



**UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
UNIDAD DE ESTUDIOS A DISTANCIA**

**MODALIDAD SEMIPRESENCIAL
INGENIERIA AGROPECUARIA**

TEMA DE LA TESIS

**“MANEJO DE NUTRIENTES POR SITIO ESPECÍFICO EN EL
CULTIVO DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.), EN TRES
LOCALIDADES CON LA VARIEDAD SUPERCHOLA EN LA
PROVINCIA DEL CARCHI, 2014.”**

**Previo a la obtención del título de:
INGENIERO AGROPECUARIO**

**AUTOR:
JOSE ANTONIO BRAVO COFRE**

**DIRECTOR DE TESIS:
ING. FRANCISCO ESPINOSA CARRILLO, MSc.**

QUEVEDO - LOS RÍOS – ECUADOR

2015

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, **José Antonio Bravo Cofre**, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

Debido a que este estudio es parte de las investigaciones realizadas por el Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias - INIAP y financiado por la Secretaría Nacional de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación - SENESCYT a través del Proyecto PIC-13-IEE-002 “Incidencia del cambio climático y nutrición del cultivo de papa, con modelos de predicción de cosecha mediante métodos espaciales y espectrales, se deja en libertad del autor y del INIAP, para su publicación.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

José Antonio Bravo Cofre.

CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS

El suscrito, **Ing. José Francisco Espinosa Carrillo, MSc.** Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que el Egresado **José Antonio Bravo Cofre**, realizó la tesis de grado previo a la obtención del título de Ingeniero Agropecuario de grado titulada: **“MANEJO DE NUTRIENTES POR SITIO ESPECÍFICO EN EL CULTIVO DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.), EN TRES LOCALIDADES CON LA VARIEDAD SUPERCHOLA EN LA PROVINCIA DEL CARCHI, 2014”**, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

Ing. José Francisco Espinosa Carrillo, MSc.
DIRECTOR DE TESIS



**UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
UNIDAD DE ESTUDIOS A DISTANCIA**

MODALIDAD SEMIPRESENCIAL

INGENIERIA AGROPECUARIA

Tema de la Tesis

“MANEJO DE NUTRIENTES POR SITIO ESPECÍFICO EN EL CULTIVO DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.), EN TRES LOCALIDADES CON LA VARIEDAD SUPERCHOLA EN LA PROVINCIA DEL CARCHI, 2014.”

TESIS DE GRADO

Presentado al Comité Técnico Académico como requisito previo a la obtención del título de: **INGENIERO AGROPECUARIO.**

Aprobado:

**Lic. Hector Castillo Vera, MSc
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

**Ing. Freddy Sabando A, MSc Ing. Maria del Carmen Samaniego A ,MSc
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE TESIS MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE TESIS**

QUEVEDO - LOS RÍOS – ECUADOR

AÑO 2015

AGRADECIMIENTO

El autor deja constancia de su agradecimiento:

Doy mis sinceros agradecimientos de corazón primeramente a Dios, a mi familia, mi padre, especialmente a mi madre; Sra. María Beatriz Cofre A. por su constante apoyo y perseverancia dentro de esta etapa de mi vida a mis hermanos Maria Fernanda, Sara Belen, Dario Javier, Liliana Cofre.

A mi esposa Sonia Quizaguano y familia por su constante apoyo moral y económico en toda esta etapa de mi vida; por estar apoyándome en los momentos más difíciles de mi vida.

Al Ing. Rodrigo Vélez y a su señora esposa, Daysi Chávez, dignos de respeto y solidaridad ya que me brindaron su constante apoyo moral para la ejecución de la tesis.

A la Dra.Soraya Alvarado por confiar en mi persona y colaborar en el desarrollo de la tesis al Ing. Cristhian Torres por su constante apoyo moral en el trabajo experimental y de laboratorio al Ing. Franklin Valverde por darme la oportunidad de desarrollar mi tesis.

Doy gracias al INIAP “ESTACION SANTA CATALINA” y a sus directivos especialmente all personal de laboratorio del Departamento de Manejo de Suelos y Aguas, por brindarme la oportunidad de aprender y ejecutar este trabajo de tesis junto con su sincero apoyo.

A la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, digna institución de enseñanza e investigación, a través de la Unidad de Estudios a Distancia, por recibirme como estudiante.

A las autoridades de la Universidad:

Al Ing. Francisco Espinosa Carrillo, MSc. Director de tesis por sus conocimientos y permanente como guía

DEDICATORIA

De todo corazón dedico esta tesis a Dios, a mi madre María Beatriz Cofre, a mi hijo Antonio Bravo, símbolo de respeto, nobleza, perseverancia y amor que dedico cada día todo su esfuerzo para lograr en mi este triunfo esperado para poder finalizar una de las metas propuestas dentro de mi vida.

Antonio

ÍNDICE

Pág.

PORTADA.....	i
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS	ii
CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS	iii
MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE TESIS	iv
AGRADECIMIENTO	v
DEDICATORIA	vi
INDICE	vii
INDICE DE CUADROS.....	xii
ÍNDICE DE GRAFICOS	xvi
RESUMEN EJECUTIVO.....	xvii
ABSTRACT	xviii
 CAPITULO I MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACIÓN	 19
1.1 Introducción.....	20
1.2. Objetivos	22
1.2.1 General	22
1.2.2. Específicos.....	22
 CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO	 23
2.1 Revisión de literatura	24
2.1.1 Generalidades de la variedad.	24
2.1.2 Características morfológicas	25
2.1.3 Características agronómicas.....	25
2.1.4 Características de calidad	25

2.1.5	Reacción a enfermedades	26
2.1.6	Clasificación Taxonómica	26
2.2	Descripción	26
2.2.1	Fenología del tubérculo – semilla de papa.....	27
2.2.2	Dormancia.....	27
2.2.3	Emergencia y desarrollo	28
2.2.4	Inicio floración e inicio tuberización.....	28
2.2.5	Final floración y final tuberización	28
2.2.6	Engrose.....	28
2.2.7	Senescencia, madurez completa y cosecha	29
2.3	Variedades de papa cultivadas en la provincia del Carchi.	29
2.4	Requerimientos agroclimáticos del cultivo de papa	30
2.4.1	Temperatura.....	30
2.4.2	Humedad	30
2.4.3	Luminosidad.....	30
2.4.4	Suelo.....	30
2.5	Fertilización del cultivo de papa	31
2.5.1	Abono o fertilizante	31
2.5.2	Clasificación de los fertilizantes	31
2.6	Micronutrientes.....	32
2.7	Requerimientos nutricionales del cultivo de papa	33
2.8	Cuándo aplicar los fertilizantes	33
2.9	Establecimiento de plántulas.....	33
2.10	Crecimiento vegetativo.....	34
2.10.1	Tuberización y desarrollo de tubérculos.....	34
2.11	Genotipos de papa para la Industria de Hojuelas a la Fertilización Orgánica y Química	34

CAPÍTULO III METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	35
3.1 Materiales y métodos	36
3.1.1 Localización y duración de la investigacion	36
3.1.2 Características de cada sitio experimental.....	36
3.1.3 Condiciones meteorológicas	37
3.4 Materiales.....	38
3.4.1 Material experimental.....	38
3.4.2 Materiales de Campo	38
3.4.3 Equipos de oficina	38
3.4.4 Equipos de laboratorio	39
3.5 Factores en estudio.....	39
3.5 Tratamientos en estudio.....	40
3.6 Características de la unidad experimental	40
3.7 Diseño Experimental	40
3.8 Análisis de la Varianza	41
3.9. Análisis funcional	41
3.10. Variables y métodos de evaluados	41
3.10. Localidad de Mataredonda.....	41
3.10.1 Días a la emergencia	41
3.10.2 Altura de plantas	42
3.10.3 Días a la floración	42
3.10.4 Días a la madurez fisiológica	42
3.10.5 Número de tallos por planta	42
3.10.6 Rendimiento total y por categorías.....	42
3.10.7 Gravedad específica	43
3.10.8 Porcentaje de hojuelas buenas	43
3.10.9 Índice de color y clorofila.....	44

3.10.10	Materia seca de tubérculos	44
---------	----------------------------------	----

CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN 45

4.1.	Resultados y Discusión	46
4.1.1	Localidad de Mata redonda	46
4.1.2	Porcentaje de emergencia	46
4.1.3	Altura de plantas	46
4.1.4	Días a la floración y madurez fisiológica	48
4.1.5	Número de tallos por planta	49
4.1.6	Rendimiento total y por categorías	50
4.1.7	Porcentaje de hojuelas buenas	52
4.1.8	Índice clorofila	53
4.1.9	Índice de Color	54
4.1.10	Gravedad específica y materia seca	55
4.2.1	Localidad de San Vicente	57
4.2.2	Días a la emergencia	57
4.2.3	Altura de planta	58
4.2.4	Días a la floración y madurez fisiológica	59
4.2.5	Número de tallos por planta	61
4.2.6	Rendimiento total y por categorías	62
4.2.7	Porcentaje de hojuelas buenas	63
4.2.8	Índice de clorofila	64
4.2.9	Índice de color	65
4.2.10	Materia seca y gravedad específica	66
4.3	Localidad de Bellavista	68
4.3.1	Días a la emergencia	68
4.3.2	Altura de planta	69

4.3.3	Días a la floración y madurez fisiológica	70
4.3.4	Número de tallos por planta	71
4.3.5	Rendimiento total y por categorías.....	72
4.3.6	Porcentaje de hojuelas buenas	74
4.3.7	Índice de clorofila	75
4.3.8	Índice de color.....	76
4.3.9	Materia seca y gravedad específica.....	78
 CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		80
5.1	Conclusiones.....	81
5.1.2	Localidad de Mata redonda.....	81
5.1.3	Localidad de San Vicente	81
5.1.4	Localidad de Bellavista	82
5.2	Recomendaciones	83
 BIBLIOGRAFÍA		84
 X. ANEXOS		89

ÍNDICE DE CUADROS

Nº	Pág.
1. Extracción total de nutrientes por el cultivo de papa en el Ecuador para diferentes niveles de producción.	33
2. Ubicación de cada sitio experimental.....	36
3. Condiciones meteorológicas del sitio experimental.	37
4. Condiciones meteorológicas: Localidad de Mataredonda.....	37
5. Condiciones meteorológicas: Localidad de San Vicente.	37
6. Condiciones meteorológicas: Localidad de Bellavista	37
7. Cuadro de Fertilizaciones.	38
8. Cuadro de fertilización	40
9. Esquema del análisis de varianza por localidad	41
10. Esquema del análisis de varianza entre localidades.....	41
11. Clasificación y peso de los tubérculos por categorías.	43
12. Análisis de la varianza para la variable porcentaje de emergencia.	46
13. Análisis de varianza para altura de planta en los diferentes estados fenológicos.....	47
14. Promedio y prueba de Tukey al 5 % de significancia para altura de plantas en el manejo de nutrientes.....	47
15. Análisis de varianza para la variable días a la floración y madurez fisiológica.....	48
16. Promedio y prueba de Tukey al 5% de significancia para la variable días a la floración y días a la madurez fisiológica.....	49
17. Análisis de varianza para la variable número de tallos por planta	50
18. Promedio para la variable número de tallos por planta.....	50
19. Análisis de la varianza para la variable rendimiento por categorías	51
20. Promedio y prueba de Tukey al 5% de significancia para la variable rendimiento por categorías	51

21. Análisis de la varianza para la variable porcentaje de hojuelas buenas, en el manejo de nutrientes por sitio específico	52
22. Promedio para la variable porcentaje de hojuelas buenas	52
23. Análisis de la varianza para la variable índice de clorofila	53
24. Promedio y prueba de Tukey al 5% para la variable índice de clorofila en el manejo de nutrientes.	54
25. Análisis de la varianza para la variable índice de color.....	55
26. Promedio para la variable índice de color	55
27. Análisis de la varianza para las variables gravedad específica y porcentaje de materia seca.	56
28. Promedio y prueba de Tukey al 5% para las variables porcentaje de materia seca en tubérculos y gravedad específica	56
29. Análisis de la varianza para la variable porcentaje de emergencia en el manejo de nutrientes por sitio específico.....	57
30. Promedio para la variable porcentaje de emergencia	57
31. Análisis de la varianza para la variable altura de plantas.	58
32. Promedio y prueba de Tukey al 5% para la variable altura de plantas, en el manejo de nutrientes por sitio específico	58
33. Análisis de la varianza para las variables días a la floración y días a la madurez fisiológica.	59
34. Promedio y prueba de Tukey al 5% para las variables días a la floración y días a la madurez fisiológica.....	60
35. Análisis de la varianza para la variable número de tallos por planta en el manejo de nutrientes por sitio específico.....	61
36. Promedio para la variable número de tallos por planta	61
37. Análisis de la varianza para la variable rendimiento por categoría.	62
38. Promedio para la variable rendimiento por categoría	62
39. Análisis de varianza para la variable porcentaje de hojuelas buenas en el manejo de nutrientes por sitio específico.....	63

