, M. & Duran, S. (2009). Sleep and neuro functions throughout child development, Lasting effects of early iron deficiency. *J Pediatr Gastroenterol Nutr*, 48 Supl 1: 8-15.
53. Pizarro, A. (2005). *Hierro y Zinc en la dieta de la Población Santiago*. (32n).10-15.
54. Piñeiro; (2010). *Nutrición y rendimiento escolar*. Lima-Perú. Recuperado de: www.ciberdocencia.gob.pe/archivos/conferencia_nutricion_rendimientoescolar.pdf. Consultado el 20 /08/ 2013.
55. Programa Mundial de Alimentos (PMA). (2010). *Taller de Biodiversificación*.
56. Quilca, N. (2007). *Caracterización física, morfológica, organoléptica, química y funcional de papas nativas para orientar sus usos futuros* (Tesis de Ingeniero Agrónomo). Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador.
57. Rodríguez, M. (2009). *Bases de la Alimentación Humana*. Barcelona, España: Gebiblo.
58. Romero, D. (2013). *Comportamiento Agronómico de Poscosecha, Calidad Nutricional y Potencial para Seguridad Alimentaria de 10 Cultivares Nativos y Mejorados de Papa en Ilapo y Santa Fe de Galán*. (Tesis Ingeniero Agrónomo). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador.
59. Rousselle. (1996). *La patata, producción, mejora, plagas y enfermedades, utilización*. Paris, Francia: Mundi Prensa.

60. Sánchez, R. (2004). *Enciclopedia de la nutrición* Vol. 1. La alimentación cuestiones básicas. Bogotá, Colombia: Editorial Planeta p 15.
61. Santos, A. (2000). *Fertilización foliar un respaldo importante en el rendimiento de los cultivos*. México: Printer.
62. Segura, A. (2002). *Principios y aplicaciones de la fertilización foliar*. Costa Rica: Heredia.
63. Sequi, P. (2004). *Los microelementos en la nutrición vegetal*. Italia: Valagro.
64. Unicef. (2012). *Nueva alternativa para combatir la anemia en niñas y niños ecuatorianos*. Recuperado de <http://www.unicef.org/ecuador/html>. Consultado el 16 /03/2014.
65. Valverde, F., Córdova J. & Parra, R. (2002). *Fertilización del Cultivo de Papa.*, Quito: INIAP
66. Valverde, F., Córdova, J. & Parra, R. (1998). *Fertilización del cultivo de la papa*. Recuperado de: cipotato.org/región-quito/información/inventario-de-tecnología/manual-fertilizacion_bajo.pdf. Consultado el 13 /06 /2013.
67. Valverde, F. (2012). *Efecto de la Fertilización de Hierro y Zinc sobre la concentración en los tubérculos de cultivares nativos y mejorados de papa*. Quito: Iniap.
68. Vélez, R. (2013). *Efecto de la Fertilización foliar y edáfica con Hierro y Zinc en papa bajo invernadero*. (Tesis Ingeniero Agrónomo), Universidad Central del Ecuador. Quito, Ecuador.
69. Venegas, C. (2008). *Fertilización foliar complementaria para nutrición y sanidad en producción de papas*. México DF.

70. Verdu, J. (2005). *Nutrición y alimentación humana, Nutrientes y alimentos*. Barcelona, España: Océano.
71. Villagarcía, S & Ramírez. (1991). *Fertilización y Nutrición Mineral en papa Perú*: Prisma.
72. Williams, J. (2011). *Zinc: keystone to immunity: exclusive renegade health article*. Recuperado de: <http://renegadehealth.com/blog/2011/03/16/zinc-keystone-to-immunity>. Consultado el 3 /07/2014.
73. Woolfe, J. (1987). *The potato in the human diet*. Cambridge University Press.
74. Yáñez, W. (2011). *Texto básico de Fitomejoramiento*. Riobamba, Ecuador: Freire.

XI. ANEXOS

ANEXO 1. Croquis para la aplicación de hierro y zinc en el ensayo de biofortificación agronómica en cinco variedades de papa en Tunshi/Chimborazo. 2014.

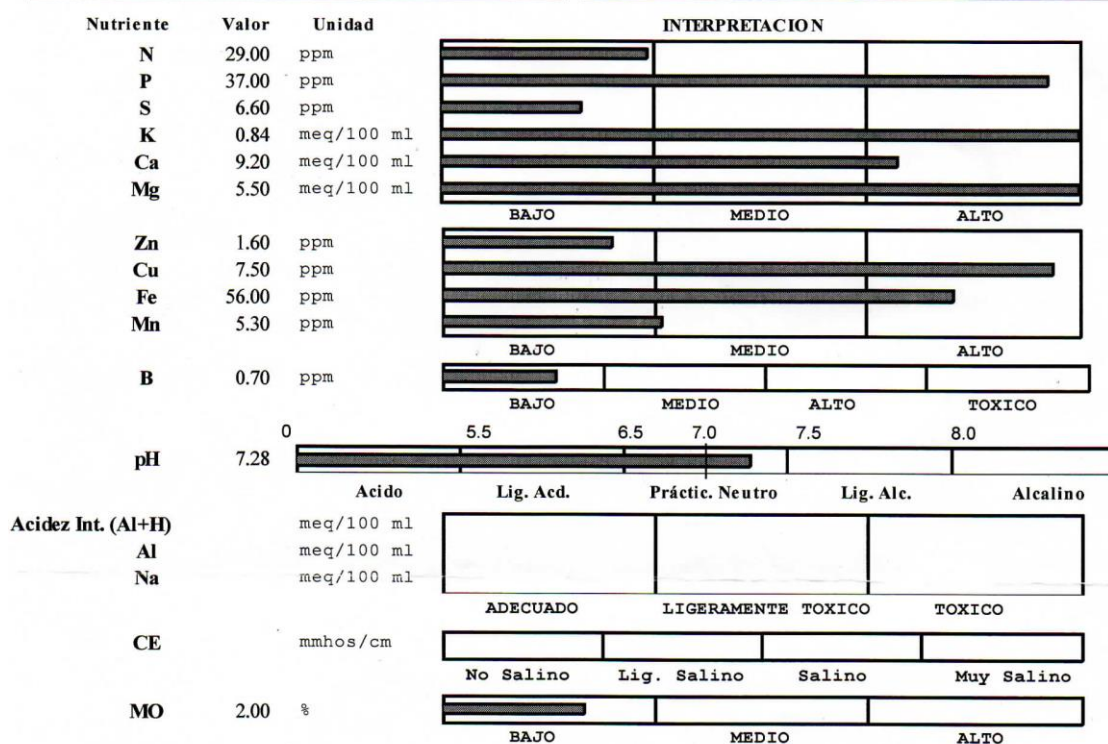


Anexo 2. Análisis de suelo para el ensayo de biofortificación agronómica del tubérculo de papa en Tunshi/Chimborazo. 2014.

 <p>INIAP INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS</p>	<p>ESTACION EXPERIMENTAL "SANTA CATALINA" LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS Km. 14 1/2 Panamericana Sur, Apdo. 17-01-340 Quito- Ecuador Telf.: 690-691/92/93 Fax: 690-693</p>	 <p>MINISTERIO DE AGRICULTURA Y PESQUERÍA</p>
--	---	--

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

<p style="text-align: center;">DATOS DEL PROPIETARIO</p> <p>Nombre : CTT-DLBH ESPOCH Dirección: RIOBAMBA Ciudad : Teléfono : Fax :</p>	<p style="text-align: center;">DATOS DE LA PROPIEDAD</p> <p>Nombre : EST.EXPT. TUNSHI Provincia : CHIMBORAZO Cantón : RIOBAMBA Parroquia : LICTO Ubicación :</p>
<p style="text-align: center;">DATOS DEL LOTE</p> <p>Cultivo Actual : PAPA Cultivo Anterior : CEBADA Fertilización Ant. : Superficie : Identificación : LOTE 1 TESIS</p>	<p style="text-align: center;">PARA USO DEL LABORATORIO</p> <p>Nº Reporte : 32.305 Nº Muestra Lab. : 94573 Fecha de Muestreo : 08/10/2013 Fecha de Ingreso : 09/10/2013 Fecha de Salida : 22/10/2013</p>



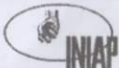

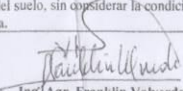
Ca	Mg	Ca+Mg	(meq/100ml)	%	ppm	Clase Textural		
Mg	K	K	Σ Bases	NTot	Cl	Arena	Limo	Arcilla
1,7	6,5	17,5	15,5					

[Signature]
RESPONSABLE LABORATORIO



[Signature]
LABORATORISTA

ANEXO 3. Recomendación de fertilización para el ensayo de biofortificación agronómica de papa en Tunshi/Chimborazo, 2014.



 INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS	ESTACION EXPERIMENTAL "SANTA CATALINA" LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS Panamericana sur Km. 1, Apartado 17-01-340 Telefax: 2690-694 Email: dmsasc@iniapsc.gov.ec Quito-Ecuador	 INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS						
RECOMENDACIÓN DE FERTILIZACIÓN								
Nombre del Propietario: CTT-DLBH ESPOCH								
Fecha: 12 de noviembre de 2013								
Muestra No.	Cultivo	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	S	Fertilizante Fuente	Cantidad Sacos/ha	FORMA Y EPOCA DE APLICACIÓN
94573 TESIS	PAPA	160	300	60	30	18-46-0 Sulpomag Muriato de K Nitrato de Ca Urea	13.0 3.0 1.0 3.0 1.0	Aplicar todo el 18-46-0, sulpomag y el muriato de K, a chorro continuo en el fondo del surco, tapar con una capa delgada de suelo y sembrar. El nitrato de Ca aplicar 35 días después de la siembra (dds) y la urea 70 dds, en banda lateral a 10 cm de las plantas e incorporar con el medio aporque y aporque.
OBSERVACIONES:								
La recomendación de fertilización se realiza en base al análisis químico del suelo, sin considerar la condición física y climática de la zona en cuestión, por lo tanto esta se constituye en una guía de fertilización que debe ser ajustada por el técnico de la zona.								
 Ing. Agr. Franklin Valverde RESPONSABLE DE LA RECOMENDACIÓN								

ANEXO 4. Aplicación de insecticidas y fungicidas para la biofortificación agronómica del tubérculo de papa en Tunshi/Chimborazo, 2015.