40. Promedio para la variable porcentaje de hojuelas buenas.	63
41. Análisis de la varianza para la variable índice de clorofila.	64
42. Promedio y prueba de Tukey al 5% para la variable índice de clorofila en el manejo de nutrientes	65
43. Análisis de la varianza para la variable índice de color en el manejo de nutrientes por sitio específico.	66
44. Promedio para la variable índice de color.	66
45. Análisis de la varianza para las variables gravedad específica y materia seca en tubérculos.....	67
46. Promedio y prueba de Tukey al 5% para las variables materia seca en tubérculos y gravedad específica en el manejo de nutrientes por sitio específico en el cultivo de papa (<i>Solanum tuberosum</i> L.), San Vicente, Carchi, 2015.	67
47. Análisis de la varianza para la variable porcentaje de emergencia en el manejo de nutrientes por sitio específico.....	68
48. Promedio para la variable porcentaje de emergencia.....	68
49. Análisis de la varianza para la variable altura de plantas.	69
50. Promedio y prueba de Tukey al 5% para la variable altura de plantas en el manejo de nutrientes	69
51. Análisis de la varianza para las variables días a la floración y días a la madurez fisiológica en el manejo de nutrientes por sitio específico	70
52. Promedio y prueba de Tukey al 5% para las variables días a la floración y días a la madurez fisiológica.....	71
53. Análisis de la varianza para la variable número de tallos por planta en el manejo de nutrientes	72
54. Promedio y prueba de Tukey al 5% para la variable número de tallos en el manejo de nutrientes.	72
55. Análisis de la varianza para la variable rendimiento por categorías	73
56. Promedio y prueba de Tukey al 5% en la variable rendimiento por categorías.....	73

57. Análisis de la varianza para la variable porcentaje de hojuelas buenas.	74
58. Promedio para la variable porcentaje de hojuelas buenas.	74
59. Análisis de la varianza para la variable índice de clorofila.	75
60. Promedio y prueba de Tukey al 5% para la variable porcentaje de hojuelas buenas.....	76
61. Análisis de la varianza para la variable índice de color.....	77
62. Promedio y prueba de Tukey al 5% para la variable índice de color	77
63. Análisis de la varianza para las variables gravedad específica y materia seca en el manejo de nutrientes	78
64. Promedio y prueba de Tukey al 5% en el manejo de nutrientes por sitio específico.....	78

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Anexo.	Pág.
1. Croquis del sitio experimental de la provincia del Carchi.....	89
2. Fotografías de los ensayos	90
3. Reporte de análisis inicial de suelos.	93
4. Reporte de análisis inicial de suelos.	94

RESUMEN EJECUTIVO

Para llevar a cabo ésta investigación del manejo de nutrientes por sitio específico en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.), se tomó en cuenta una de las principales provincias de la zona norte del país; el Carchi dedicada durante todo el año a la producción de papa. Los ensayos se instalaron en tres localidades con la variedad Superchola; Mata Redonda a 2824 msnm, San Vicente a 2954 msnm y Bellavista a 3367 msnm y por su posición geográfica las coordenadas son Longitud Oeste: los 77° 39' 49" hasta 77° 54' 59" y Latitud Norte: 00° 25' 34" hasta 00° 42'. Los factores bajo esta investigación fueron de diez tratamientos (fertilización completa -N, -P, -K, -Ca, -Mg, -S, -B, testigo absoluto, fertilización agricultor), en tres localidades. Se utilizó un Diseño de Bloques Completos al Azar, en cada localidad, con 10 tratamientos y tres repeticiones.

Los resultados para la localidad de Mataredonda en la variable gravedad específica promedio de esta localidad fue de 1.096 g.cc⁻¹, no hubo diferencias estadísticas entre tratamientos. La materia seca para tubérculo promedio para esta localidad fue 22.49 %, y el tratamiento con mayor materia seca fue T2 (omisión de N) con 24.26 %, mientras que el menor fue T3 (omisión de K) con 21.03%. En la localidad de San Vicente el rendimiento promedio expresado en t.ha⁻¹ no se detectó diferencias entre tratamientos en todas las categorías. En la localidad de Bellavista los resultados de la variable gravedad específica promedio fue 1.098 g.cc⁻¹, en esta localidad no hubo diferencias estadísticas entre tratamientos.

Palabras claves: Nutrientes. N, P, K. Rendimientos. Suplementos.

ABSTRACT

To carry out this management research site-specific nutrient in the cultivation of potato (*Solanum tuberosum* L.), it took into account one of the main provinces of the north of the country; Carchi throughout the year dedicated to potato production. The assays were installed in three locations with the variety Superchola; Mata Redonda to 2824 meters, San Vicente to 2954 m and 3367 m and Bellavista to its geographical position coordinates are West Longitude: 77 ° 39 '49' to 77 ° 54 '59 "and North Latitude: 00 ° 25' 34 "up to 00 ° 42 '. The factors under this research were ten treatments (complete fertilization -N, -P, -K-Ca, MG, -S, -B, absolute control, farmer fertilization) in three locations. Design of randomized complete block, in each locality, with 10 treatments and three replications.

The results for the town of Mataredonda in specific gravity moving average of this town of 1,096 was g.cc-1, there were no statistical differences between treatments. The tuber dry matter to average for this town was 22.49%, and the treatment was more dry matter T2 (default N) with 24.26%, while the lowest was T3 (default K) with 21.03%. In the town of San Vicente average yield expressed in t ha-1 no differences between treatments were detected in all categories. In the town of Bellavista results of specific gravity moving average was 1,098 g.cc-1, in this town there were no statistical differences between treatments.

Keywords: Nutrients. N, P, K yields. Supplements.

CAPITULO I
MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Introducción

La papa (*Solanum tuberosum* L.), es una de las principales fuentes de ingresos y mano de obra en los Andes rurales. Sin embargo, los rendimientos promedios en algunos países aún son bajos; 13.7 t/ha en Perú, 7.8 t/ha en Ecuador y 5.2 t/ha en Bolivia, mientras que en Colombia se llega a 17.5 t/ha. Los bajos rendimientos en estos países se deben al limitado acceso a innovación tecnológica, capacitación y crédito (Devaux, A., Andrade, J., Ordinola, M. 2013)

En la provincia del Carchi se tiene la mayor producción de papa, por área al nivel nacional, la provincia produce el 40% de la cosecha anual del país. El área papera de la provincia se distribuye a lo largo de las cordilleras oriental y occidental, entre los 2.800 hasta los 3.200 m.s.n.m. y con clima frío de alta montaña (Devaux, A., Andrade, J., Ordinola, M. 2013)

Dentro de esta provincia, las zonas especialmente aptas para el cultivo de papa y en las cuales tradicionalmente se produce el tubérculo, son las siguientes: zona de declives de El Ángel-García Moreno-San Gabriel (Zona 3) y zona alta de Tulcán (Zona 4). San Gabriel puede considerarse el centro de las zonas productoras de papa de la provincia del Carchi (Andrade, H., Bastidas, O., Sherwood, S. 2005)

Según Attanandana y Yost, citado por Santillan (2013), los análisis de suelo son una importante herramienta para elaborar recomendaciones de fertilización.

La interpretación adecuada de los resultados de un análisis químico de suelos y la elaboración de recomendaciones efectivas de fertilización requiere de estudios de correlación y calibración. El INIAP ha realizado este tipo de estudios y cuenta con niveles críticos para la interpretación de los análisis de suelos para el cultivo de papa en suelos ecuatorianos; para Andisoles el nivel crítico para P es de 42 mg kg⁻¹, en contraste con el nivel crítico para el resto de cultivos en estos suelos que es de 10 mg kg⁻¹. Se ha reportado además que aún

con aplicaciones altas de P, no se satisface la capacidad de fijación de estos suelos y que el efecto residual es bajo (Valverde & Alvarado, 2009).

El desarrollo de un sistema de manejo de nutrición por sitio específico (MNSE) adoptando la metodología de las parcelas de omisión permite que dentro del proceso los errores, originados por la variación espacial natural del suelo y la variación temporal ocasionada por el medio ambiente, se reduzcan. (Dilia, Coral, Carlos y Molina, 2010).

Según Doberman y Fairhurst (2005), el Manejo de Nutrientes por Sitio Específico (MNSE) se enfoca en el desarrollo de un programa de manejo de nutrientes que toma en cuenta los siguientes aspectos: (1) El suplemento de nutrientes nativos del suelo en cada lugar (específico por sitio); (2) La variabilidad temporal del contenido de N en la planta durante un ciclo específico. (3) Cambios a mediano plazo en el suplemento de P y K del suelo basándose en el balance acumulado de nutrientes.

Las ventajas del MNSE según Espinosa (2006), son las de mejorar la rentabilidad al incrementar los rendimientos y reducir el costo de los insumos. Esto no implica tácitamente que se vayan a utilizar menos insumos sino más bien que se hace más eficiente su uso, obteniendo más rendimiento por unidad de superficie.

En el país, el INIAP ha venido trabajando con el MNSE en algunos cultivos como maíz suave y duro, aguacate, naranjilla, arroz. En cuanto a los estudios realizados en los rubros de la sierra; se ha reportado al N como el elemento limitante en la nutrición de cultivos (Parra, 2010).

1.2. Objetivos

1.2.1 General

- Identificar las prioridades de la nutrición del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) y determinar los efectos de su omisión sobre el desarrollo fisiológico, rendimiento y calidad de tubérculos producidos en la provincia del Carchi.

1.2.2 Específicos

- Determinar los nutrientes limitantes en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) y su efecto sobre el crecimiento del cultivo.
- Identificar los efectos de la omisión de nutrientes sobre aspectos relacionados con la calidad de los tubérculos de papa (*Solanum tuberosum* L.). Su forma, tamaño uniformidad, contenido de materia seca.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Revisión de literatura

2.1.1 Generalidades de la variedad.

Según (Cortazar 2005) la variedad de papa Superchola fue generada por el señor Germán Bastidas y liberada en 1984. Proviene de los cruzamientos realizados con las variedades (Curipamba negra x *Solanum demissum*) x (clon resistente con comida amarilla x chola seleccionada).

Esta variedad de papa es consumida en fresco (sopas y puré) y en la industria (papa frita en forma de hojuelas y de tipo francesa). Los tubérculos son medianos, elípticos a ovalados. De piel rosada y lisa, con ojos superficiales y pulpa amarilla pálida (Pumisacho y Velásquez, 2009).

La metodología MNSE busca entregar nutrientes a la planta, en la cantidad que requiere para alcanzar un rendimiento determinado. A través de esta metodología se llega a las recomendaciones de fertilización que permiten compensar el déficit entre la necesidad total de nutrientes del cultivo y el contenido de nutrientes que existen naturalmente en el suelo (Witt, 2006).

La fertilización de la papa es una práctica generalizada en el país y muy variada en cuanto a fuentes, dosis y épocas de aplicación (Oyarzún, *et al.*, 2005).

La papa es una planta que se adapta a condiciones de suelos con pH ácido, entre 5,5 y 6,5. En el caso de realizar encalamiento, se recomienda su aplicación entre 30 y 45 días antes de siembra e incorporar la enmienda para permitir su reacción en suelos muy ácidos (pH por debajo de 5,4) con alta saturación de Aluminio (mayor al 50%) o altos contenidos de Hierro y bajos contenidos de Calcio y Magnesio. La disponibilidad de Calcio o de Calcio y Magnesio proveniente del correctivo, es de largo plazo y no es inmediatamente disponible para el cultivo, debido a la baja solubilidad de estas fuentes (ICA, 2006).