APLICACIÓN DE INSECTICIDAS				
N° Aplicación	Fecha de aplicación	Dosis(ml/L) o g/L	Producto	Ingrediente activo
1	07/12/2013	1ml	Engeo	Tiametoxam+Lambdacihalotrina
2	25/12/2013	1ml	Engeo	Tiametoxam+Lambdacihalotrina
3	11/01/2014	2,5 ml	Sharfip	Fipronil
4	10/02/2014	1 g	Acefato	Olate
APLICACIÓN DE FUNGICIDAS				
1	04/01/2014	2 ml	Daconil 720	Clorotalonil
2	18/01/2014	2,5g	Ridomil	Metañaxil + Mancozeb
3	01/02/2014	2g	Antracol 70	Propineb
4	10/02/2014	2ml	Daconil 70	Clorotalonil
5	28/02/2014	2g	Antracol 70	Propineb

Elaborado por: Gavilanes, L. 2015.

ANEXO 5. Análisis de agua para el ensayo de biofortificación agronómica del tubérculo de papa en Tunshi/Chimborazo, 2014.

 <p>LABCESTTA Tecnología & Soluciones SGC</p>	<p align="center">LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL E INSPECCIÓN</p> <p align="center">Panamericana Sur Km. 1 ½ Telefax: (03) 2998232 ESPOCH FACULTAD DE CIENCIAS RIOBAMBA - ECUADOR</p>	 <p align="center">LABORATORIO DE ENSAYOS N° OAE LE 2C 06-008</p>
---	---	---

INFORME DE ENSAYO No: 276
ST: 14 – 112 ANÁLISIS DE AGUAS
Nombre Peticionario: NA
Atn. Lilian Gavilanes
Dirección: Chambo, Simon Bolivar y Puruha
FECHA: 28 de Febrero del 2014
NUMERO DE MUESTRAS: 1
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB: 2014 / 02 / 19 17:00
FECHA DE MUESTREO: 2014 / 02 / 18 18:00
FECHA DE ANÁLISIS: 2014 / 02 / 18 - 2014 / 02 / 28
TIPO DE MUESTRA: Riego
CÓDIGO LABCESTTA: LAB-A 218-14
CÓDIGO DE LA EMPRESA: NA
PUNTO DE MUESTREO: Estación Experimental de Tunshi
ANÁLISIS SOLICITADO: Físico - Químico
PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA: Lilian Gavilanes
CONDICIONES AMBIENTALES DE ANÁLISIS: T máx.:25,0 °C. T min.: 15,0 °C

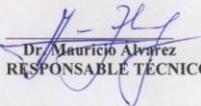

RESULTADOS ANALÍTICOS:

PARÁMETROS	MÉTODO /NORMA	UNIDAD	RESULTADO	VALOR LÍMITE PERMISIBLE	INCERTIDUMBRE (k=2)
Hierro	PEE/LABCESTTA/35 Standard Methods No. 3500-Fe B 3030-E3111-B	mg/L	1,77	-	±9%
Zinc	PEE/LABCESTTA/68 Standard Methods No. 3500-Zn B/3030-E3111-B	mg/L	<0,05	-	±34%
Potencial Hidrógeno	PEE/LABCESTTA/05 Standard Method No. 4500-H ⁺ B	Unidades de pH	6,68	-	±0,10
*Salinidad	PEE/LABCESTTA/55 Standard Methods No. 2520 B	ppt	0,1	-	-
Conductividad eléctrica	PEE/LABCESTTA/06 Standard Method No. 2510 B	uS/cm	289,9	-	±5%

OBSERVACIONES:

- Muestra receptada en el laboratorio.
- Los parámetros con (*) no están incluidos en el alcance de acreditación.

RESPONSABLES DEL INFORME:

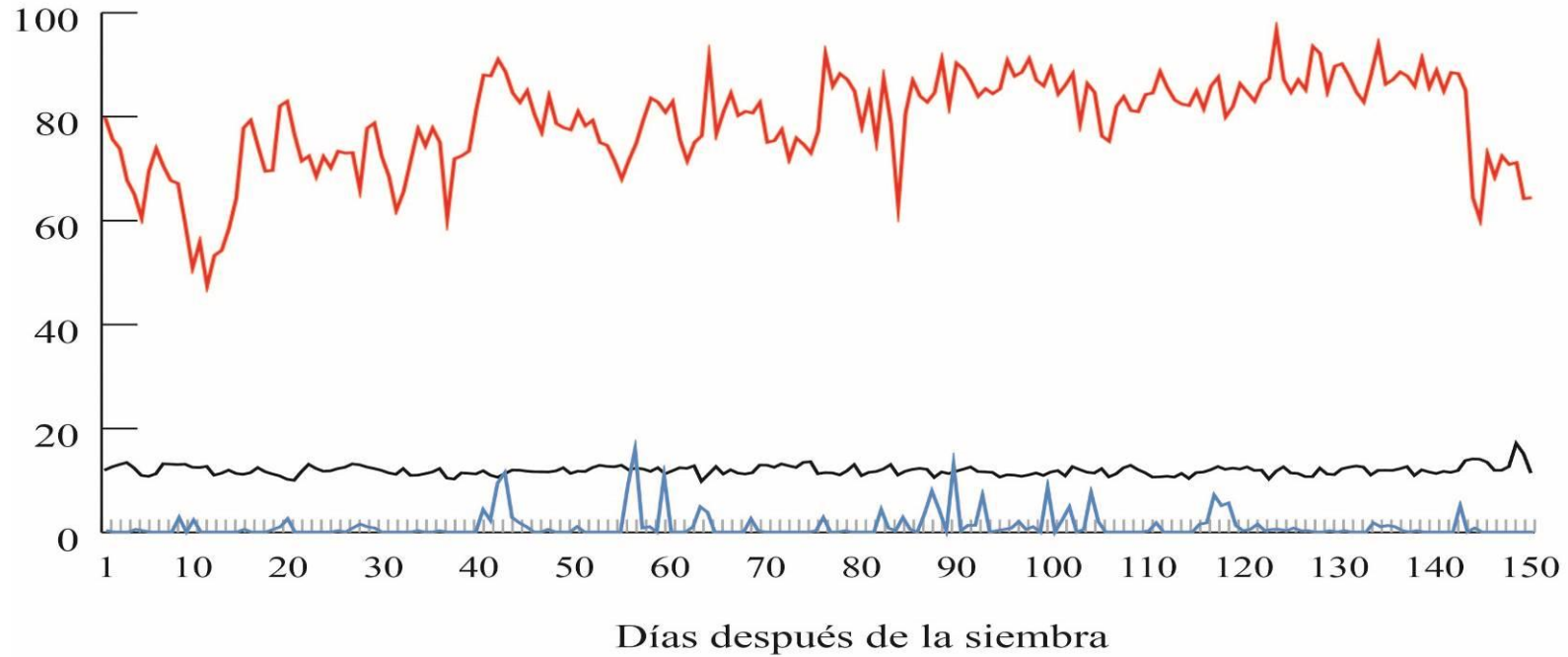
 Dr. Mauricio Alvarez RESPONSABLE TÉCNICO	<p align="center">LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL E INSPECCIÓN LAB - CESTTA ESPOCH</p>	 Ing. Marcela Erazo JEFE DE LABORATORIO
--	--	--

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.
 Los resultados arriba indicados sólo están relacionados con los objetos ensayados
 MC01-14

Página 1 de 1
Edición 2

ANEXO 6. Condiciones climáticas durante el ensayo.

CLIMA DURANTE EL PROCESO EXPERIMENTAL



Promedio: 78.8 HR (%)

Promedio: 14.2 Temperatura (°C)

Acumulada: 223 Precipitación (mm)

FECHA SIEMBRA: 15 DE NOVIEMBRE 2013

ANEXO 7. Características de la Variedad Chaucha Roja

CARACTERIZACIÓN ETNOBOTÁNICA	
Significado	Suave
Destino de la producción	Mercado, autoconsumo
Rango de adaptación (m.s.n.m.)	3 000 a 3 200
Zona de producción	Chimborazo
Rendimiento (qq sembrados/qq cosechados)	1 : 5 a 10
Usos	Papas con cáscara, locros
Tiempo de cocción	Rápida
<i>Resistencia a factores abióticos</i>	
Helada	Susceptible
Sequía	
Lancha	Susceptible
Pudrición	Susceptible
Almacenamiento (meses)	1
CARACTERIZACIÓN AGRONÓMICA	
Rendimiento (kg por planta)	1.2
No. De tubérculos por planta	21
	120 a 149
Brotación (días)	5
CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA	
Hábito de crecimiento	Postrado
Tallo	Pigmentado con abundante verde y alas rectas
Hoja	Disectada con 3 pares de folíolos laterales y 2 pares de interhojuelas
Flor	Muy rotada, lila intermedio con acumen blanco en el haz y envés
Grado de floración	Profusa
Baya	Ovoide, verde con áreas pigmentadas
Forma del tubérculo	Elíptico con ojos medios
Piel del tubérculo	Rojo claro
Pulpa del tubérculo	Amarillo intenso
Brote	Rojo con manchas blancas a lo largo
CARACTERIZACIÓN FÍSICA	
Tiempo de cocción (min)	21
Textura	4.2 (Arenosa)
Oxidación (horas)	2
Verdeamiento (días)	90
Materia seca (%)	21.3
Gravedad específica	1.0
Hojuelas buenas (%)	90
Sabor	4.4 (bueno)

Fuente: Programa Nacional de Raíces y Tubérculos – Rubro papa

ANEXO 8. Características de la Variedad Iniap-Natividad.

La variedad I-Natividad es una variedad mejorada por el Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) con el apoyo del Centro Internacional de la Papa (CIP), desarrollo un programa de mejoramiento genético donde se combinaron especies silvestres (*S. acroglossum*, *S. Microdintum* y *S. pausissectum*) con resistencia a lancha con variedades mejoradas y nativas de mayor demanda y calidad (Super chola, INIAP-Gabriela, Capiro, Bolona, Suscaleña y Yema de Huevo). Se realizaron los cruzamientos y la descendencia fue evaluada por varios ciclos en la estación experimental Santa Catalina y con agricultores en las provincias de Carchi, Pichincha y Bolívar, sobresaliendo el clon 179-19 denominada INIAP-Natividad.

CARACTERIZACIÓN ETNOBOTÁNICA	
Origen Genético	I-Gabriela con un híbrido entre Yema de Huevo (<i>Solanum phureja</i>) y la especie silvestre <i>S. pausissectum</i> .
Subespecie	
Zonas Recomendadas	Sierra Centro-Norte
Altitud	2800 a 3200 msnm
Follaje	
Tubérculos	Oblongos alargados
Maduración	
Rendimiento potencial	45 a 55 t/ha
Reacción a enfermedades	Resistente a la lancha (<i>Phytophthora infestans</i>)
Usos	Consumo en fresco:
CARACTERÍSTICAS	DE
CALIDAD	
Materia seca% *	20.41
Azucares totales% *	0.051
Azucares reductores% *	0.020
Almidón% *	69.27
Gravedad específica/cm ³ *	1.089
Proteína% *	10.03
Tiempo de cocción (minutos)	20.00
Color de papa cocida	Crema

Fuente: Dpto. de Nutrición y Calidad del INIAP. Datos en base seca

ANEXO 9. Características de la Variedad Chaucha Amarilla.

CARACTERIZACIÓN ETNOBOTÁNICA	
Significado	Piel amarilla
Destino de la producción	Mercado, autoconsumo
Rango de adaptación (m.s.n.m.)	3 000 a 3 300
Zona de producción	Chimborazo
Rendimiento (qq sembrados/qq cosechados)	1 : 3 a 4
Usos	Sopas, papas con cáscara, cariucho
Tiempo de cocción	Rápida
<i>Resistencia a factores abióticos</i>	
Helada	Moderadamente Susceptible
Sequía	Intermedia
Lancha	Susceptible
Pudrición	Susceptible
Almacenamiento (meses)	1 a 2
CARACTERIZACIÓN AGRONÓMICA	
Rendimiento (kg por planta)	1.2
No. De tubérculos por planta	13
Senescencia (días)	120 a 149
Brotación (días)	12
CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA	
Hábito de crecimiento	Decumbente
Tallo	Verde y alas rectas
Hoja	Disectada con 3 pares de foliolos laterales y 1 pares de interhojuelas
Flor	Muy rotada, lila oscuro con acumen blanco en envés
Grado de floración	Profusa
Baya	Ovoide, verde con áreas pigmentadas
Forma del tubérculo	Elíptico con ojos profundos
Piel del tubérculo	Amarillo intenso
Pulpa del tubérculo	Amarillo intenso
Brote	Rojo con blanco en el ápice
CARACTERIZACIÓN FÍSICA	
Tiempo de cocción (min)	19
Textura	Arenosa
Oxidación (horas)	3
Verdeamiento (días)	20
Materia seca (%)	20,1
Gravedad específica	1.08
Hojuelas buenas (%)	74
Sabor	Regular

Fuente: Programa Nacional de Raíces y Tubérculos – Rubro papa.

ANEXO 10. Características de la Variedad Puca Shungo.

CARACTERIZACIÓN ETNOBOTÁNICA	
Origen Genético	Autofecundación variedad nativa chaucha camote, colectada en Imbabura, localidad Anaspamba Alto.
Subespecie	
Zonas Recomendadas	Sierra Centro, Cotopaxi, Tunguragua y Cotopaxi.
Altitud	2900 a 3300 msnm
Follaje	
Tubérculos	Comprimidos
Maduración	
Rendimiento potencial	21,3 ^a 23,8t/ha
Reacción a enfermedades	Resistencia moderada a la lanchara (<i>Phytophthora infestans</i>)
Usos	Consumo en fresco:
CARACTERÍSTICAS DE CALIDAD	
Materia seca% *	19,5 a 22,7
Azúcares reductores% *	0.21-0.25
Proteína% *	7-9
Tiempo de cocción (minutos)	25-30
Fe(ppm)	61-86
Zn(ppm)	9-10

Fuente: Dpto. de Nutrición y Calidad del INIAP

ANEXO 11. Características de la Variedad Coneja Negra

CARACTERIZACIÓN ETNOBOTÁNICA	
Significado	Orejas de conejo negro
Destino de la producción	Autoconsumo
Rango de adaptación (m.s.n.m.)	3 200 a 3 600
Zona de producción	Bolívar
Rendimiento (qq sembrados/qq cosechados)	1 : 6 a 8
Usos	Papas con cáscara
Tiempo de cocción	Media
<i>Resistencia a factores abióticos</i>	
Helada	Intermedia
Sequía	Intermedia
Lancha	Intermedia
Pudrición	Intermedia
Almacenamiento (meses)	5 a 7
CARACTERIZACIÓN AGRONÓMICA	
Rendimiento (kg por planta)	1.2
No. De tubérculos por planta	25
Senescencia (días)	150 a 179
Brotación (días)	90
CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA	
Hábito de crecimiento	Semi erecto
Tallo	Pigmentado con muchas manchas y alas rectas
Hoja	Disectada con 3 pares de foliolos laterales y 2 pares de interhojuelas
Flor	Rotada, morado claro con acumen blanco en envés
Grado de floración	Profusa
Baya	Ovoide, verde con abundante puntos blancos
Forma del tubérculo	Oblongo alargado con ojos superficiales
Piel del tubérculo	Morado intenso
Pulpa del tubérculo	Amarillo crema
Brote	Violeta
CARACTERIZACIÓN FÍSICA	
Tiempo de cocción (min)	25
Textura	Intermedia
Oxidación (horas)	2
Verdeamiento (días)	90
Materia seca (%)	20,9
Gravedad específica	1.08
Hojuelas buenas (%)	70
Sabor	Agradable

Fuente: Programa Nacional de Raíces y Tubérculos – Rubro papa

ANEXO 12. Altura de planta al 50% de floración

Variedades	Fert.	Repeticiones				Media	Desvest
		I	II	III	IV		
1	1	52,25	56,50	55,58	46,25	52,65	4,64
1	2	49,58	54,58	55,08	52,25	52,88	2,52
1	3	53,17	52,42	57,42	48,92	52,98	3,49
1	4	55,17	46,58	55,33	42,92	50,00	6,24
1	5	55,42	49,75	58,50	48,50	53,04	4,72
1	6	59,00	55,83	59,08	37,58	52,88	10,31
2	1	42,92	35,42	60,25	50,58	47,29	10,63
2	2	51,92	50,17	61,25	57,58	55,23	5,11
2	3	67,58	52,50	66,00	59,50	61,40	6,89
2	4	54,23	51,25	52,23	60,42	54,53	4,12
2	5	51,75	40,17	68,58	59,33	54,96	12,03
2	6	56,75	54,83	62,92	51,83	56,58	4,68
3	1	58,83	43,25	53,25	56,50	52,96	6,87
3	2	51,42	46,58	52,33	46,42	49,19	3,13
3	3	64,33	46,25	49,75	58,08	54,60	8,17
3	4	50,08	43,00	54,08	49,42	49,15	4,59
3	5	61,25	48,08	53,08	57,67	55,02	5,71
3	6	61,17	40,67	61,58	42,08	51,38	11,56
4	1	75,42	74,08	57,67	71,08	69,56	8,13
4	2	74,00	60,83	62,25	74,75	67,96	7,44
4	3	79,25	65,42	67,92	78,25	72,71	7,06
4	4	73,25	66,75	56,00	67,08	65,77	7,17
4	5	75,67	61,00	58,67	83,08	69,60	11,72
4	6	75,75	68,75	54,92	70,50	67,48	8,89
5	1	95,67	94,75	88,92	86,92	91,56	4,30
5	2	91,25	91,67	89,42	86,08	89,60	2,54
5	3	95,92	91,25	92,00	92,00	92,79	2,11
5	4	87,25	93,33	86,00	84,25	87,71	3,95
5	5	94,58	96,50	92,58	95,25	94,73	1,64

Elaborado: GAVILANES, L.2014.

ANEXO 13. Numero de tubérculos por planta

Variedades	Fert.	Repeticiones				Media	Desvest
		I	II	III	IV		
1	1	36,23	16,07	30,54	26,63	27,37	8,50
1	2	20,00	20,44	17,47	27,86	21,44	4,47
1	3	24,86	26,36	19,86	26,38	24,36	3,09
1	4	25,86	21,06	17,94	18,63	20,87	3,58
1	5	30,87	22,43	22,06	23,19	24,64	4,18
1	6	23,25	19,13	20,73	25,21	22,08	2,69
2	1	13,20	16,88	10,38	19,00	14,86	3,83
2	2	14,73	14,56	14,25	17,88	15,36	1,69
2	3	25,19	20,00	17,19	12,67	18,76	5,24
2	4	10,53	17,60	13,94	21,00	15,77	4,53
2	5	13,69	13,88	15,40	16,13	14,77	1,18
2	6	16,56	18,33	14,88	21,07	17,71	2,65
3	1	38,81	30,87	23,80	38,33	32,95	7,10
3	2	32,31	29,13	23,81	23,44	27,17	4,30
3	3	40,50	36,07	35,06	35,94	36,89	2,45
3	4	25,53	25,44	30,88	33,73	28,89	4,11
3	5	41,63	29,57	34,19	28,81	33,55	5,88
3	6	40,38	33,44	26,38	30,81	32,75	5,86
4	1	17,27	14,00	20,13	18,33	17,43	2,58
4	2	21,50	15,13	20,53	18,73	18,98	2,81
4	3	20,63	17,88	16,00	18,63	18,28	1,91
4	4	14,94	16,06	14,06	14,67	14,93	0,84
4	5	20,53	12,80	29,88	18,25	20,36	7,12
4	6	17,06	22,50	17,94	9,86	16,84	5,23
5	1	22,47	28,47	45,33	24,15	30,11	10,46
5	2	29,73	20,15	19,08	29,29	24,56	5,73
5	3	25,00	21,43	22,14	24,43	23,25	1,73
5	4	26,75	28,63	37,43	30,79	30,90	4,66
5	5	31,43	19,07	37,71	41,31	32,38	9,77
5	6	31,60	25,07	35,23	31,33	30,81	4,22

Elaborado: GAVILANES, L.2014.