Según Villamil (2005), la fertilización del cultivo de papa se ha limitado al criterio de alta exigencia y disponibilidad de nutrientes que están en el suelo, dejando de lado los requerimientos puntuales en función de su etapa fenológica. La nutrición de la planta ha pasado a un segundo plano y sólo se encuentra información disponible de fertilización encaminada al manejo del nitrógeno, fósforo y potasio, pero hay una correlación con las demandas nutricionales de cada variedad, el ciclo de desarrollo, el potencial de rendimiento y el destino de producción.

2.1.2 Características morfológicas

- Planta de crecimiento erecto, con numerosos tallos verdes con pigmentación púrpura, bien desarrollados y pubescentes.
- Follaje frondoso de desarrollo rápido que cubre bien el terreno.
- Hojas de color verde intenso, abiertas. Con tres pares de folíolos primarios, tres pares de folíolos secundarios y cinco pares de folíolos terciarios.
- Flores de color morado.
- Tubérculos con un período de reposo de 80 días.

Fuente: (Edifarm, 2013)

2.1.3 Características agronómicas

Zona recomendada: zonas norte y centro desde los 2800 a 3600 m de altitud.

Maduración: 180 días a 3000 m de altitud.

Rendimiento: 30 t/ha.

Fuente: (Pumisacho, M y Sherwood, S. 2005).

2.1.4 Características de calidad

Mediante la determinación del contenido de materia seca o gravedad específica, se puede conocer el contenido de sólidos de los tubérculos. En general un contenido de materia seca de más del 20% y gravedad específica

de 1.080 o más, corresponden a un contenido de sólidos sobre el 18%, tubérculos bajo estas especificaciones se consideran aptos para la industria (Bonierbale, M., De Haan, S. & Forbes, A. 2007)

- Materia seca 24%
- Gravedad específica 1.089.

2.1.5 Reacción a enfermedades

Susceptible a la lancha (*Phytophthora infestans*), medianamente resistente a roya (*Puccinia pittieriana*) y tolerante al nematodo del quiste de la papa (*Globodera pallida*), (INIAP, 2005)

2.1.6 Clasificación Taxonómica

Taxonómicamente la papa, según (Andrade, H., Bastidas, O., Sherwood, S. 2005.) pertenece a las siguientes categorías taxonómicas:

Familia:	Solanaceae
Género:	Solanum
Subgénero:	Potatoe
Sección:	Petota
Serie:	Tuberosa

2.2 Descripción

La papa es una dicotiledónea herbácea con hábitos de crecimiento rastrero o erecto, generalmente de tallos gruesos y con entrenudos cortos. Los tallos son huecos o medulosos, excepto en los nudos que son sólidos, de forma angular y por lo general verdes o rojo púrpura. El follaje normalmente alcanza una altura entre 0.60 a 1.50 m. Las hojas son compuestas y pinnadas. Las hojas primarias de plántulas pueden ser simples, pero una planta madura contiene hojas compuestas en par y alternadas. Las hojas se ordenan en forma alterna a lo

largo del tallo, dando un aspecto frondoso al follaje, especialmente en las variedades mejoradas (Cuesta, 2005).

Las flores nacen en racimos y por lo general son terminales. Cada flor contiene órgano masculino (androcéo) y femenino (ginecéo). Son pentámeras (poseen cinco pétalos) y sépalos que pueden ser de variados colores pero comúnmente blanco, amarillo, rojo y púrpura. El fruto es una baya pequeña y carnosa de forma redonda u ovalada de color verde amarillento o castaño rojizo que contienen las semillas sexuales. Los tubérculos son tallos carnosos que se originan en el extremo del estolón y tienen yemas y ojos. La formación de tubérculos es consecuencia de la proliferación del tejido de reserva que estimula el aumento de células hasta un factor de 64 veces (Cuesta, 2005).

2.2.1 Fenología del tubérculo – semilla de papa

El desarrollo del tubérculo de papa atraviesa por diferentes etapas fenológicas bien definidas. Las dos primeras se denominan vegetativas; las tres siguientes son reproductivas y la última es de maduración (Cuesta, 2013).

2.2.2 Dormancia

La dormancia se induce con el inicio de la tuberización y se define como un período en el cual no ocurre ningún crecimiento visible de los brotes (Rodríguez y Moreno, 2010). Después de este período cuyo tiempo de duración varía según la variedad, el tubérculo pasa a un estado de brotación apical, en el cual la yema apical del tubérculo empieza a brotar mientras que las otras aún están inhibidas, gradualmente la dormancia apical se va perdiendo y las yemas siguientes empiezan a brotar pasando el tubérculo a un estado de brotación múltiple. Si pasado el estado de brotación múltiple aún no se han sembrado los tubérculos, empiezan a bajar rápidamente su vigor llegando a perder totalmente su calidad como semilla (Aldabe, 2009).

2.2.3 Emergencia y desarrollo

Es el tiempo comprendido desde el momento de la siembra hasta cuando la planta alcanza unos 10 a 15 cm de altura, la etapa de emergencia se considera entre 16 a 30 días y el desarrollo va entre 50 y 90 días. Durante éstas etapas se deben realizar actividades como el rascadillo, la fertilización complementaria, el medio aporque y el aporque, además durante estas etapas es muy importante realizar visitas periódicas al campo para observar la relación entre las condiciones de suelo, el estado fisiológico y sanitario de la planta, debido a que existen plagas y enfermedades como la pulguilla y la lancha que pueden causar daño (Cuesta, 2013).

2.2.4 Inicio floración e inicio tuberización

Inicio floración: ocurre cuando las yemas terminales se transforman en botones florales y estos comienzan a reventar; mientras que, el inicio de la tuberización se da cuando la parte terminal del estolón comienza a hincharse. Esta etapa se inicia entre los 90-100 días y alcanza su totalidad a los 120 días, en muchas variedades coincide la floración con la tuberización (Cuesta, 2013).

2.2.5 Final floración y final tuberización

Ocurre cuando todos los botones florales han reventado, en algunas variedades la floración termina entre los 90 y 120 días. Con respecto a la tuberización, los estolones han terminado de formar el tubérculo e inicia el llenado o engrose del mismo, este período está comprendido entre los 137-151 días después de la siembra (Cuesta, 2013).

2.2.6 Engrose

Es la etapa donde los tubérculos crecen y llegan a su mayor tamaño. Este periodo se desarrolla desde los 127 hasta los 151 días después de la siembra (Cuesta, 2013).

2.2.7 Senescencia, madurez completa y cosecha

Consiste en el fin del cultivo, las plantas se amarillan e inicia la caída de las hojas de la planta, se secan y mueren. Este periodo va desde los 127 hasta los 200 días después de la siembra. El tubérculo está maduro cuando la cutícula se presiona ligeramente y no se desprende (Cuesta, 2013).

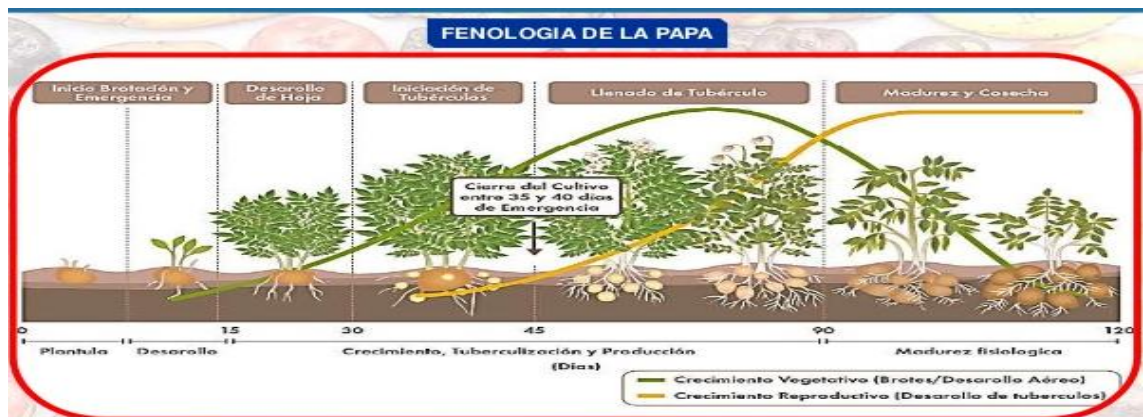


Figura 1. Fenología de la papa; (Manejo agroecológico de la papa. 2015)

2.3 Variedades de papa cultivadas en la provincia del Carchi.

Esperanza
Margarita
María
Yema de huevo
Gabriela
Superchola
Fripapa
Chola

Citado por: (Pumisacho Y Sherwood, 2006)

Las zonas especialmente aptas para el cultivo de papa y en las cuales tradicionalmente se produce el tubérculo, son las siguientes: zona de declives de El Ángel-García Moreno-San Gabriel (Zona 3) y zona alta de Tulcán (Zona 4). San Gabriel puede considerarse el centro de las zonas productoras de papa de la provincia del Carchi. (Andrade, 2005).

2.4 Requerimientos agroclimáticos del cultivo de papa

2.4.1 Temperatura

El tubérculo en latencia, inicia su brotación y emergencia en forma lenta a 5 °C y se maximiza a los 14-16 °C. Esto es importante al considerar la época de plantación ya que esta se debe iniciar cuando la temperatura del suelo haya alcanzado por lo menos 7-8 °C. La respuesta fotoquímica a la temperatura tiene estrecha relación con la intensidad lumínica. Así, cuando esta última es alta (sobre 50.000 lux) la fotosíntesis neta se optimiza en altas temperaturas (Cenagro, 2012).

2.4.2 Humedad

Es una condición muy importante. La planta de papa es muy sensible a la deficiencia de agua por lo que el suelo debe disponer de acceso a este recurso para alcanzar un buen crecimiento y rendimiento (Bayona, 2011).

2.4.3 Luminosidad

El tubérculo no requiere luz para su brotación. La asimilación de la luz solar por las hojas de la planta es máxima entre 15-21 °C. La asimilación neta de la luz solar es nula debajo de 2 °C y arriba de 34 °C. El crecimiento de los tubérculos disminuye arriba de 15 °C y es cero a más de 28 °C (Hijmans, 2005).

2.4.4 Suelo

Es una planta exigente a las condiciones edáficas, sólo le afectan los terrenos compactados y pedregosos. Los terrenos con excesiva humedad, afectan a los tubérculos ya que se hacen demasiado acuosos, poco ricos en fécula, poco sabrosos y conservables. La papa se desarrolla mejor en suelos francos, bien drenados, húmiferos y apropiadamente abastecidos de materia orgánica y nutrientes (Pumisacho M. Y Sherwood S., 2006)

2.5 Fertilización del cultivo de papa

La fertilidad de un suelo se mide normalmente en función de la disponibilidad de nutrientes para las plantas. Sin embargo, un suelo con alta cantidad de nutrientes no es necesariamente fértil, ya que diversos factores, como la compactación, mal drenaje, sequía, enfermedades o insectos pueden limitar la disponibilidad de nutrientes. Por ello, el concepto de fertilidad debería incluir criterios químicos, físicos y biológicos. El cultivo intensivo, erosión continua y pobre manejo agronómico, entre otras prácticas pueden contribuir a la pérdida de fertilidad de un suelo (Oyarzún, 2005).

2.5.1 Abono o fertilizante

Es cualquier sustancia orgánica, inorgánica, natural o sintética que aporta a las plantas uno o varios elementos nutritivos.

2.5.2 Clasificación de los fertilizantes

Los fertilizantes se clasifican de acuerdo a tres criterios:

Por su aplicación: fertilizantes de suelo, se los aplica directamente al suelo una vez realizado el análisis químico; fertilizantes foliares, se los aplica al follaje y son un complemento para los fertilizantes de suelo (Merchán, 2009).

Por su procedencia: fertilizantes inorgánicos, son compuestos químicos-sintéticos y/o minerales; abonos orgánicos, son aquellos que provienen de la transformación de residuos vegetales o animales.

Por su composición: fertilizantes simples, cuando contienen un solo nutriente o elemento químico; fertilizantes compuestos, cuando contienen más de dos nutrientes (Merchán, 2009).