ANEXO 14. Rendimiento por planta(kg/planta)

Variedades	Fert.	Repeticiones				Media	Desvest
		I	II	III	IV		
1	1	0,74	0,45	0,80	0,80	0,70	0,17
1	2	0,45	0,65	0,54	1,01	0,66	0,25
1	3	0,88	0,77	0,69	0,74	0,77	0,08
1	4	0,75	0,69	0,54	0,77	0,69	0,10
1	5	0,85	0,66	0,76	0,74	0,75	0,08
1	6	0,60	0,50	0,53	0,71	0,59	0,09
2	1	0,89	0,88	0,89	0,93	0,89	0,02
2	2	1,11	1,01	0,83	0,81	0,94	0,14
2	3	1,08	1,23	0,84	0,93	1,02	0,17
2	4	0,71	1,20	0,76	0,96	0,91	0,22
2	5	0,91	0,99	0,95	0,90	0,94	0,04
2	6	0,82	1,29	0,76	1,17	1,01	0,26
3	1	0,87	0,51	0,80	0,62	0,70	0,16
3	2	0,73	0,66	0,78	0,66	0,71	0,06
3	3	0,78	0,63	0,82	0,78	0,75	0,08
3	4	0,67	0,49	0,54	0,59	0,57	0,08
3	5	0,86	0,66	0,76	0,80	0,77	0,09
3	6	0,91	0,76	0,64	0,38	0,67	0,22
4	1	0,81	0,71	1,17	1,61	1,08	0,41
4	2	0,96	1,23	1,06	1,21	1,12	0,13
4	3	1,39	0,98	1,00	1,12	1,12	0,19
4	4	0,85	0,87	0,89	0,84	0,86	0,02
4	5	1,13	0,73	1,26	1,32	1,11	0,26
4	6	1,07	1,24	1,15	0,81	1,07	0,18
5	1	0,66	0,67	1,05	0,48	0,72	0,24
5	2	0,71	0,52	0,68	0,66	0,64	0,08
5	3	0,96	0,71	0,84	0,59	0,78	0,16
5	4	0,71	0,88	0,92	1,06	0,89	0,15
5	5	0,45	0,49	1,11	1,03	0,77	0,35
5	6	0,61	0,57	1,02	1,09	0,82	0,27

Elaborado: GAVILANES, L.2014

ANEXO 15. Rendimiento por parcela neta (kg/pn)

Variedades	Fert.	Repeticiones				Media	Desvest
		I	II	III	IV		
1	1	9,60	6,80	10,40	12,80	9,90	2,47
1	2	6,68	10,40	8,10	14,20	9,84	3,28
1	3	12,30	10,80	9,60	11,90	11,15	1,21
1	4	10,50	11,10	8,70	12,30	10,65	1,50
1	5	12,70	9,20	12,10	11,80	11,45	1,55
1	6	9,60	8,00	8,00	10,00	8,90	1,05
2	1	13,30	14,00	14,20	14,80	14,08	0,62
2	2	16,60	16,20	13,20	13,00	14,75	1,91
2	3	17,30	19,70	13,40	13,90	16,08	2,97
2	4	10,60	18,00	12,10	14,40	13,78	3,22
2	5	14,50	15,90	14,30	14,40	14,78	0,75
2	6	13,15	19,40	12,10	17,60	15,56	3,50
3	1	13,90	7,70	12,00	9,26	10,72	2,77
3	2	11,70	10,60	12,50	10,50	11,33	0,95
3	3	12,40	8,80	13,05	12,50	11,69	1,95
3	4	10,10	7,90	8,70	8,80	8,88	0,91
3	5	13,80	9,20	12,10	12,87	11,99	1,99
3	6	11,80	12,20	10,30	6,05	10,09	2,81
4	1	12,10	10,70	17,60	24,10	16,13	6,09
4	2	15,40	18,40	15,90	18,20	16,98	1,55
4	3	22,20	15,70	16,00	17,90	17,95	3,00
4	4	13,60	13,90	14,20	12,60	13,58	0,69
4	5	16,90	11,00	20,10	21,10	17,28	4,55
4	6	17,10	19,90	18,40	11,40	16,70	3,71
5	1	9,90	10,10	15,80	6,20	10,50	3,96
5	2	10,60	6,80	8,80	9,30	8,88	1,58
5	3	14,40	10,00	11,80	8,30	11,13	2,61
5	4	11,30	14,10	12,90	14,90	13,30	1,57
5	5	6,30	7,40	15,60	16,40	11,43	5,31
5	6	9,10	8,00	13,20	16,40	11,68	3,86

Elaborado: GAVILANES, L.2014.

ANEXO 16. Contenido de Hierro en pulpa del tubérculo

Variedades	Fert.	Repeticiones				Media	Desvest
		I	II	III	IV		
1	1	36,00	40,70	32,30	27,00	34,00	5,80
1	2		37,20	37,40	30,90	35,17	3,70
1	3	32,10	30,90	33,30	27,80	31,03	2,36
1	4	34,70	36,70	33,70	31,50	34,15	2,16
1	5	30,40	35,20	31,20	27,50	31,08	3,18
1	6	32,20	36,40	38,50	29,00	34,03	4,25
2	1	29,00	21,20	22,70	27,10	25,00	3,66
2	2	39,80	21,50	29,20	24,40	28,73	8,04
2	3	23,20	22,70	26,80	24,80	24,38	1,85
2	4	22,10	23,80	21,30	21,50	22,18	1,14
2	5	23,80	20,60	26,80	27,00	24,55	3,01
2	6	23,70	24,50	22,70	24,40	23,83	0,83
3	1	31,10	36,80	34,80	35,30	34,50	2,42
3	2	35,00	37,60	41,90	37,00	37,88	2,90
3	3	38,10	32,10	42,20	39,40	37,95	4,26
3	4	37,30	41,00	43,40	39,00	40,18	2,63
3	5	32,70	31,80	33,90		32,80	1,05
3	6	40,00	35,00	49,00	41,00	41,25	5,80
4	1	21,80	25,30	17,60	13,30	19,50	5,20
4	2	15,30	19,20	16,20	17,30	17,00	1,68
4	3	15,40	16,00	18,70	15,10	16,30	1,64
4	4	17,50	20,90	17,90	18,00	18,58	1,56
4	5	13,90	19,60	14,80	14,60	15,73	2,61
4	6	15,70	14,50	14,30	19,30	15,95	2,32
5	1	25,20	25,10	28,60	26,90	26,45	1,65
5	2	26,30	27,00	24,60	31,10	27,25	2,76
5	3	23,50	24,00	22,20	27,20	24,23	2,12
5	4	24,00	27,10	23,10	26,20	25,10	1,86
5	5	29,30	28,70	22,20	29,20	27,35	3,44
5	6	28,60	29,80	23,50	26,90	27,20	2,74

Elaborado: GAVILANES, L.2014.

ANEXO 17. Contenido de Hierro en cáscara del tubérculo

Variedades	Fert.	Repeticiones				Media	Desvest
		I	II	III	IV		
1	1	143,40	83,90	66,40	99,00	98,18	32,96
1	2	73,40	63,50	85,30	97,50	79,93	14,72
1	3	99,90	98,40	95,20	84,50	94,50	6,95
1	4	77,50	112,80	77,90	73,30	85,38	18,40
1	5	67,50	66,30	79,90	70,00	70,93	6,18
1	6	83,60	72,40	89,60	113,30	89,73	17,26
2	1	44,30	39,80	59,60	44,20	46,98	8,67
2	2	52,30	42,60	54,20	35,50	46,15	8,73
2	3	62,40	49,30	49,00	37,20	49,48	10,30
2	4	55,10	44,70	41,90	33,70	43,85	8,83
2	5	58,10	59,70	69,70	36,80	56,08	13,84
2	6	51,30	50,80	51,50	76,00	57,40	12,40
3	1	111,20	115,80	105,90	87,10	105,00	12,60
3	2	130,70	126,70	121,20	118,90	124,38	5,34
3	3	119,00	136,40	140,70	79,90	119,00	27,70
3	4	109,70	117,50	108,00	119,40	113,65	5,64
3	5	147,10	145,20	102,70	91,10	121,53	28,84
3	6	104,10	109,50	126,10	86,00	106,43	16,52
4	1	41,50	84,00	105,30	41,90	68,18	31,78
4	2	65,10	72,00	65,30	81,10	70,88	7,53
4	3	43,00	53,60	37,80	50,80	46,30	7,23
4	4	47,40	90,80	46,90	56,80	60,48	20,72
4	5	39,00	77,20	54,40	68,80	59,85	16,79
4	6	57,70	83,40	55,60	71,70	67,10	13,01
5	1	53,60	65,60	55,60	61,80	59,15	5,54
5	2	109,30	102,40	100,40	90,80	100,73	7,64
5	3	70,60	92,60	80,20	61,20	76,15	13,43
5	4	80,00	91,70	113,80	56,30	85,45	23,96
5	5	56,30	67,50	62,10	69,50	63,85	5,92
5	6	67,00	78,20	75,50	69,60	72,58	5,17

Elaborado: GAVILANES, L.2014.

ANEXO 18. Contenido de materia seca en pulpa del tubérculo

Variedades	Fert.	Repeticiones				Media	Desvest
		I	II	III	IV		
1	1	22,35	24,00	20,90	20,75	22,00	1,52
1	2	22,30	23,95	22,00	24,50	23,19	1,23
1	3	21,30	20,65	20,80	19,18	20,48	0,91
1	4	19,80	23,10	20,00	21,85	21,19	1,57
1	5	22,08	21,42	22,43	22,34	22,07	0,46
1	6	21,94	23,39	23,61	23,75	23,17	0,83
2	1	24,30	22,70	21,60	21,45	22,51	1,32
2	2	22,20	21,74	18,49	23,32	21,44	2,07
2	3	23,62	21,57	19,81	17,58	20,65	2,57
2	4	19,45	21,60	20,00	21,80	20,71	1,17
2	5	20,93	23,78	21,44	22,03	22,05	1,24
2	6	21,45	23,31	23,65	25,65	23,52	1,72
3	1	22,80	22,75	21,00	20,75	21,83	1,10
3	2	22,35	21,30	19,27	21,17	21,02	1,28
3	3	21,30	22,60	21,10	20,70	21,43	0,82
3	4	21,50	22,15	21,35	23,00	22,00	0,75
3	5	21,81	23,60	22,30	21,33	22,26	0,98
3	6	23,67	25,17	23,23	23,20	23,82	0,92
4	1	21,40	22,45	21,95	23,80	22,40	1,03
4	2	23,68	19,88		19,43	20,99	2,33
4	3	21,90	22,05	21,75	21,85	21,89	0,13
4	4	21,93	21,53	21,12	23,36	21,98	0,97
4	5	23,74	23,84	21,00	22,15	22,68	1,36
4	6	23,42	24,35	23,44	23,00	23,55	0,57
5	1	22,55	22,30	19,10	22,90	21,71	1,76
5	2	21,36	20,97	20,69	20,52	20,88	0,37
5	3	21,20	23,90	19,90	20,80	21,45	1,72
5	4	22,04	20,14	22,29	21,23	21,42	0,97
5	5	23,44	23,84	23,87	24,65	23,95	0,51
5	6	21,81	25,38	21,69	23,80	23,17	1,77

Elaborado: GAVILANES, L.2014.