Los elementos químicos que conforman los fertilizantes comúnmente se los agrupa en:

Macronutrientes. Son requeridos por las plantas en cantidades mayores y se dividen en dos grupos: primarios y secundarios. En los primarios se encuentran: N, P y K. Entre los secundarios están: Ca, Mg y S.

Nitrógeno

Su aporte en exceso retrasa la maduración y afecta la calidad industrial. La carencia de este nutriente reduce la cobertura del suelo y produce reducciones en el rendimiento (Echeverría, 2007)

Para un mejor aprovechamiento, el N debe ser aplicado en forma fraccionada, la mitad a la siembra, a chorro continuo, al fondo del surco y la otra mitad a los 45 a 60 días después de la siembra, cuando las plantas tienen de 15 a 20 cm de altura, coincidiendo con el medio aporque (Pumisacho y Sherwood, 2006)

Fósforo

Se recomienda aplicar el P al momento de la siembra a chorro continuo y al fondo del surco para favorecer el crecimiento de las raíces (Pumisacho y Sherwood, 2005).

Potasio

Se debe aplicar a la siembra a chorro continuo al fondo del surco y cubrir con una capa delgada de tierra. En suelos arenosos o franco arenosos con alto potencial de pérdida de K, por lixiviación, se recomienda fraccionar la aplicación, la mitad a la siembra y la otra mitad al medio aporque, en banda lateral, a 10 cm de las plantas (Pumisacho y Sherwood, 2005)

2.6 Micronutrientes

Son requeridos por las plantas en pequeñas cantidades pero necesarias para su desarrollo siendo estos: hierro (Fe), manganeso (Mn), zinc (Zn), cobre (Cu), molibdeno (Mo), boro (B) y cloro (Cl), (Merchán, 2009)

2.7 Requerimientos nutricionales del cultivo de papa

La extracción de nutrimentos del suelo por el cultivo de papa depende de la variedad, fertilidad del suelo, condiciones climáticas, rendimiento y manejo del cultivo (Pumisacho y Sherwood, 2005)

Cuadro 1. Extracción total de nutrientes por el cultivo de papa en el Ecuador para diferentes niveles de producción.

Rendimiento t/ha	kg.ha ⁻¹					g.ha ⁻¹			
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg	Zn	Cu	Fe	Mn
17	70	15	140	25	10	400	35	1.050	200
50	220	50	350	95	35	900	60	4.600	550

Fuente: (Pumisacho y Sherwood, 2005)

2.8 Cuándo aplicar los fertilizantes

Durante el desarrollo del cultivo, la papa pasa por diferentes etapas como son: plántula, crecimiento vegetativo, tuberización, desarrollo de tubérculos. En cada uno de estos estados los requerimientos nutricionales son diferentes. (Pumisacho y Sherwood, 2005)

2.9 Establecimiento de plántulas

Está orientada a producir un buen desarrollo radicular y un desarrollo aéreo inicial. Por ello durante esta etapa se requiere un alto aporte de P y dosis iniciales de N y K, (Pumisacho y Sherwood, 2005)

2.10 Crecimiento vegetativo

El crecimiento vegetativo sucede principalmente durante los primeros 45 a 50 días. El crecimiento es rápido para establecer un buen desarrollo foliar y una total cobertura del suelo. El requerimiento de N en esta etapa es alto. (Pumisacho y Sherwood, 2005)

2.10.1 Tuberización y desarrollo de tubérculos

Dependiendo de la variedad, condiciones ambientales y de manejo, la tuberización se inicia en promedio a los 35 a 50 días después de la emergencia. Esta etapa se caracteriza por una alta extracción de los carbohidratos en los tubérculos en un corto período de tiempo. Esta fase es crítica, ya que determina el rendimiento y calidad final del producto. En esta etapa la demanda de K es alta y debe haber una alta disponibilidad de este nutriente, para asegurar la movilización de nutrientes al tubérculo (Pumisacho y Sherwood, 2005)

2.11 Genotipos de papa para la Industria de Hojuelas a la Fertilización Orgánica y Química

En el Ecuador en los últimos años, se ha incrementado del 2 al 11% la cantidad de papa destinada a la industria, de este volumen la industria de “chips” procesa alrededor del 50.48%, los restaurantes y afines el 49.52%. Los agricultores proveedores de la papa para la industria han visto en este sector una alternativa rentable y segura para destinar su producción, pero tienen limitantes como contar con variedades con calidad necesaria para procesamiento, así mismo el desconocimiento de una fertilización en cuanto al N, P, K y sus omisiones que permita obtener la mayor cantidad de tubérculos que cumplan los parámetros establecidos por la industria y que su producción sea rechazada por no cumplir con los parámetros de calidad establecidos por la industria (Perugachi, L.; Monteros, C.; Cartagena, 2006)

CAPÍTULO III
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3. Materiales y métodos

3.1.1 Localización y duración de la investigación

El estudio se realizó en tres localidades. Los ensayos se encontraron ubicados en las localidades de Mata Redonda a 2824 msnm, San Vicente a 2954 msnm y Bellavista a 3367 msnm; pertenecientes a la provincia del Carchi y por su posición geográfica fue las coordenadas son Longitud Oeste: los 77° 39' 49" hasta 77° 54' 59" y Latitud Norte: 00° 25' 34" hasta 00° 42'. La presente investigación tuvo una duración de cinco meses.

3.1.2 Características de cada sitio experimental

Cuadro 2. Ubicación de cada sitio experimental para el manejo de nutrientes por sitio específico en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.). Carchi, 2015.

Ubicación	Ensayo 1	Ensayo 2	Ensayo 3
Provincia	Carchi	Carchi	Carchi
Canton	Montufar	Montufar	Espejo
Parroquia	Chitan de Navarrete	Fernandez Salvador	El Angel
Localidad	Mata Redonda	San Vicente	Bellavista
Altitud	2824 msnm	2954 msnm	3367 msnm
Coodenadas	X:189784	X:194886	X:174177
	Y:57845	Y: 66282	Y: 66677
Fuente: José Bravo			
Elaborado por: José Bravo			

3.1.3 Condiciones meteorológicas

Cuadro 3. Condiciones meteorológicas del sitio experimental.

Parámetros	Promedio anual
Temperatura (°C)	12.5
Humedad relativa (%)	76%
Heliófila (horas de sol/año)	1230
Precipitación (mm)	1240

Fuente: INAMHI 2014

Cuadro 4. Condiciones meteorológicas: Localidad de Mataredonda

Parámetros	Promedio anual
Temperatura (°C)	12.5
Humedad relativa (%)	76%
Heliófila (horas de sol/año)	1245
Precipitación (mm)	1240

Fuente: INAMHI 2014

Cuadro 5. Condiciones meteorológicas: Localidad de San Vicente.

Parámetros	Promedio anual
Temperatura (°C)	12.5
Humedad relativa (%)	80.9%
Heliófila (horas de sol/año)	1230
Precipitación (mm)	1240

Fuente: INAMHI 2014

Cuadro 6. Condiciones meteorológicas: Localidad de Bellavista

Parámetros	Promedio anual
Temperatura (°C)	11.5
Humedad relativa (%)	76%
Heliófila (horas de sol/año)	1230
Precipitación (mm)	1000

Fuente: INAMHI 2014

3.4 Materiales

3.4.1 Material experimental

- Tubérculos de semilla de la variedad: **Superchola**.
- Fertilizantes

Cuadro 7. Cuadro de Fertilizaciones para el manejo de nutrientes por sitio específico en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.). Carchi, 2015.

Trt	Descripción	Dosis de nutrientes* (kg ha ⁻¹)						
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg	S	B
1	Completo + (N, P, K, Ca, Mg, S, B)	170	350	228	60	80	30	2.5
2	-N, +(P, K, Ca, Mg, S, B)	0	350	228	60	80	30	2.5
3	-P, +(N, K, Ca, Mg, S, B)	170	0	228	60	80	30	2.5
4	-K, +(N, P, Ca, Mg, S, B)	170	350	0	60	80	30	2.5
5	-Ca, +(N, P, K, Mg, S, B)	170	350	228	0	80	30	2.5
6	-Mg, +(N, P, K, Ca, S, B)	170	350	228	60	0	30	2.5
7	-S, +(N, P, K, Ca, Mg, B)	170	350	228	60	80	0	2.5
8	-B, +(N, P, K, Ca, Mg, S)	170	350	228	60	80	30	0
9	Testigo Absoluto (sin aplicación)	0	0	0	0	0	0	0
10	Agricultor + (N, P, K, Mg, S)	162	282	174	0	28	24	0

Fuente: DMSA 2013.

3.4.2 Materiales de Campo

- Estacas
- Rastrillo
- Balanza de campo
- Libro de campo
- Cámara fotográfica
- Barreno americano
- Costales
- Bomba de mochila

3.4.3 Equipos de oficina

- Hojas de papel bond
- Marcadores

- Computadora
- Impresora

3.4.4 Equipos de laboratorio

- Hidrómetro
- Tanque
- Cortadora de papa
- Freidor
- Aceite para freír (10 l.)
- Balanza analítica
- Medidor laser de temperatura
- Molino de foliares

3.5 Factores en estudio

A) Localidades (L)

Carchi

L1 E1 Mata Redonda
 L2 E2 San Vicente
 L3 E3 Bellavista

B) Fertilización (F)

f1: Fertilización completa (N, P, K, Ca, Mg, S, B)
 f2: Fertilización sin nitrógeno (-N), + (P, K, Ca, Mg, S, B)
 f3: Fertilización sin fósforo (-P), + (N, K, Ca, Mg, S, B)
 f4: Fertilización sin potasio (-K), + (N, P, Ca, Mg, S, B)
 f5: Fertilización sin calcio (-Ca), + (N, P, K, Mg, S, B)
 f6: Fertilización sin magnesio (-Mg), + (N, P, K, Ca, S, B)
 f7: Fertilización sin azufre (-S), + (N, P, K, Ca, Mg, B)
 f8: Fertilización sin boro (-B), + (N, P, K, Ca, Mg, S)
 f9: Testigo absoluto (sin aplicación)
 f10: Tratamiento agricultor

3.6 Tratamientos en estudio

Cuadro 8. Cuadro de fertilización para el manejo de nutrientes por sitio específico en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.). Carchi, 2015.

Tratamientos	Descripción
t ₁	Completo + (N, P, K, Ca, Mg, S, B)
t ₂	-N, +(P, K, Ca, Mg, S, B)
t ₃	-P, +(N, K, Ca, Mg, S, B)
t ₄	-K, +(N, P, Ca, Mg, S, B)
t ₅	-Ca, +(N, P, K, Mg, S, B)
t ₆	-Mg, +(N, P, K, Ca, S, B)
t ₇	-S, +(N, P, K, Ca, Mg, B)
t ₈	-B, +(N, P, K, Ca, Mg, S)
t ₉	Testigo Absoluto (sin aplicación)
t ₁₀	Agricultor

Fuente: DMSA 2013.

3.7 Delineamiento experimental

Distancia entre surcos:	1.20 m
Distancia entre plantas:	0.30 m
Tubérculo por sitio:	1(60 g)
Número de surcos por parcela total:	5
Número de surcos por parcela neta:	3
Número de tubérculos por surcos:	20
Número de tubérculos por parcela total:	100
Número de tubérculos por parcela neta:	54
Número de tubérculos por ensayo:	3000
Área parcela total:	36 m ² (6 m x 6 m)
Área parcela neta:	19.4 m ² (5.4 m x 3.6 m)

3.8 Diseño Experimental

Se utilizó un Diseño de Bloques Completos al Azar, (DBCA) en cada localidad, con 10 tratamientos y tres repeticiones.

3.9 Análisis de la Varianza

Cuadro 9. Esquema del análisis de varianza por localidad para el manejo de nutrientes por sitio específico en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.). Carchi 2015.

Fuentes de Variación	G L
TOTAL	29
TRATAMIENTOS	9
REPETICIONES	2
ERROR EXPERIMENTAL	18
cv=	%
Promedio=	X

Cuadro 10. Esquema del análisis de varianza entre localidades para el manejo de nutrientes por sitio específico en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.). Carchi, 2015.

Fuentes de Variación	Grados de Libertad
TOTAL	89
LOCALIDADES (L)	2
TRATAMIENTOS (T)	9
L X T	18
REPETICIONES/ LOCALIDADES	6
ERROR EXPERIMENTAL	54
cv=	%
Promedio=	X

3.9. Análisis funcional

En caso de encontrarse diferencias significativas en el ADEVA, se aplicará la prueba de Tukey al 5 %.

3.10. Variables evaluadas

3.10.1 Días a la emergencia

Se evaluó cuando la parcela neta presentó el 50% de tubérculos emergidos en relación al número de tubérculos sembrados, el valor se expresó en porcentaje.

3.10.2 Altura de plantas

Se evaluó al rascadillo, medio aporque, aporque, floración y madurez fisiológica, la medición se realizó desde la base hasta el ápice de la planta. Se midieron 5 plantas tomadas al azar en cada parcela neta, los resultados se expresaron en centímetros.

3.10.3 Días a la floración

Se evaluó cuando el 50% de plantas de la parcela neta presenten flores abiertas, se contará el número de días transcurridos desde la siembra, los resultados se expresaron en días después de la siembra (dds).

3.10.4 Días a la madurez fisiológica

Se evaluó cuando el 50% de las plantas de la parcela neta presentaron amarillamiento y acame por efecto de la madurez, se contabilizó el número de días transcurridos desde la siembra, los resultados se expresaron en dds.

3.10.5 Número de tallos por planta

Se contó el número de tallos principales de 10 plantas al azar en cada parcela neta y se reportó el promedio de tallos por unidad experimental al 50% de la floración (INIAP/PNRT-papa, 2008).

3.10.6 Rendimiento total y por categorías

Se realizó la cosecha de toda la parcela neta de cada unidad experimental; los tubérculos obtenidos se dividieron en cuatro categorías y se registró el peso en kg.(PN.Categoría)⁻¹.

Cuadro 11. Clasificación y peso de los tubérculos por categorías para el manejo de nutrientes por sitio específico en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.). Carchi 2015.

Categoría	Peso Tubérculo (g)
1. Comercial	>120
2. Primera, gruesa	71 a 120
3. Segunda o redroja	51 a 70
4. Tercera o redrojilla	31 a 50
5. Cuchi	<31

Fuente: (Pumisacho y Sherwood, 2005)

3.10.7 Gravedad específica

Método del hidrómetro

- Colocar una cesta de metal sobre una balanza y encerar.
- Colocar un peso exacto de 3630 gramos de papa de tamaño comercial en la canastilla de metal (una papa puede ser cortada para obtener el peso exacto).
- Conectar la canastilla al hidrómetro y sumergir en un tanque con 200 litros de agua, la gravedad específica puede ser leída directamente del hidrómetro al igual que la materia seca (Bonierbale, 2007)

3.10.8 Porcentaje de hojuelas buenas

Se tomaron cinco tubérculos de la categoría dos, de cada tratamiento luego se procedió a realizar el pelado en la máquina, el repelado manual, después se procedió cortar en hojuelas en la máquina, después de este proceso se realizó el lavado de la hojuelas con el fin de eliminar el almidón por su oxidación y se deben secar las hojuelas para luego poner a freír a 175 °C, durante 3 minutos aproximadamente, hasta que no se observe emisión de burbujas. Esta variable se expresó en porcentaje de hojuelas buenas. La aptitud para el procesamiento se evaluó en función del color de la hojuela, se contabilizó el peso de hojuelas enmarcadas en las categorías 1, 2 y 3 y se dividió para el peso de hojuelas totales que ingresaron al proceso de fritura; obteniéndose el porcentaje de hojuelas de buena calidad.

3.10.9 Índice de color y clorofila

Utilizando el medidor de clorofila CCM-200 plus y las tablas de comparación de colores desarrollada por el Instituto Internacional de Investigaciones en Arroz (IRRI) se realizaron mediciones al rascadillo, medio aporque, aporque, floración en el follaje, se tomaron 5 plantas al azar por parcela neta.

3.10.10 Materia seca de tubérculos

Se tomó una muestra representativa de tubérculos de la parcela neta de cada tratamiento y; se picó y se tomó el peso en fresco para luego introducirlas en la estufa a 65 °C hasta obtener un peso constante. Se expresó en porcentaje. Se utilizó la siguiente ecuación (INIAP/PNRT-papa, 2008).

$$\% \text{ Materia seca} = (\text{Peso seco} / \text{Peso fresco}) \times 100$$

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados y Discusión

4.1.1 Localidad de Mata redonda

4.1.2 Porcentaje de emergencia

El análisis de varianza para la variable porcentaje de emergencia (Cuadro 10), detectó diferencias no significativa entre tratamientos. Los coeficientes de variación validan los resultados que se reportan en esta variable.

Cuadro 12. Análisis de la varianza para la variable porcentaje de emergencia en el manejo de nutrientes por sitio específico en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.), Mata redonda, Carchi, 2015.

Fuentes de Variación	G L	Cuadrado medio
		Emergencia
Total	29	
Tratamientos	9	0.98 ^{ns}
Repeticiones	2	1.66
Error experimental	18	2.09
CV (%)=		1.46
PROMEDIO (%)=		98.76

4.1.3 Altura de plantas

El análisis de varianza para la variable altura de plantas (Cuadro 12), en la localidad de Mata redonda, detectó diferencia no significativa al rascadillo; diferencia significativa al medio aporque y aporque; mientras diferencias altamente significativas a la floración y madurez fisiológica entre tratamientos. Los coeficientes de variación validan los resultados que se reportan en ésta variable.

Cuadro 13. Análisis de varianza para altura de planta en los diferentes estados fenológicos en el manejo de nutrientes por sitio específico en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.). Mata redonda, Carchi, 2015.

Fuentes de Variación	G L	Cuadrados medios				
		Rascadillo	Medio aporque	Aporque	Floración	Madurez fisiológica
Total	29					
Tratamientos	9	15.21 ^{ns}	65.68*	64.37*	219.17**	668.22**
Repeticiones	2	25.54	42.80	123.03	22.39	1140.63
Error experimental	18	7.93	26.62	22.74	16.05	150.63
CV (%)		11.45	9.84	5.99	4.23	9.73
PROMEDIO (cm)		24.60	52.44	79.67	94.63	126.13

Cuadro 14. Promedio y prueba de Tukey al 5 % de significancia para altura de plantas en el manejo de nutrientes por sitio específico en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.), Mata redonda, Carchi, 2015.

Trat	Promedios (cm)				
	Rascadillo	Medio aporque	Aporque	Floración	M.F.
T1	24.67	54.93 ab	83.00 a	99.40 a	118.73 ab
T2	25.27	46.87 ab	71.33 a	78.47 c	94.87 b
T3	19.33	43.87 b	72.67 a	87.27 bc	135.67 a
T4	23.47	54.07 ab	83.33 a	98.73 ab	132.67 a
T5	23.87	51.13 ab	81.33 a	98.27 ab	132.67 a
T6	27.40	54.00 ab	81.00 a	99.53 a	136.93 a
T7	23.87	56.40 ab	82.67 a	100.33 a	140.20 a
T8	25.33	55.27 ab	83.33 a	102.93 a	134.80 a
T9	26.07	48.87 ab	75.67 a	82.53 c	106.13 ab
T10	26.73	59.00 a	82.33 a	98.80 ab	128.67 ab

Conforme al Cuadro 13, para la variable altura de plantas al medio aporque y madurez fisiológica, al prueba Tukey detectó dos rangos de significancia. Encabezando el primero al medio aporque T10 con 59.00 cm, a la madurez fisiológica T7 con 140.20 cm, segundo al medio aporque T3 (omisión de P) con 43.87 cm y a la madurez fisiológica T2 (omisión de N) con 94.87 cm. A la floración detectó tres rangos de significancia. Encabezando el primero T8

(omisión de B) con 102.93 cm, segundo T3 (omisión de P) con 87.27 cm y tercero T2 (omisión de N) con 78.47 cm. Mientras al rascadillo no hubo diferencias estadísticas es decir tuvieron resultados similares .

En general el menor crecimiento durante el ciclo del cultivo lo tuvieron los tratamientos T2 (omisión de N) y T9 (t. absoluto). Según Sierra (2005), el N es un elemento esencial primario que forma parte de las estructuras proteicas en la planta y se considera un elemento estructural que estimula el crecimiento, especialmente hojas y tallos.

4.1.4 Días a la floración y madurez fisiológica

El análisis de varianza para la variable días a la floración y madurez fisiológica (Cuadro 14), detectó diferencias altamente significativas entre tratamientos. Los coeficientes de variación validan los resultados que se detectan en éstas variables.

Cuadro 15. Análisis de varianza para la variable días a la floración y madurez fisiológica, en el manejo de nutrientes por sitio específico en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.). Mata redonda, Carchi 2015.

Fuentes de Variación	G L	Cuadrados medios	
		Días a la floración	Días a la madurez fisiológica
Total	29		
Tratamientos	9	2.09 ^{ns}	100.80 ^{**}
Repeticiones	2	5.73	34.30
Error experimental	18	1.40	5.30
CV (%)=		1.35	1.42
PROMEDIO (dds)=		87.53	161.60

Cuadro 16. Promedio y prueba de Tukey al 5% de significancia para la variable días a la floración y días a la madurez fisiológica en el manejo de nutrientes por sitio específico en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.), Mata redonda, Carchi, 2015.

Trat.	Código	Promedio (dds)	
		Días a la Floración	Días a la madurez Fisiológica
T1	F. Completa	88.67	163.67 a
T2	-N(P,K,Ca,Mg,S,B).	86.33	150.00 b
T3	-P(N,K,Ca,Mg,S,B).	88.00	166.00 a
T4	-K(N,P,Ca,Mg,S,B).	88.33	163.00 a
T5	-Ca(N,P,K,Mg,S,B).	88.00	164.33 a
T6	-Mg(N,P,K,Ca,S,B).	87.33	165.67 a
T7	-S(N,P,K,Ca,Mg,B).	87.33	165.00 a
T8	-B(N,P,K,Ca,Mg,S).	87.67	164.33 a
T9	Testigo	86.00	151.67 b
T10	F. Agricultor.	87.67	162.33 a

Conforme al Cuadro 15, para la variable días a la madurez fisiológica, detectó dos rangos de significancia. Encabezando el primero T3 (omisión de P) con 166.00 dds y segundo T2 (omisión de N) con 150.00 dds. Mientras para días a la floración no se detectó diferencias entre tratamientos.

La omisión de N y el tratamiento testigo obtuvieron menores días a la senescencia. Perugachi (2006) indican que las bajas tasas de N, acelera la senescencia, provocando la movilización anticipada del N desde el follaje; esta explicaría el comportamiento observado en los tratamientos con omisión de N.

4.1.5 Número de tallos por planta

El análisis de la varianza para la variable número de tallos (Cuadro 16), detectó diferencia no significativa entre tratamientos. Los coeficientes de variación validan los resultados reportados en ésta variable.

Cuadro 17. Análisis de varianza para la variable número de tallos por planta, en el manejo de nutrientes por sitio específico en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.). Mata redonda, Carchi 2015.

Fuentes de Variación	G L	Cuadrado medio
		# tallos
Total	29	
Tratamientos	9	1.04 ^{ns}
Repeticiones	2	0.24
Error experimental	18	0.56
CV (%)		22.52
PROMEDIO		3.33

Cuadro 18. Promedio para la variable número de tallos por planta en el manejo de nutrientes por sitio específico en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.), Mata redonda, Carchi, 2015.

Trat.	Código	Promedio (#) tallos.planta ⁻¹
T1	F. Completa	3.13
T2	-N(P,K,Ca,Mg,S,B).	3.27
T3	-P(N,K,Ca,Mg,S,B).	2.40
T4	-K(N,P,Ca,Mg,S,B).	2.67
T5	-Ca(N,P,K,Mg,S,B).	2.93
T6	-Mg(N,P,K,Ca,S,B).	4.40
T7	-S(N,P,K,Ca,Mg,B).	3.73
T8	-B(N,P,K,Ca,Mg,S).	3.47
T9	Testigo	3.87
T10	F. Agricultor.	3.40

4.1.6 Rendimiento total y por categorías

El análisis de varianza para la variable rendimiento por categorías (Cuadro 18), detectó diferencia no significativa para las categorías comercial, tercera y cuchi, mientras para las categorías primera y segunda detectó diferencia significativa entre tratamientos. Los coeficientes de variación validan los resultados que se reportan en ésta variable.