ANEXO 19. Contenido de materia seca en cáscara del tubérculo

Variedades	Fert.	Repeticiones				Media	Desvest
		I	II	III	IV		
1	1	17,20	16,70	15,70	14,30	15,98	1,28
1	2	18,40	15,80	15,60	14,50	16,08	1,65
1	3	14,50	16,30	16,90	14,80	15,63	1,16
1	4	15,70	15,80	16,30	15,60	15,85	0,31
1	5	16,50	16,40	15,50	15,10	15,88	0,68
1	6	16,00	16,60	15,10	16,90	16,15	0,79
2	1		18,00	13,40	19,00	16,80	2,99
2	2			15,40		15,40	
2	3		14,00	14,20	14,50	17,90	0,25
2	4	17,90	14,90	16,80	16,80	16,60	1,25
2	5	17,80	13,60	16,20	17,50	16,28	1,91
2	6	19,80	14,30	13,90		16,00	3,30
3	1	14,90	16,20	16,40	15,10	15,65	0,76
3	2	14,90	15,10	14,40	15,40	14,95	0,42
3	3	16,40	16,10	13,20	15,50	15,30	1,45
3	4	14,90	17,30	15,40	15,90	15,88	1,03
3	5	14,10	15,70	13,80	14,80	14,60	0,84
3	6	13,60	15,50	15,40	17,70	15,55	1,68
4	1	14,00	14,20	12,50	12,90	13,40	0,83
4	2		11,10	12,20	11,90	11,73	0,57
4	3	10,50	12,10	12,80	13,50	12,23	1,28
4	4	12,80	13,90	12,70	13,20	13,15	0,54
4	5	12,90	14,90		12,60	13,47	1,25
4	6	13,00		10,60	13,50	12,37	1,55
5	1	15,70	16,20	15,00	17,90	16,20	1,24
5	2	13,70	16,30	14,30	14,80	14,78	1,11
5	3	14,40	14,40	14,60	16,90	15,08	1,22
5	4	15,20	15,60	14,00	12,40	14,30	1,44
5	5	16,80	17,70	14,60	13,70	15,70	1,86
5	6	15,80	18,50	14,00	14,30	15,65	2,06

Elaborado: GAVILANES, L.2014.

ANEXO 20. Extracción de Hierro en pulpa del tubérculo

Variedades	Fert.	Repeticiones				Media	Desvest
		I	II	III	IV		
1	1	113,90	100,10	102,30	110,10	106,60	6,49
1	2		130,80	97,00	143,50	123,77	24,03
1	3	137,20	114,10	99,00	103,60	113,48	17,03
1	4	116,60	136,50	93,10	141,40	121,90	21,99
1	5	126,40	100,60	105,30	113,70	111,50	11,32
1	6	104,20	104,30	96,60	103,40	102,13	3,71
2	1	139,60	105,00	96,90	151,60	123,28	26,45
2	2		120,60	120,20	108,30	116,37	6,99
2	3	154,60	144,50	106,60	108,80	128,63	24,53
2	4	80,90	148,50	86,20	102,40	104,50	30,73
2	5	121,10	110,70	129,40	120,90	120,53	7,65
2	6	116,10	163,90	88,80	122,80	122,90	31,04
3	1	139,50	94,10	125,20	101,60	115,10	20,98
3	2	135,20	131,80		127,90	131,63	3,65
3	3	145,50	97,00	162,20	148,70	138,35	28,50
3	4	108,90	113,80	111,60	112,20	111,63	2,04
3	5	127,70	95,60	124,10		115,80	17,59
3	6	144,60	144,40	163,10	81,80	133,48	35,55
4	1	93,40	94,90	105,60	123,30	104,30	13,78
4	2	82,30	116,30	93,90	109,60	100,53	15,35
4	3	124,50	87,40	109,20	98,30	104,85	15,84
4	4	80,30	112,60	88,60	80,90	90,60	15,15
4	5	83,50	82,30	107,40	107,80	95,25	14,27
4	6	104,70	112,30	90,00	79,50	96,63	14,70
5	1	95,50	98,80		66,90	87,07	17,54
5	2	99,80	70,70	84,20	112,50	91,80	18,22
5	3	118,70	93,10	102,70	94,00	102,13	11,87
5	4	105,30	158,50	113,30	148,60	131,43	26,07
5	5	71,40	84,40	134,20		96,67	33,15
5	6	92,90	99,30	109,80		100,67	8,53

Elaborado: GAVILANES, L.2014.

ANEXO 21. . Extracción de Hierro en cáscara del tubérculo.

Variedades	Fert.	Repeticiones				Media	Desvest
		I	II	III	IV		
1	1	99,00	36,70	47,50	64,90	62,03	27,25
1	2	38,10	42,40	44,40	74,00	49,73	16,40
1	3	65,90	67,70	65,00	57,20	63,95	4,64
1	4	50,90	79,50	49,40	50,80	57,65	14,58
1	5	62,40	50,00	64,90	45,50	55,70	9,42
1	6	49,00	38,20	50,70	83,90	55,45	19,76
2	1	29,20	26,80	30,20	33,90	30,03	2,95
2	2	38,20	28,50	30,30	20,90	29,48	7,10
2	3	55,60	36,30	25,80	20,20	34,48	15,58
2	4	28,90	28,80	23,60	22,90	26,05	3,25
2	5	36,80	33,30	43,70	25,30	34,78	7,65
2	6	42,40	41,60	22,80	54,00	40,20	12,91
3	1	87,30	61,10	98,30	47,90	73,65	23,20
3	2	88,10	79,80	83,80	74,30	81,50	5,88
3	3	106,60	88,00	100,50	68,50	90,90	16,82
3	4	71,50	60,00	60,10	66,50	64,53	5,56
3	5		79,90	65,60	70,80	72,10	7,24
3	6	78,60	75,80	75,90	42,30	68,15	17,28
4	1	19,70	33,90	64,80	32,30	37,68	19,17
4	2	42,80	38,20	32,70	44,60	39,58	5,32
4	3	24,60	27,50	20,70	32,70	26,38	5,05
4	4	23,30	46,40	22,80	25,80	29,58	11,29
4	5	22,40	34,90	41,60	46,40	36,33	10,41
4	6	32,40	61,30	28,80	28,90	37,85	15,72
5	1	21,70	27,80	34,00	18,20	25,43	6,96
5	2	41,60	28,20	31,00	32,00	33,20	5,83
5	3	38,00	30,50	32,70	23,20	31,10	6,14
5	4	34,90	49,40	29,80	53,10	41,80	11,21
5	5	14,40	23,10	34,10	39,30	27,73	11,16
5	6	24,90	29,40	36,50	40,00	32,70	6,82

Elaborado: GAVILANES, L.2014.

ANEXO 22. Extracción de Zinc en pulpa del tubérculo

Variedades	Fert.	Repeticiones				Media	Desvest
		I	II	III	IV		
1	1	44,30	40,10	45,30	36,30	41,50	4,13
1	2	16,70	19,70	14,00	28,30	19,68	6,20
1	3	15,00	42,80	35,70	38,80	33,08	12,40
1	4	13,10	28,60	11,30	10,80	15,95	8,49
1	5	37,80	39,50	32,70	43,80	38,45	4,59
1	6	47,20	17,50	18,10	9,60	23,10	16,53
2	1	26,90	17,30	17,90	40,80	25,73	10,97
2	2	10,40	13,50	7,40	15,10	11,60	3,41
2	3	42,00	25,50	16,70	5,70	22,48	15,33
2	4	4,00	13,70	10,50	8,10	9,08	4,09
2	5	23,90	12,40	31,90	22,40	22,65	8,01
2	6	11,80	26,10	8,60	13,10	14,90	7,70
3	1	46,70	35,30	24,50	44,60	37,78	10,14
3	2	17,00	27,30	19,30	33,50	24,28	7,57
3	3	37,80	29,00	31,90	59,60	39,58	13,84
3	4	10,80	26,60	26,70	26,80	22,73	7,95
3	5	38,30	38,20	33,30	57,90	41,93	10,90
3	6	29,30	16,10	24,30	14,20	20,98	7,07
4	1	27,00	20,60	10,80	0,90	14,83	11,43
4	2	0,50	1,20	1,70	4,40	1,95	1,71
4	3	27,50	3,80	46,70	22,10	25,03	17,65
4	4	15,60	4,80	4,90	9,90	8,80	5,12
4	5	0,60	7,10	13,80	0,70	5,55	6,28
4	6	10,00	0,80	8,20	8,20	6,80	4,09
5	1	37,90	30,30	47,50	32,80	37,13	7,61
5	2	26,20	21,20	11,00	35,50	23,48	10,21
5	3	18,70	35,70	40,20	30,10	31,18	9,29
5	4	28,50	26,30	12,30	26,70	23,45	7,49
5	5	10,00	24,10	18,70	41,50	23,58	13,29
5	6	31,50	41,60	44,40	31,50	37,25	6,74



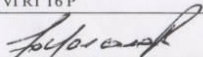
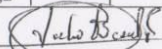
Elaborado: GAVILANES, L.2014.

ANEXO 23. Extracción de Zinc en cáscara del tubérculo.