Cuadro 19. Análisis de la varianza para la variable rendimiento por categorías, en el manejo de nutrientes por sitio específico en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.), Mata redonda, Carchi, 2015.

Fuentes de Variación	G L	Cuadrados medios				
		Comercial	Primera	Segunda	Tercera	Cuchi
Total	29					
Tratamientos	9	41.61 ^{ns}	26.74*	32.23*	12.58 ^{ns}	1.32 ^{ns}
Repeticiones	2	111.57	44.37	10.08	4.86	2.16
Error experimental	18	29.50	8.46	12.30	5.54	0.57
CV (%)=		35.23	18.30	26.89	24.70	28.92
PROMEDIO (t.ha ⁻¹)=		15.42	15.89	13.04	9.53	2.62

Cuadro 20. Promedio y prueba de Tukey al 5% de significancia para la variable rendimiento por categorías en el manejo de nutrientes por sitio específico en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.), Mata redonda, Carchi, 2015.

Trat.	Promedios (t.ha ⁻¹)				
	Comercial	Primera	Segunda	Tercera	Cuchi
T1	16.51	15.24 ab	11.17 ab	12.27	3.07
T2	7.65	9.41 b	8.37 b	7.13	1.67
T3	12.90	17.30 ab	14.61 ab	9.86	2.12
T4	19.79	17.57 ab	15.12 ab	7.74	2.44
T5	19.33	18.72 a	11.36 ab	9.73	2.67
T6	15.92	17.47 ab	19.07 a	12.28	3.98
T7	13.74	16.86 ab	16.40 ab	9.90	2.50
T8	14.29	17.90 ab	13.51 ab	10.57	2.95
T9	14.46	11.78 ab	10.69 ab	6.03	1.91
T10	19.56	16.67 ab	10.14 ab	9.78	2.88

Cuadro. Rendimiento por categorías localidad de Mata redonda, Carchi, 2015

,para la variable rendimiento por categorías, detectó para las categorías primera y segunda dos rangos de significancia. Encabezando el primero para la categoría primera T5 con 18.72 t.ha⁻¹, para la categoría segunda T6 con 19.07 t.ha⁻¹, segundo para la categoría primera y segunda T2 (omisión de N) con 9.41 t.ha⁻¹ y 8.37 respectivamente. Para las categorías comercial, tercera y cuchi no se detectó diferencias estadísticas es decir no hubo diferencias entre tratamientos.

En la mayoría de categorías los menores rendimientos los obtuvieron los tratamientos de omisión de N y testigo absoluto; sin embargo, solo hubo

diferencias estadísticas en las categorías primera y segunda. Al existir cantidades suficientes de nutrientes en el cultivo se obtendrá rendimientos altos. Según Perugachi (2006).

4.1.7 Porcentaje de hojuelas buenas

El análisis de varianza para la variable porcentaje de hojuelas (Cuadro 20), detectó diferencia no significativa entre tratamientos. Los coeficientes de variación validan los resultados en ésta variable.

Cuadro 21. Análisis de la varianza para la variable porcentaje de hojuelas buenas, en el manejo de nutrientes por sitio específico en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.), Mata redonda, Carchi, 2015.

Fuentes de Variación	G L	Cuadrados Medios
		Hojuelas Buenas
Total	29	
Tratamientos	9	40.53 ^{ns}
Repeticiones	2	10.23
Error experimental	18	53.60
CV (%)=		7.91
PROMEDIO (%)=		92.52

Cuadro 22. Promedio para la variable porcentaje de hojuelas buenas en el manejo de nutrientes por sitio específico en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.), Mataredonda, Carchi, 2015.

Trat.	Código	Promedio (%)
		Hojuelas buenas
T1	F. Completa	91.59
T2	-N(P,K,Ca,Mg,S,B).	88.05
T3	-P(N,K,Ca,Mg,S,B).	91.35
T4	-K(N,P,Ca,Mg,S,B).	90.10
T5	-Ca(N,P,K,Mg,S,B).	91.85
T6	-Mg(N,P,K,Ca,S,B).	88.90
T7	-S(N,P,K,Ca,Mg,B).	97.08
T8	-B(N,P,K,Ca,Mg,S).	100.00
T9	Testigo	91.99
T10	F. Agricultor.	94.25

Conforme al Cuadro 21, para la variable porcentaje de hojuelas buenas se detectó diferencias no significativas lo que significa que la omisión de nutrientes no afecta en esta variable.

Todos los tratamientos superan o están cercanos al 90% de hojuelas buenas lo cual es aceptado por la agroindustria. Según Bonierbale (2010), un exceso en el contenido de aceite en productos fritos indica no solamente una mala calidad del producto sino la pérdida de un ingrediente caro. El aceite en exceso da lugar a hojuelas grasosas, una característica indeseable para el consumidor.

4.1.8 Índice clorofila

El análisis de varianza para el índice de clorofila (Cuadro 22), detectó diferencia significativa al rascadillo mientras que al medio aporque, aporque y floración detectó diferencia no significativa entre tratamientos. Los coeficientes de variación validan los resultados obtenidos en ésta variable.

Cuadro 23. Análisis de la varianza para la variable índice de clorofila en el manejo de nutrientes por sitio específico en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.), Mata redonda, Carchi, 2015.

Fuentes de Variación	G L	Cuadrados medios			
		Rascadillo	Medio aporque	Aporque	Floración
Total	29				
Tratamientos	9	12.62*	16.24 ^{ns}	12.76 ^{ns}	34.26 ^{ns}
Repeticiones	2	20.89	16.00	26.76	9.53
Error experimental	18	4.57	9.48	8.65	17.52
CV= (%)		8.40	10.40	8.03	13.23
PROMEDIO= (UA)		25.43	29.61	36.61	31.62

Cuadro 24. Promedio y prueba de Tukey al 5% para la variable índice de clorofila en el manejo de nutrientes por sitio específico en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.), Mata redonda, Carchi, 2015.

Trat.	Código	Promedio (UA)			
		Rascadillo	Medio aporque	Aporque	Floración
T1	F. Completa	28.08 a	31.34	35.89	33.05
T2	-N(P,K,Ca,Mg,S,B).	21.87 a	24.31	32.74	24.33
T3	-P(N,K,Ca,Mg,S,B).	23.23 a	28.56	35.74	31.77
T4	-K(N,P,Ca,Mg,S,B).	27.75 a	28.83	35.60	33.46
T5	-Ca(N,P,K,Mg,S,B).	24.42 a	31.68	37.30	30.88
T6	-Mg(N,P,K,Ca,S,B).	25.53 a	32.67	37.89	34.64
T7	-S(N,P,K,Ca,Mg,B).	27.19 a	30.11	40.77	35.21
T8	-B(N,P,K,Ca,Mg,S).	23.93 a	30.02	37.38	32.67
T9	Testigo	25.69 a	28.36	35.71	27.29
T10	F. Agricultor.	26.63 a	30.17	37.08	32.96

Conforme al Cuadro 23, para la variable índice de color, detectó diferencia no significativa entre tratamientos en los diferentes estados, es decir la omisión de nutrientes no afecta en esta variable.

Estadísticamente existió diferencias solo al rascadillo, pero solo se formó un rango de significancia, en general se puede observar que el tratamiento que obtuvo los menores índices de clorofila fue el de omisión de N, como era de esperarse debido a que su deficiencia causa una clorosis en su follaje.

4.1.9 Índice de Color

El análisis de varianza para el índice de color (Cuadro 24), detectó diferencia no significativa al rascadillo, al medio aporque, aporque y floración entre tratamientos. Los coeficientes de variación validan los resultados obtenidos en ésta variable.

Cuadro 25. Análisis de la varianza para la variable índice de color en el manejo de nutrientes por sitio específico en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.), Mata redonda, Carchi, 2015.

Fuentes de Variación	G L	Cuadrados medios			
		Rascadillo	Medio aporque	Aporque	Floración
Total	29				
Tratamientos	9	0.07 ^{ns}	0.01 ^{ns}	0.04 ^{ns}	0.00 ^{ns}
Repeticiones	2	0.11	0.01	0.03	0.00
Error experimental	18	0.03	0.01	0.02	0.00
CV= (%)		6.46	3.06	4.11	0.00
PROMEDIO= (TCC)		2.87	2.98	3.05	3.00

Cuadro 26. Promedio para la variable índice de color en el manejo de nutrientes por sitio específico en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.), Mata redonda, Carchi, 2015.

Trat.	Código	Promedio (TCC)			
		Rascadillo	Medio aporque	Aporque	Floración
T1	F. Completa	3.00	3.00	3.00	3.00
T2	-N(P,K,Ca,Mg,S,B).	2.50	2.83	3.00	3.00
T3	-P(N,K,Ca,Mg,S,B).	2.83	3.00	3.00	3.00
T4	-K(N,P,Ca,Mg,S,B).	3.00	3.00	3.00	3.00
T5	-Ca(N,P,K,Mg,S,B).	2.83	3.00	3.17	3.00
T6	-Mg(N,P,K,Ca,S,B).	2.83	3.00	3.00	3.00
T7	-S(N,P,K,Ca,Mg,B).	3.00	3.00	3.33	3.00
T8	-B(N,P,K,Ca,Mg,S).	2.83	3.00	3.00	3.00
T9	Testigo	2.83	3.00	3.00	3.00
T10	F. Agricultor.	3.00	3.00	3.00	3.00

4.1.10 Gravedad específica y materia seca

El análisis de varianza (Cuadro 26) detectó diferencia no significativa para gravedad específica y diferencia significativa en porcentaje de materia seca de tubérculo entre tratamientos. Los coeficientes de variación validan los resultados obtenidos en ésta investigación.

Cuadro 27. Análisis de la varianza para las variables gravedad específica y porcentaje de materia seca, en el manejo de nutrientes por sitio específico en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.), Mata redonda, Carchi, 2015.

Fuentes de Variación	G L	Cuadrados medios	
		Gravedad Específica (g.cc ⁻¹)	Materia Seca (%)
Total	29		
Tratamientos	9	3.6E-05 ^{ns}	3.42*
Repeticiones	2	4.0E-05	4.22
Error experimental	18	4.0E-05	1.18
CV (%)=		0.58	4.82
PROMEDIO =		1.096	22.49

Cuadro 28. Promedio y prueba de Tukey al 5% para las variables porcentaje de materia seca en tubérculos y gravedad específica en el manejo de nutrientes por sitio específico en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.), Mata redonda, Carchi, 2015.

Trat.	Código	Promedio	
		Gravedad Específica (g.cc ⁻¹)	Materia Seca (%)
T1	F. Completa	1.095	22.16 ab
T2	-N(P,K,Ca,Mg,S,B).	1.104	24.26 a
T3	-P(N,K,Ca,Mg,S,B).	1.091	21.03 b
T4	-K(N,P,Ca,Mg,S,B).	1.096	22.65 ab
T5	-Ca(N,P,K,Mg,S,B).	1.097	22.88 ab
T6	-Mg(N,P,K,Ca,S,B).	1.096	22.16 ab
T7	-S(N,P,K,Ca,Mg,B).	1.095	21.35 ab
T8	-B(N,P,K,Ca,Mg,S).	1.094	21.76 ab
T9	Testigo	1.094	24.15 ab
T10	F. Agricultor.	1.096	22.47 ab

Conforme al Cuadro 27, para la variable porcentaje de materia seca en tubérculos detectó dos rangos de significancia. Encabezando el primero T2 (omisión de N) con 24.26 % y segundo T3 (omisión de P). Mientras para la variable gravedad específica no se detectó diferencias entre tratamientos.

Al existir altas cantidades de nutrientes en el suelo darán como resultado bajas cantidades de materia seca, es decir es inversamente proporcional. Esto se

cumple en esta variable especialmente en el T2 (omisión de N) y T9 (t. absoluto) quienes al tener baja cantidad de nutrientes especialmente de N provocó que exista un mayor contenido de materia seca.

4.2.1 Localidad de San Vicente

4.2.2 Días a la emergencia

El análisis de varianza para la variable porcentaje de emergencia (Cuadro 28), detectó diferencia no significativa entre tratamientos. Los coeficientes de variación validan los resultados obtenidos en esta investigación.

Cuadro 29. Análisis de la varianza para la variable porcentaje de emergencia en el manejo de nutrientes por sitio específico en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.), San Vicente, Carchi, 2015.

Fuentes de Variación	G L	Cuadrado medio Emergencia
Total	29	
Tratamientos	9	0.63 ^{ns}
Repeticiones	2	1.15
Error experimental	18	1.01
CV (%)=		1.01
PROMEDIO (%)=		99.61

Cuadro 30. Promedio para la variable porcentaje de emergencia en el manejo de nutrientes por sitio específico en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.), San Vicente, Carchi, 2015.

Trat.	Código	Promedio (%) Emergencia
T1	F. Completa	98.69
T2	-N(P,K,Ca,Mg,S,B).	100.00
T3	-P(N,K,Ca,Mg,S,B).	99.35
T4	-K(N,P,Ca,Mg,S,B).	99.35
T5	-Ca(N,P,K,Mg,S,B).	100.00
T6	-Mg(N,P,K,Ca,S,B).	99.35
T7	-S(N,P,K,Ca,Mg,B).	99.35
T8	-B(N,P,K,Ca,Mg,S).	100.00
T9	Testigo	100.00
T10	F. Agricultor.	100.00

En esta localidad no influyó la dosis de fertilización aplicada en cada tratamiento sobre el porcentaje de emergencia debido a que existió buenas

condiciones agroclimáticas y nutrientes nativos del suelo que hicieron emerger en su mayoría al cultivo.

4.2.3 Altura de planta

El análisis de varianza para la variable altura de plantas (Cuadro 30), detectó diferencia no significativa al rascadillo, medio aporque, aporque y floración, mientras diferencia altamente significativa a la madurez fisiológica entre tratamientos. Los coeficientes de variación validan los resultados obtenidos en ésta variable.

Cuadro 31. Análisis de la varianza para la variable altura de plantas, en el manejo de nutrientes por sitio específico en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.), San Vicente, Carchi, 2015.

Fuentes de Variación	G L	Cuadrados medios				
		Rascadillo	Medio aporque	Aporque	Floración	Madurez fisiológica
Total	29					
Tratamientos	9	5.71 ^{ns}	75.97 ^{ns}	61.01 ^{ns}	11.26 ^{ns}	849.20**
Repeticiones	2	11.89	1.61	2.91	15.70	266.63
Error experimental	18	7.10	33.43	35.17	11.18	200.97
CV (%)=		11.39	11.41	8.66	3.41	10.26
PROMEDIO (cm)=		23.41	55.68	68.49	98.00	138.13

Cuadro 32. Promedio y prueba de Tukey al 5% para la variable altura de plantas, en el manejo de nutrientes por sitio específico en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.), San Vicente, Carchi 2015.

Trat.	Promedios (cm)				
	Rascadillo	Medio aporque	Aporque	Floración	Madurez Fisiológica
T1	23.67	49.60	66.67	99.00	154.00 a
T2	23.40	50.53	64.73	98.67	108.67 b
T3	21.93	44.53	64.00	98.00	149.00 ab
T4	22.27	52.47	70.33	97.67	136.67 ab
T5	22.07	55.27	69.87	100.00	136.67 ab
T6	23.13	50.00	69.53	95.00	142.00 ab
T7	22.93	48.00	69.53	98.00	150.00 ab
T8	23.53	56.53	73.33	99.33	156.00 a
T9	24.53	42.13	60.87	94.33	109.33 b
T10	26.60	57.73	76.00	100.00	139.00 ab

Conforme al Cuadro 31, para la variable altura de plantas detectó a la madurez fisiológica dos rangos de significancia. Encabezando el primero T8 (omisión de B) con 156.00 dds, segundo T2 (omisión de N) con 108.67 dds. Mientras al rascadillo, medio aporque, aporque y floración no se detectó diferencias estadísticas entre tratamientos.

Durante el crecimiento del cultivo no existió diferencias entre tratamientos es decir todos estaban siguiendo una misma tendencia hasta la madurez fisiológica en donde se logro ver cierto distanciamiento de los tratamientos T2 (omisión de N) y T9 (t. absoluto) pero en general todos tuvieron altura similar. Según Oyarzún (2005), los nutrientes del suelo por el cultivo de papa depende de la variedad, fertilidad del suelo, condiciones climáticas, rendimiento y manejo del cultivo.

4.2.4 Días a la floración y madurez fisiológica

El análisis de la varianza para las variables en estudio (Cuadro 32), detectó diferencias altamente significativas para días a la floración y días a la madurez fisiológica entre tratamientos. Los coeficientes de variación validan los resultados obtenidos en éstas variables.

Cuadro 33. Análisis de la varianza para las variables días a la floración y días a la madurez fisiológica, en el manejo de nutrientes por sitio específico en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.), San Vicente, Carchi, 2015.

Fuentes de Variación	G L	Cuadrados medios	
		Días a la floración	Días a la madurez Fisiológica
Total	29		
Tratamientos	9	47.57**	96.21**
Repeticiones	2	1.23	11.43
Error experimental	18	2.71	3.29
CV (%)=		1.77	1.07
PROMEDIO (dds)=		92.87	168.73

Cuadro 34. Promedio y prueba de Tukey al 5% para las variables días a la floración y días a la madurez fisiológica en el manejo de nutrientes por sitio específico en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.), San Vicente, Carchi, 2015.

Trat.	Código	Promedio (dds)	
		Días a la Floración	Días a la madurez Fisiológica
T1	F. Completa	95.00 a	173.67 a
T2	-	86.67	158.33 c
	N(P,K,Ca,Mg,S,B).	c	
T3	-	96.67 a	172.33 ab
	P(N,K,Ca,Mg,S,B).		
T4	-	96.00 a	169.33 ab
	K(N,P,Ca,Mg,S,B).		
T5	-	95.33 a	171.33 ab
	Ca(N,P,K,Mg,S,B).		
T6	-	95.00 a	171.67 ab
	Mg(N,P,K,Ca,S,B).		
T7	-	95.00 a	173.67 a
	S(N,P,K,Ca,Mg,B).		
T8	-	93.67 ab	170.00 ab
	B(N,P,K,Ca,Mg,S).		
T9	Testigo	86.00	158.67 c
		c	
T10	F. Agricultor.	89.33	168.33 b
		bc	

Conforme al Cuadro 33, para las variables días a la floración y días a la senescencia detectó tres rangos de significancia. Encabezando el primero a la floración T(omisión de P) con 96.67 dds, a la madurez fisiológica T (f. completa) y T (omisión de S) con 173.67 dds, segundo para los dos T (t. agricultor) a la floración con 89.33 dds, a la madurez fisiológica con 168.33 dds y tercero a la floración T (t. absoluto) con 86.00 dds, a la madurez fisiológica T (omisión de N) con 158.33 dds.

Los tratamientos T2 (omisión de N) y T9 (t. absoluto) fueron los más rápidos en alcanzar la floración y la madurez con respecto al resto de tratamientos. Según Perugachi (2006), las bajas tasas de N, acelera la senescencia, provocando la movilización anticipada del N desde el follaje; esto explicaría los resultados observados.

4.2.5 Número de tallos por planta

El análisis de la varianza para la variable número de tallos por planta (Cuadro 34), detectó diferencia no significativa entre tratamientos. El coeficiente de variación valida los resultados en ésta variable.

Cuadro 35. Análisis de la varianza para la variable número de tallos por planta en el manejo de nutrientes por sitio específico en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.), San Vicente, Carchi, 2015.

Fuentes de Variación	G L	Cuadrado medio Número de tallos
Total	29	
Tratamientos	9	0.63 ^{ns}
Repeticiones	2	1.02
Error experimental	18	0.37
CV (%)=		16.75
PROMEDIO (N° tallos)=		3.62

Cuadro 36. Promedio para la variable número de tallos por planta en el manejo de nutrientes por sitio específico en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.), San Vicente, Carchi, 2015.

Trat.	Código	Promedio (#) tallos.planta ⁻¹
T1	F. Completa	4.33
T2	-N(P,K,Ca,Mg,S,B).	3.20
T3	-P(N,K,Ca,Mg,S,B).	2.87
T4	-K(N,P,Ca,Mg,S,B).	3.53
T5	-Ca(N,P,K,Mg,S,B).	3.33
T6	-Mg(N,P,K,Ca,S,B).	4.33
T7	-S(N,P,K,Ca,Mg,B).	3.67
T8	-B(N,P,K,Ca,Mg,S).	3.80
T9	Testigo	3.60
T10	F. Agricultor.	3.53

Estos resultados son consistentes con lo encontrado por Tonato (2015), en términos de que la fertilización no influye en el número de tallos que la planta puede llegar a tener.

4.2.6 Rendimiento total y por categorías

El análisis de la varianza para la variable rendimiento por categorías (Cuadro 36), no detectó diferencia significativa para ninguna de las categorías evaluadas. Los coeficientes de variación validan los resultados de éstas variables.

Cuadro 37. Análisis de la varianza para la variable rendimiento por categoría, en el manejo de nutrientes por sitio específico en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.). San Vicente, Carchi 2015.

Fuentes de Variación	G L	Cuadrados medios				
		Comercial	Primera	Segunda	Tercera	Cuchi
Total	29					
Tratamientos	9	23.32 ^{ns}	19.61 ^{ns}	15.96 ^{ns}	21.08 ^{ns}	0.16 ^{ns}
Repeticiones	2	117.01	61.37	24.99	4.92	0.25
Error experimental	18	21.14	16.71	18.58	8.95	0.47
CV= (%)		19.04	22.11	31.59	28.46	34.03
PROMEDIO= (t.ha ⁻¹)		24.15	18.49	13.65	10.51	2.01

Cuadro 38. Promedio para la variable rendimiento por categoría en el manejo de nutrientes por sitio específico en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.), San Vicente, Carchi, 2015.

Trat.	Promedios (t.ha ⁻¹)				
	Comercial	Primera	Segunda	Tercera	Cuchi
T1	28.24	20.59	10.92	10.44	1.80
T2	21.61	19.52	14.83	9.85	1.85
T3	29.21	17.10	9.62	9.76	1.90
T4	24.48	17.53	13.98	10.75	1.74
T5	25.93	22.19	13.30	9.03	1.78
T6	22.98	17.77	15.60	12.64	2.44
T7	22.54	21.58	16.19	9.31	2.25
T8	21.55	14.05	13.81	16.95	2.10
T9	23.37	15.85	11.66	7.24	2.16
T10	21.59	18.69	16.53	9.14	2.03

Conforme al Cuadro 37 para la variable rendimiento por categorías detectó diferencias no significativas en todas las categorías es decir la omisión de nutrientes no influyó en esta variable. Esto puede deberse a varios factores como las buenas condiciones climáticas, alta materia orgánica y nutrientes nativos del suelo adecuados.

4.2.7 Porcentaje de hojuelas buenas

El análisis de la varianza para la variable porcentaje de hojuelas buenas (Cuadro 38), no detectó diferencia significativa entre tratamientos. El coeficiente de variación valida los resultados reportados en ésta variable.

Cuadro 39. Análisis de varianza para la variable porcentaje de hojuelas buenas en el manejo de nutrientes por sitio específico en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.), San Vicente, Carchi, 2015.

Fuentes de Variación	G L	Cuadrado Medio Hojuelas Buenas
Total	29	
Tratamientos	9	17.59 ^{ns}
Repeticiones	2	20.73
Error experimental	18	101.18
CV= (%)		11.15
PROMEDIO= (%)		90.23

Cuadro 40. Promedio para la variable porcentaje de hojuelas buenas en el manejo de nutrientes por sitio específico en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.), San Vicente, Carchi, 2015.