Variedades	Fert.	Repeticiones				Media	Desvest
		I	II	III	IV		
1	1			15,20	13,80	14,50	0,99
1	2	10,20	9,90	7,80	9,60	9,38	1,08
1	3	8,70		15,10	12,90	12,23	3,25
1	4	9,70	14,90	11,70	6,20	10,63	3,65
1	5				14,90	14,90	
1	6	14,10	9,20		6,80	10,03	3,72
2	1	9,20	9,20	9,80	10,50	9,68	0,62
2	2	7,40	6,20	6,00	7,40	6,75	0,75
2	3	11,90	10,70	12,50	7,50	10,65	2,23
2	4	5,30	5,80	5,60	7,50	6,05	0,99
2	5	9,20	8,10	10,00		9,10	0,95
2	6	9,00	7,90	3,00	9,40	7,33	2,95
3	1						
3	2	9,70	10,50	10,40		10,20	0,44
3	3		11,00			11,00	
3	4	9,70	9,20	9,00	11,00	9,73	0,90
3	5	14,70	13,80	13,60		14,03	0,59
3	6	9,50	8,90	11,30	8,50	9,55	1,24
4	1	6,60	4,90	8,70	8,60	7,20	1,81
4	2	4,30	7,50	5,70	5,90	5,85	1,31
4	3	6,10	9,60	8,10	9,00	8,20	1,53
4	4	4,50	6,00	6,60	6,00	5,78	0,90
4	5	6,30	7,40	9,10	8,20	7,75	1,19
4	6	4,00	4,80	6,80	5,50	5,28	1,19
5	1	5,80	5,80	8,10	6,10	6,45	1,11
5	2	5,20	4,00	3,30		4,17	0,96
5	3	6,80	5,50	5,50	6,80	6,15	0,75
5	4	11,50	7,40	4,40	8,70	8,00	2,95
5	5	3,40	5,00	7,40	11,00	6,70	3,30
5	6	6,20	6,90	8,90	9,00	7,75	1,42

Elaborado: GAVILANES, L.2014.

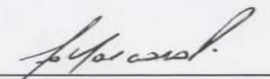
ANEXO 24. Análisis químico de contenido de Hierro y Zinc contenidos en cáscara y pulpa de los tubérculos de papa.

 INIAP <small>INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS</small>	ESTACION EXPERIMENTAL "SANTA CATALINA" LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS Km. 14 1/2 Panamericana Sur, Apdo. 17-01-340 Quito- Ecuador Telf.: 690-691/92/93 Fax: 690-693																																			
REPORTE DE ANALISIS FOLIARES																																				
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">DATOS DEL PROPIETARIO</th> </tr> <tr> <td>Nombre :</td> <td>ESPOCH</td> </tr> <tr> <td>Dirección :</td> <td>RIOBAMBA</td> </tr> <tr> <td>Ciudad :</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Teléfono :</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Fax :</td> <td></td> </tr> </table>	DATOS DEL PROPIETARIO		Nombre :	ESPOCH	Dirección :	RIOBAMBA	Ciudad :		Teléfono :		Fax :		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">DATOS DE LA PROPIEDAD</th> </tr> <tr> <td>Nombre :</td> <td>TUNSHI</td> </tr> <tr> <td>Provincia :</td> <td>CHIMBORAZO</td> </tr> <tr> <td>Cantón :</td> <td>RIOBAMBA</td> </tr> <tr> <td>Parroquia :</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Ubicación :</td> <td></td> </tr> </table>	DATOS DE LA PROPIEDAD		Nombre :	TUNSHI	Provincia :	CHIMBORAZO	Cantón :	RIOBAMBA	Parroquia :		Ubicación :		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">PARA USO DEL LABORATORIO</th> </tr> <tr> <td>Cultivo :</td> <td>PAPA</td> </tr> <tr> <td>Fecha de Muestreo :</td> <td>28/03/2014</td> </tr> <tr> <td>Fecha de Ingreso :</td> <td>16/04/2014</td> </tr> <tr> <td>Fecha de Salida :</td> <td>23/05/2014</td> </tr> </table>	PARA USO DEL LABORATORIO		Cultivo :	PAPA	Fecha de Muestreo :	28/03/2014	Fecha de Ingreso :	16/04/2014	Fecha de Salida :	23/05/2014
DATOS DEL PROPIETARIO																																				
Nombre :	ESPOCH																																			
Dirección :	RIOBAMBA																																			
Ciudad :																																				
Teléfono :																																				
Fax :																																				
DATOS DE LA PROPIEDAD																																				
Nombre :	TUNSHI																																			
Provincia :	CHIMBORAZO																																			
Cantón :	RIOBAMBA																																			
Parroquia :																																				
Ubicación :																																				
PARA USO DEL LABORATORIO																																				
Cultivo :	PAPA																																			
Fecha de Muestreo :	28/03/2014																																			
Fecha de Ingreso :	16/04/2014																																			
Fecha de Salida :	23/05/2014																																			
		(%)							(ppm)																											
N° Muest. Laborat.	Identificación del Lote	N	P	K	Ca	Mg	S	M.O.	B	Zn	Cu	Fe	Mn	Mo	Na																					
25189	VI R1 T1 P									14,0		36,0																								
25190	VI R2 T1 P									16,3		40,7																								
25191	VI R3 T1 P									14,3		32,3																								
25192	VI R4 T1 P									8,9		27,0																								
25193	VI R1 T2 P									7,0		51,6																								
25194	VI R2 T2 P									5,6		37,2																								
25195	VI R3 T2 P									5,4		37,4																								
25196	VI R4 T2 P									6,1		30,9																								
25197	VI R1 T3 P									3,5		32,1																								
25198	VI R2 T3 P									11,6		30,9																								
25199	VI R3 T3 P									12,0		33,3																								
25200	VI R4 T3 P									10,4		27,8																								
25201	VI R1 T4 P									3,9		34,7																								
25202	VI R2 T4 P									7,7		36,7																								
25203	VI R3 T4 P									4,1		33,7																								
25204	VI R4 T4 P									2,4		31,5																								
25205	VI R1 T5 P									9,1		30,4																								
25206	VI R2 T5 P									13,8		35,2																								
25207	VI R3 T5 P									9,7		31,2																								
25208	VI R4 T5 P									10,6		27,5																								
25209	VI R1 T6 P									14,6		32,2																								
 RESPONSABLE LABORATORIO		 LABORATORISTA																																		

DATOS DEL PROPIETARIO		DATOS DE LA PROPIEDAD		PARA USO DEL LABORATORIO	
Nombre	: ESPOCH	Nombre	: TUNSHI	Cultivo	: PAPA
Dirección	: RIOBAMBA	Provincia	: CHIMBORAZO	Fecha de Muestreo	: 28/03/2014
Ciudad	:	Cantón	: RIOBAMBA	Fecha de Ingreso	: 16/04/2014
Teléfono	:	Parroquia	:	Fecha de Salida	: 23/05/2014
Fax	:	Ubicación	:		

Nº Muest. Laborat.	Identificación del Lote	(%)							(ppm)						
		N	P	K	Ca	Mg	S	M.O.	B	Zn	Cu	Fe	Mn	Mo	Na
25210	VI R2 T6 P									6,1		36,4			
25211	VI R3 T6 P									7,2		38,5			
25212	VI R4 T6 P									2,7		29,0			
25213	V3 R1 T1 P									10,4		31,1			
25214	V3 R2 T1 P									13,8		36,8			
25215	V3 R3 T1 P									6,8		34,8			
25216	V3 R4 T1 P									15,5		35,3			
25217	V3 R1 T2 P									4,4		35,0			
25218	V3 R2 T2 P									7,8		37,6			
25219	V3 R3 T2 P									4,7		41,9			
25220	V3 R4 T2 P									9,7		37,0			
25221	V3 R1 T3 P									9,9		38,1			
25222	V3 R2 T3 P									9,6		32,1			
25223	V3 R3 T3 P									8,3		42,2			
25224	V3 R4 T3 P									15,8		39,4			
25225	V3 R1 T4 P									3,7		37,3			
25226	V3 R2 T4 P									9,6		41,0			
25227	V3 R3 T4 P									10,4		43,4			
25228	V3 R4 T4 P									9,3		39,0			
25229	V3 R1 T5 P									9,8		32,7			
25230	V3 R2 T5 P									12,7		31,8			
25231	V3 R3 T5 P									9,1		33,9			
25232	V3 R4 T5 P									13,9		74,7			
25233	V3 R1 T6 P									8,1		40,0			
25234	V3 R2 T6 P									3,9		35,0			
25235	V3 R3 T6 P									7,3		49,0			
25236	V3 R4 T6 P									7,1		41,0			

INTERPRETACION



 RESPONSABLE LABORATORIO



 LABORATORISTA


DATOS DEL PROPIETARIO		DATOS DE LA PROPIEDAD		PARA USO DEL LABORATORIO	
Nombre	: ESPOCH	Nombre	: TUNSHI	Cultivo	: PAPA
Dirección	: RIOBAMBA	Provincia	: CHIMBORAZO	Fecha de Muestreo	: 28/03/2014
Ciudad	:	Cantón	: RIOBAMBA	Fecha de Ingreso	: 16/04/2014
Teléfono	:	Parroquia	:	Fecha de Salida	: 28/05/2014
Fax	:	Ubicación	: INIAP-CIP		

N° Muest. Laborat.	Identificación del Lote	(%)							(ppm)						
		N	P	K	Ca	Mg	S	M.O.	B	Zn	Cu	Fe	Mn	Mo	Na
25258	V1-R2-T6- CÁSCARA									17,5		72,4			
25259	V1-R3-T6- CÁSCARA									29,4		89,6			
25260	V1-R4-T6- CÁSCARA									9,2		113,3			
25261	V3-R1-T1- CÁSCARA									23,3		111,2			

INTERPRETACION

B = Bajo
S = Suficiente
A = Alto


RESPONSABLE LABORATORIO


LABORATORISTA

DATOS DEL PROPIETARIO
 Nombre : ESPOCH
 Dirección : RIOBAMBA
 Ciudad :
 Teléfono :
 Fax :

DATOS DE LA PROPIEDAD
 Nombre : TUNSHI
 Provincia : CHIMBORAZO
 Cantón : RIOBAMBA
 Parroquia :
 Ubicación : ING. BYRON POTOSÍ

PARA USO DEL LABORATORIO
 Cultivo : PAPA
 Fecha de Muestreo : 11/04/2014
 Fecha de Ingreso : 12/05/2014
 Fecha de Salida : 03/06/2014

N° Muest. Laborat.	Identificación del Lote	(%)							(ppm)						
		N	P	K	Ca	Mg	S	M.O.	B	Zn	Cu	Fe	Mn	Mo	Na
25306	V2R2T6 PULPA									3,9		24,5			
25307	V2R3T6 PULPA									2,2		22,7			
25308	V2R4T6 PULPA									2,6		24,4			
25309	V2R1T1 CÁSCARA									14,0		44,3			
25310	V2R2T1 CÁSCARA									13,7		39,8			
25311	V2R3T1 CÁSCARA									19,3		59,6			
25312	V2R4T1 CÁSCARA									13,7		44,2			
25313	V2R1T2 CÁSCARA									10,2		52,3			
25314	V2R2T2 CÁSCARA									9,2		42,6			
25315	V2R3T2 CÁSCARA									10,8		54,2			
25316	V2R4T2 CÁSCARA									12,5		35,5			
25317	V2R1T3 CÁSCARA									13,4		62,4			
25318	V2R2T3 CÁSCARA									14,5		49,3			
25319	V2R3T3 CÁSCARA									23,7		49,0			
25320	V2R4T3 CÁSCARA									13,8		37,2			
25321	V2R1T4 CÁSCARA									10,2		55,1			
25322	V2R2T4 CÁSCARA									9,0		44,7			
25323	V2R3T4 CÁSCARA									10,0		41,9			
25324	V2R4T4 CÁSCARA									11,0		33,7			
25325	V2R1T5 CÁSCARA									14,5		58,1			
25326	V2R2T5 CÁSCARA									14,6		59,7			
25327	V2R3T5 CÁSCARA									15,9		69,7			
25328	V2R4T5 CÁSCARA									26,8		36,8			
25329	V2R1T6 CÁSCARA									10,9		51,3			
25330	V2R2T6 CÁSCARA									9,7		50,8			
25331	V2R3T6 CÁSCARA									6,7		51,5			
25332	V2R4T6 CÁSCARA									13,2		76,0			

INTERPRETACION


 RESPONSABLE LABORATORIO


 LABORATORISTA



ESTACION EXPERIMENTAL "SANTA CATALINA"
LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS
 Km. 14 1/2 Panamericana Sur, Apdo. 17-01-340
 Quito- Ecuador Telf.: 690-691/92/93 Fax: 690-693



REPORTE DE ANALISIS FOLIARES

DATOS DEL PROPIETARIO
 Nombre : ESPOCH
 Dirección : RIOBAMBA
 Ciudad :
 Teléfono :
 Fax :

DATOS DE LA PROPIEDAD
 Nombre : TUNSHI
 Provincia : CHIMBORAZO
 Cantón : RIOBAMBA
 Parroquia :
 Ubicación : ING. BYRON POTOSÍ

PARA USO DEL LABORATORIO
 Cultivo : PAPA
 Fecha de Muestreo : 11/04/2014
 Fecha de Ingreso : 12/05/2014
 Fecha de Salida : 03/06/2014

N° Muest. Laborat.	Identificación del Lote	(%)							(ppm)						
		N	P	K	Ca	Mg	S	M.O.	B	Zn	Cu	Fe	Mn	Mo	Na
25285	V2R1T1 PULPA									5,6		29,0			
25286	V2R2T1 PULPA									3,5		21,2			
25287	V2R3T1 PULPA									4,2		22,7			
25288	V2R4T1 PULPA									7,3		27,1			
25289	V2R1T2 PULPA									1,7		39,8			
25290	V2R2T2 PULPA									2,4		21,5			
25291	V2R3T2 PULPA									1,8		29,2			
25292	V2R4T2 PULPA									3,4		24,4			
25293	V2R1T3 PULPA									6,3		23,2			
25294	V2R2T3 PULPA									4,0		22,7			
25295	V2R3T3 PULPA									4,2		26,8			
25296	V2R4T3 PULPA									1,3		24,8			
25297	V2R1T4 PULPA									1,1		22,1			
25298	V2R2T4 PULPA									2,2		23,8			
25299	V2R3T4 PULPA									2,6		21,3			
25300	V2R4T4 PULPA									1,7		21,5			
25301	V2R1T5 PULPA									4,7		23,8			
25302	V2R2T5 PULPA									2,3		20,6			
25303	V2R3T5 PULPA									6,6		26,8			
25304	V2R4T5 PULPA									5,0		27,0			
25305	V2R1T6 PULPA									2,4		23,7			

[Signature]
 RESPONSABLE LABORATORIO

[Signature]
 LABORATORISTA

DATOS DEL PROPIETARIO		DATOS DE LA PROPIEDAD		PARA USO DEL LABORATORIO	
Nombre :	ESPOCH	Nombre :	TUNSHI	Cultivo :	PAPA
Dirección :	RIOBAMBA	Provincia :	CHIMBORAZO	Fecha de Muestreo :	28/03/2014
Ciudad :		Cantón :	RIOBAMBA	Fecha de Ingreso :	16/04/2014
Teléfono :		Parroquia :		Fecha de Salida :	23/05/2014
Fax :		Ubicación :			

N° Muest. Laborat.	Identificación del Lote	(%)							(ppm)						
		N	P	K	Ca	Mg	S	M.O.	B	Zn	Cu	Fe	Mn	Mo	Na
25210	VI R2 T6 P									6,1		36,4			
25211	VI R3 T6 P									7,2		38,5			
25212	VI R4 T6 P									2,7		29,0			
25213	V3 R1 T1 P									10,4		31,1			
25214	V3 R2 T1 P									13,8		36,8			
25215	V3 R3 T1 P									6,8		34,8			
25216	V3 R4 T1 P									15,5		35,3			
25217	V3 R1 T2 P									4,4		35,0			
25218	V3 R2 T2 P									7,8		37,6			
25219	V3 R3 T2 P									4,7		41,9			
25220	V3 R4 T2 P									9,7		37,0			
25221	V3 R1 T3 P									9,9		38,1			
25222	V3 R2 T3 P									9,6		32,1			
25223	V3 R3 T3 P									8,3		42,2			
25224	V3 R4 T3 P									15,8		39,4			
25225	V3 R1 T4 P									3,7		37,3			
25226	V3 R2 T4 P									9,6		41,0			
25227	V3 R3 T4 P									10,4		43,4			
25228	V3 R4 T4 P									9,3		39,0			
25229	V3 R1 T5 P									9,8		32,7			
25230	V3 R2 T5 P									12,7		31,8			
25231	V3 R3 T5 P									9,1		33,9			
25232	V3 R4 T5 P									13,9		74,7			
25233	V3 R1 T6 P									8,1		40,0			
25234	V3 R2 T6 P									3,9		35,0			
25235	V3 R3 T6 P									7,3		49,0			
25236	V3 R4 T6 P									7,1		41,0			

INTERPRETACION



RESPONSABLE LABORATORIO



LABORATORISTA



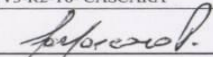
ESTACION EXPERIMENTAL "SANTA CATALINA"
LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS
 Km. 14 1/2 Panamericana Sur, Apdo. 17-01-340
 Quito- Ecuador Telf.: 690-691/92/93 Fax: 690-693

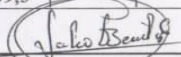


REPORTE DE ANALISIS FOLIARES

DATOS DEL PROPIETARIO		DATOS DE LA PROPIEDAD		PARA USO DEL LABORATORIO	
Nombre :	ESPOCH	Nombre :	TUNSHI	Cultivo :	PAPA
Dirección :	RIOBAMBA	Provincia :	CHIMBORAZO	Fecha de Muestreo :	28/03/2014
Ciudad :		Cantón :	RIOBAMBA	Fecha de Ingreso :	16/04/2014
Teléfono :		Parroquia :		Fecha de Salida :	27/06/2014
Fax :		Ubicación :	INIAP-CIP		

N° Muest. Laborat.	Identificación del Lote	(%)							(ppm)						
		N	P	K	Ca	Mg	S	M.O.	B	Zn	Cu	Fe	Mn	Mo	Na
25262	V3-R2-T1- CÁSCARA									37,1		115,8			
25263	V3-R3-T1- CÁSCARA									24,2		105,9			
25264	V3-R4-T1- CÁSCARA									36,2		87,1			
25265	V3-R1-T2- CÁSCARA									14,4		130,7			
25266	V3-R2-T2- CÁSCARA									16,6		126,7			
25267	V3-R3-T2- CÁSCARA									15,1		121,2			
25268	V3-R4-T2- CÁSCARA									29,5		118,9			
25269	V3-R1-T3- CÁSCARA									18,2		119,0			
25270	V3-R2-T3- CÁSCARA									17,0		136,4			
25271	V3-R3-T3- CÁSCARA									23,3		140,7			
25272	V3-R4-T3- CÁSCARA									27,4		79,9			
25273	V3-R1-T4- CÁSCARA									14,9		109,7			
25274	V3-R2-T4- CÁSCARA									18,1		117,5			
25275	V3-R3-T4- CÁSCARA									16,2		108,0			
25276	V3-R4-T4- CÁSCARA									19,8		119,4			
25277	V3-R1-T5- CÁSCARA									17,2		147,1			
25278	V3-R2-T5- CÁSCARA									25,1		145,2			
25279	V3-R3-T5- CÁSCARA									21,3		102,7			
25280	V3-R4-T5- CÁSCARA									26,4		91,1			
25281	V3-R1-T6- CÁSCARA									12,6		104,1			
25282	V3-R2-T6- CÁSCARA									12,8		109,5			

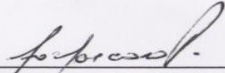

 RESPONSABLE LABORATORIO


 LABORATORISTA

DATOS DEL PROPIETARIO		DATOS DE LA PROPIEDAD						PARA USO DEL LABORATORIO						
Nombre :	ESPOCH	Nombre :	TUNSHI	Cultivo :	PAPA									
Dirección :	RIOBAMBA	Provincia :	CHIMBORAZO	Fecha de Muestreo :	28/03/2014									
Ciudad :		Cantón :	RIOBAMBA	Fecha de Ingreso :	16/04/2014									
Teléfono :		Parroquia :		Fecha de Salida :	28/05/2014									
Fax :		Ubicación :	INIAP-CIP											

N° Muest. Laborat.	Identificación del Lote	(%)							(ppm)						
		N	P	K	Ca	Mg	S	M.O.	B	Zn	Cu	Fe	Mn	Mo	Na
25283	V3-R3-T6- CÁSCARA									18,7		126,1			
25284	V3-R4-T6- CÁSCARA									17,2		86,0			

INTERPRETACION
 B = Bajo
 S = Suficiente
 A = Alto


 RESPONSABLE LABORATORIO


 LABORATORISTA



ESTACION EXPERIMENTAL "SANTA CATALINA"
 LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS
 Km. 14 1/2 Panamericana Sur, Apdo. 17-01-340
 Quito- Ecuador Telf: 690-691/92/93 Fax: 690-693



REPORTE DE ANALISIS FOLIARES

DATOS DEL PROPIETARIO		DATOS DE LA PROPIEDAD		PARA USO DEL LABORATORIO	
Nombre :	ESPOCH	Nombre :	TUNSHI	Cultivo :	PAPA
Dirección :	RIOBAMBA	Provincia :	CHIMBORAZO	Fecha de Muestreo :	11/04/2014
Ciudad :		Cantón :	RIOBAMBA	Fecha de Ingreso :	12/05/2014
Teléfono :		Parroquia :		Fecha de Salida :	20/06/2014
Fax :		Ubicación :	ING. BYRON POTOSÍ		

N° Muest. Laborat.	Identificación del Lote	(%)							(ppm)						
		N	P	K	Ca	Mg	S	M.O.	B	Zn	Cu	Fe	Mn	Mo	Na
25333	V4R1T1 PULPA									6,3		21,8			
25334	V4R2T1 PULPA									5,5		25,3			
25335	V4R3T1 PULPA									1,8		17,6			
25336	V4R4T1 PULPA									0,1		13,3			
25337	V4R1T2 PULPA									0,1		15,3			
25338	V4R2T2 PULPA									0,2		19,2			
25339	V4R3T2 PULPA									0,3		16,2			
25340	V4R4T2 PULPA									0,7		17,3			
25341	V4R1T3 PULPA									3,4		15,4			
25342	V4R2T3 PULPA									0,7		16,0			
25343	V4R3T3 PULPA									8,0		18,7			
25344	V4R4T3 PULPA									3,4		15,1			
25345	V4R1T4 PULPA									3,4		17,5			
25346	V4R2T4 PULPA									0,9		20,9			
25347	V4R3T4 PULPA									1,0		17,9			
25348	V4R4T4 PULPA									2,2		18,0			
25349	V4R1T5 PULPA									0,1		13,9			
25350	V4R2T5 PULPA									1,7		19,6			
25351	V4R3T5 PULPA									1,9		14,8			
25352	V4R4T5 PULPA									0,1		14,6			
25353	V4R1T6 PULPA									1,5		15,7			


 RESPONSABLE LABORATORIO


 LABORATORISTA

DATOS DEL PROPIETARIO		DATOS DE LA PROPIEDAD		PARA USO DEL LABORATORIO	
Nombre	: ESPOCH	Nombre	: TUNSHI	Cultivo	: PAPA
Dirección	: RIOBAMBA	Provincia	: CHIMBORAZO	Fecha de Muestreo	: 11/04/2014
Ciudad	:	Cantón	: RIOBAMBA	Fecha de Ingreso	: 12/05/2014
Teléfono	:	Parroquia	:	Fecha de Salida	: 20/06/2014
Fax	:	Ubicación	: ING. BYRON POTOSÍ		

N° Muest. Laborat.	Identificación del Lote	(%)							(ppm)						
		N	P	K	Ca	Mg	S	M.O.	B	Zn	Cu	Fe	Mn	Mo	Na
25354	V4R2T6 PULPA									0,1		14,5			
25355	V4R3T6 PULPA									1,3		14,3			
25356	V4R4T6 PULPA									2,0		19,3			
25357	V5R1T1 PULPA									10,0		25,2			
25358	V5R2T1 PULPA									7,7		25,1			
25359	V5R3T1 PULPA									7,7		28,6			
25360	V5R4T1 PULPA									13,2		26,9			
25361	V5R1T2 PULPA									6,9		26,3			
25362	V5R2T2 PULPA									8,1		27,0			
25363	V5R3T2 PULPA									3,2		24,6			
25364	V5R4T2 PULPA									9,8		31,1			
25365	V5R1T3 PULPA									3,7		23,5			
25366	V5R2T3 PULPA									9,2		24,0			
25367	V5R3T3 PULPA									8,7		22,2			
25368	V5R4T3 PULPA									8,7		27,2			
25369	V5R1T4 PULPA									6,5		24,0			
25370	V5R2T4 PULPA									4,5		27,1			
25371	V5R3T4 PULPA									2,5		23,1			
25372	V5R4T4 PULPA									4,7		26,2			
25373	V5R1T5 PULPA									4,1		29,3			
25374	V5R2T5 PULPA									8,2		28,7			
25375	V5R3T5 PULPA									3,1		22,2			
25376	V5R4T5 PULPA									6,7		29,2			
25377	V5R1T6 PULPA									9,7		28,6			
25378	V5R2T6 PULPA									12,5		29,8			
25379	V5R3T6 PULPA									9,5		23,5			
25380	V5R4T6 PULPA									4,9		26,9			
25381	V4R1T1 CÁSCARA									14,0		41,5			
25382	V4R2T1 CÁSCARA									12,1		84,0			


RESPONSABLE LABORATORIO


LABORATORISTA

DATOS DEL PROPIETARIO		DATOS DE LA PROPIEDAD		PARA USO DEL LABORATORIO	
Nombre :	ESPOCH	Nombre :	TUNSHI	Cultivo :	PAPA
Dirección :	RIOBAMBA	Provincia :	CHIMBORAZO	Fecha de Muestreo :	11/04/2014
Ciudad :		Cantón :	RIOBAMBA	Fecha de Ingreso :	12/05/2014
Teléfono :		Parroquia :		Fecha de Salida :	20/06/2014
Fax :		Ubicación :	ING. BYRON POTOSÍ		

N° Muest. Laborat.	Identificación del Lote	(%)							(ppm)						
		N	P	K	Ca	Mg	S	M.O.	B	Zn	Cu	Fe	Mn	Mo	Na
25383	V4R3T1 CÁSCARA									14,1		105,3			
25384	V4R4T1 CÁSCARA									11,2		41,9			
25385	V4R1T2 CÁSCARA									6,5		65,1			
25386	V4R2T2 CÁSCARA									14,2		72,0			
25387	V4R3T2 CÁSCARA									11,4		65,3			
25388	V4R4T2 CÁSCARA									10,7		81,1			
25389	V4R1T3 CÁSCARA									10,7		43,0			
25390	V4R2T3 CÁSCARA									18,8		53,6			
25391	V4R3T3 CÁSCARA									14,9		37,8			
25392	V4R4T3 CÁSCARA									14,0		50,8			
25393	V4R1T4 CÁSCARA									9,1		47,4			
25394	V4R2T4 CÁSCARA									11,8		90,8			
25395	V4R3T4 CÁSCARA									13,5		46,9			
25396	V4R4T4 CÁSCARA									13,1		56,8			
25397	V4R1T5 CÁSCARA									10,9		39,0			
25398	V4R2T5 CÁSCARA									16,3		77,2			
25399	V4R3T5 CÁSCARA									11,9		54,4			
25400	V4R4T5 CÁSCARA									12,1		68,8			
25401	V4R1T6 CÁSCARA									7,2		57,7			
25402	V4R2T6 CÁSCARA									6,6		83,4			
25403	V4R3T6 CÁSCARA									13,1		55,6			
25404	V4R4T6 CÁSCARA									13,6		71,7			
25405	V4R1T1 CÁSCARA									14,3		53,6			
25406	V4R2T1 CÁSCARA									13,6		65,6			
25407	V4R3T1 CÁSCARA									13,3		55,6			
25408	V4R4T1 CÁSCARA									20,5		61,8			
25409	V5R1T2 CÁSCARA									13,6		109,3			
25410	V5R2T2 CÁSCARA									14,5		102,4			
25411	V5R3T2 CÁSCARA									10,7		100,4			


RESPONSABLE LABORATORIO


LABORATORISTA

DATOS DEL PROPIETARIO		DATOS DE LA PROPIEDAD		PARA USO DEL LABORATORIO	
Nombre :	ESPOCH	Nombre :	TUNSHI	Cultivo :	PAPA
Dirección :	RIOBAMBA	Provincia :	CHIMBORAZO	Fecha de Muestreo :	11/04/2014
Ciudad :		Cantón :	RIOBAMBA	Fecha de Ingreso :	12/05/2014
Teléfono :		Parroquia :		Fecha de Salida :	20/06/2014
Fax :		Ubicación :	ING. BYRON POTOSÍ		

N° Muest. Laborat.	Identificación del Lote	(%)							(ppm)						
		N	P	K	Ca	Mg	S	M.O.	B	Zn	Cu	Fe	Mn	Mo	Na
25412	V5R4T2 CÁSCARA									73,3		90,8			
25413	V5R1T3 CÁSCARA									12,7		70,6			
25414	V5R2T3 CÁSCARA									16,8		92,6			
25415	V5R3T3 CÁSCARA									13,5		80,2			
25416	V5R4T3 CÁSCARA									17,9		61,2			
25417	V5R1T4 CÁSCARA									26,4		80,0			
25418	V5R2T4 CÁSCARA									13,8		91,7			
25419	V5R3T4 CÁSCARA									9,5		64,1			
25420	V5R4T4 CÁSCARA									18,6		113,8			
25421	V5R1T5 CÁSCARA									13,4		56,3			
25422	V5R2T5 CÁSCARA									14,6		67,5			
25423	V5R3T5 CÁSCARA									13,4		62,1			
25424	V5R4T5 CÁSCARA									19,4		69,5			
25425	V5R1T6 CÁSCARA									16,6		67,0			
25426	V5R2T6 CÁSCARA									18,3		78,4			
25427	V5R3T6 CÁSCARA									18,3		75,5			
25428	V5R4T6 CÁSCARA									15,6		69,6			

INTERPRETACION

B = Bajo
S = Suficiente
A = Alto


RESPONSABLE LABORATORIO


LABORATORISTA