Trat.	Código	Promedio (%) Hojuelas buenas
T1	F. Completa	90.63
T2	-N(P,K,Ca,Mg,S,B).	88.08
T3	-P(N,K,Ca,Mg,S,B).	87.54
T4	-K(N,P,Ca,Mg,S,B).	92.59
T5	-Ca(N,P,K,Mg,S,B).	93.22
T6	-Mg(N,P,K,Ca,S,B).	87.85
T7	-S(N,P,K,Ca,Mg,B).	91.07
T8	-B(N,P,K,Ca,Mg,S).	92.84
T9	Testigo	91.61
T10	F. Agricultor.	86.89

Conforme al Cuadro 39, para la variable porcentaje de hojuelas buenas detectó diferencias no significativas, es decir la omisión de nutrientes no influyó en ésta variable. Sin embargo la mayoría de tratamientos se encuentra cerca del porcentaje aceptado por la agroindustria. Según Torres (2010), manifiesta que, un porcentaje menor al 90% de hojuelas buenas sería descartado para la industria por lo que no garantiza la calidad de acuerdo a las exigencias de la industria.

4.2.8 Índice de clorofila

El análisis de la varianza para la variable índice de clorofila (Cuadro 40), detectó diferencia no significativa al rascadillo, medio aporque y aporque mientras diferencia altamente significativa a la floración entre tratamientos. Los coeficientes de variación validan los resultados reportados en ésta variable.

Cuadro 41. Análisis de la varianza para la variable índice de clorofila en el manejo de nutrientes por sitio específico en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.), San Vicente, Carchi, 2015.

Fuentes de Variación	G L	Cuadrados medios			
		Rascadillo	Medio aporque	Aporque e	Floración
Total	29				
Tratamientos	9	5.16 ^{ns}	4.99 ^{ns}	1.99 ^{ns}	26.76 ^{**}
Repeticiones	2	26.50	2.93	2.63	11.46
Error experimental	18	6.00	3.32	2.13	5.26
CV=	(%)	9.44	6.37	4.20	6.62
PROMEDIO=	(UA)	25.96	28.62	34.71	34.63

Cuadro 42. Promedio y prueba de Tukey al 5% para la variable índice de clorofila en el manejo de nutrientes por sitio específico en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.), San Vicente, Carchi, 2015.

Trat.	Promedio (UA)			
	Rascadillo	Medio aporque	Aporque	Floración
T1	25.92	28.71	34.68	33.63 abc
T2	24.88	28.23	33.66	30.36 c
T3	25.63	27.50	33.65	35.12 abc
T4	27.89	29.64	35.81	37.16 ab
T5	25.67	28.99	35.35	37.09 ab
T6	25.19	28.62	35.84	33.73 abc
T7	25.33	26.37	34.72	36.62 abc
T8	25.85	30.06	35.13	39.45 a
T9	24.54	27.49	34.22	30.61 bc
T10	28.67	30.61	34.05	32.57 bc

Conforme al Cuadro 41, para la variable índice de clorofila detectó a la floración tres rangos de significancia. Encabezando el primero T8 (omisión de B) con 39.45 UA, segundo T10 (t. agricultor) con 32.57 UA y tercero T2 (omisión de N) con 30.36 UA. Mientras al rascadillo, medio aporque y aporque no se detectó diferencias entre tratamientos es decir no hubo variación. Según Tonato (2015), el medidor de clorofila y la tabla de contenido de color son de gran utilidad, si se desea conocer de una manera rápida y sencilla las deficiencias de N, en el cultivo de papa, la utilización del medidor de clorofila y la tabla de contenido verificando los colores del follaje mediante estas herramientas, nos ayuda a disminuir el requerimiento de N, incrementar eficientemente el uso de N y así reducir la susceptibilidad a plagas y enfermedades.

4.2.9 Índice de color

El análisis de la varianza para la variable índice de color (Cuadro 42), no detectó diferencias significativas al rascadillo, medio aporque, aporque y

floración entre tratamientos. Los coeficientes de variación validan los resultados reportados en ésta variable.

Cuadro 43. Análisis de la varianza para la variable índice de color en el manejo de nutrientes por sitio específico en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.), San Vicente, Carchi, 2015.

Fuentes de Variación	G L	Cuadrados medios			
		Rascadillo	Medio aporque	Aporque	Floración
Total	29				
Tratamientos	9	0.02 ^{ns}	00.0 ^{ns}	0.00 ^{ns}	0.01 ^{ns}
Repeticiones	2	0.08	0.00	0.00	0.01
Error experimental	18	0.02	0.00	0.00	0.01
CV= (%)		4.73	0.00	0.00	3.03
PROMEDIO= TCC		2.95	3.00	3.00	3.02

Cuadro 44. Promedio para la variable índice de color en el manejo de nutrientes por sitio específico en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.), San Vicente, Carchi, 2015.

Trat.	Promedio (TCC)			
	Rascadillo	Medio aporque	Aporque	Floración
T1	3.00	3.00	3.00	3.00
T2	3.00	3.00	3.00	3.00
T3	2.83	3.00	3.00	3.00
T4	3.00	3.00	3.00	3.00
T5	3.00	3.00	3.00	3.00
T6	2.83	3.00	3.00	3.00
T7	3.00	3.00	3.00	3.00
T8	3.00	3.00	3.00	3.17
T9	2.83	3.00	3.00	3.00
T10	3.00	3.00	3.00	3.00

4.2.10 Materia seca y gravedad específica

El análisis de la varianza para las variables en estudio (Cuadro 44), detectó diferencias no significativas para gravedad específica y diferencias significativas para porcentaje de materia seca en tubérculos entre tratamientos. Los coeficientes de variación validan los resultados obtenidos en éstas variables.

Cuadro 45. Análisis de la varianza para las variables gravedad específica y materia seca en tubérculos en el manejo de nutrientes por sitio específico en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.), San Vicente, Carchi, 2015.

Fuentes de Variación	G L	Cuadrados medios	
		Materia seca (%)	Gravedad específica (g.cc ⁻¹)
Total	29		
Tratamientos	9	1.68 ^{ns}	9.9E-05*
Repeticiones	2	0.19	1.0E-05
Error experimental	18	1.27	2.9E-05
CV (%)=		4.96	0.49
PROMEDIO =		22.73	1.099

Cuadro 46. Promedio y prueba de Tukey al 5% para las variables materia seca en tubérculos y gravedad específica en el manejo de nutrientes por sitio específico en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.), San Vicente, Carchi, 2015.

Trat.	Código	Promedio	
		Materia seca (%)	Gravedad específica (g.cc ⁻¹)
T1	F. Completa	21.64	1.094 b
T2	-N(P,K,Ca,Mg,S,B).	23.52	1.106 ab
T3	-P(N,K,Ca,Mg,S,B).	21.74	1.098 ab
T4	-K(N,P,Ca,Mg,S,B).	22.62	1.097 ab
T5	-Ca(N,P,K,Mg,S,B).	22.91	1.100 ab
T6	-Mg(N,P,K,Ca,S,B).	23.24	1.095 ab
T7	-S(N,P,K,Ca,Mg,B).	22.71	1.094 b
T8	-B(N,P,K,Ca,Mg,S).	22.08	1.096 ab
T9	Testigo	23.95	1.106 a
T10	F. Agricultor.	22.93	1.101 ab

Conforme al Cuadro 45, para la variable gravedad específica, detectó dos rangos de significancia. Encabezando el primero T9 (t. absoluto) con 1.106 g.cc⁻¹ y segundo T1 (f. completa) con 1.094 g.cc⁻¹, mientras para la variable porcentaje de materia seca, no detectó diferencias significativas.

Si bien hubo diferencias en la variable gravedad específica y no en porcentaje de materia seca en tubérculos, para la agroindustria todas están por encima de

los parámetros aceptados. Según Bonierbale (2010), menciona que en general, se considera aceptable un contenido de materia seca de más del 20% y una gravedad específica de 1.080 o mayor.

4.3 Localidad de Bellavista

4.3.1 Días a la emergencia

El análisis de la varianza para la variable porcentaje de emergencia (Cuadro 46), no detectó diferencia significativa entre tratamientos. El coeficiente de variación valida los resultados obtenidos en ésta variable.

Cuadro 47. Análisis de la varianza para la variable porcentaje de emergencia en el manejo de nutrientes por sitio específico en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.), Bellavista, Carchi, 2015.

Fuentes de Variación	G L	Cuadrado medio Emergencia
Total	29	
Tratamientos	9	27.57 ^{ns}
Repeticiones	2	233.63
Error experimental	18	27.95
CV (%)=		7.06
PROMEDIO (%)=		74.83

Cuadro 48. Promedio para la variable porcentaje de emergencia en el manejo de nutrientes por sitio específico en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.), Bellavista, Carchi, 2015.

Trat.	Código	Promedio (%) Emergencia
T1	F. Completa	77.78
T2	-N(P,K,Ca,Mg,S,B).	74.44
T3	-P(N,K,Ca,Mg,S,B).	73.89
T4	-K(N,P,Ca,Mg,S,B).	77.22
T5	-Ca(N,P,K,Mg,S,B).	76.11
T6	-Mg(N,P,K,Ca,S,B).	73.89
T7	-S(N,P,K,Ca,Mg,B).	80.00
T8	-B(N,P,K,Ca,Mg,S).	69.45
T9	Testigo	72.22
T10	F. Agricultor.	73.34

En esta localidad si bien todos los tratamientos tuvieron resultados similares, ninguno de estos emergió en un 100%, esto se debe a una falta de humedad

en el suelo debido a factores climáticos; como los cambios bruscos de temperatura, las heladas por las noches que afectan al desarrollo del cultivo.

4.3.2 Altura de planta

El análisis de la varianza para la variable altura de planta (Cuadro 48), no detectó diferencia significativa al rascadillo y medio aporque; mientras indicó diferencia altamente significativa al aporque, floración y madurez fisiológica entre tratamientos. Los coeficientes de variación validan los resultados reportados en éstas variables.

Cuadro 49. Análisis de la varianza para la variable altura de plantas en el manejo de nutrientes por sitio específico en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.), Bellavista, Carchi, 2015.

Fuentes de Variación	GL	Cuadrados medios				
		Rascadillo	Medio aporque	Aporque	Floración	Madurez fisiológica
Total	29					
Tratamientos	9	17.01 ^{ns}	179.39 ^{ns}	224.43 ^{**}	266.98 ^{**}	114.67 ^{**}
Repeticiones	2	7.32	300.79	15.43	92.63	93.38
Error experimental	18	7.62	118.43	27.40	18.86	27.08
CV (%)=		20.14	47.97	12.79	8.84	9.18
PROMEDIO (cm)=		13.71	22.69	40.93	49.13	56.71

Cuadro 50. Promedio y prueba de Tukey al 5% para la variable altura de plantas en el manejo de nutrientes por sitio específico en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.), Bellavista, Carchi, 2015.

Trat.	Promedios (cm)				
	Rascadillo	Medio aporque	Aporque	Floración	Madurez fisiológica
T1	12.80	20.33	44.00abc	54.33 a	59.87 ab
T2	12.87	18.67	31.67 cd	39.67 cd	48.47 ab
T3	11.07	17.00	33.00bcd	40.00 cd	51.07 ab
T4	13.47	18.67	42.67abc	50.67 abc	56.47 ab
T5	16.40	41.53	46.00abc	56.00 a	63.53 a
T6	16.20	24.00	45.67abc	53.00 ab	59.60 ab
T7	14.20	22.67	42.33abc	40.67 bcd	56.53 ab
T8	16.13	24.67	52.33 a	61.33 a	61.80 a
T9	9.07	13.00	24.00 d	35.33 d	46.33 b
T10	14.87	26.33	47.67 ab	60.33 a	63.47 a

Conforme al Cuadro 49, para la variable altura de plantas al aporque y floración detectó cuatro rangos de significancia. Encabezando el primero para los dos T8 (omisión de B) al aporque con 52.33 cm y a la floración con 61.33 cm, segundo al aporque T3 (omisión de P) con 33.00 cm, a la floración T7 (omisión de S) con 40.67 cm (omisión de Mg), tercero al aporque T2 (omisión de N) con 31.67 cm, a la floración T3 (omisión de P) con 40.00 cm y cuarto para los dos T9 (t. absoluto) al aporque 24.00 cm, a la floración con 35.33 cm. Para la madurez fisiológica se detectó dos rangos de significancia. Encabezando el primero T5 (omisión de Ca) con 63.53 cm y segundo T9 (t. absoluto) con 46.33 cm. Mientras al rascadillo y medio aporque no se detectó diferencias entre tratamientos es decir todos son iguales estadísticamente.

Para esta localidad de Bellavista al igual que en las localidades de Mata redonda y San Vicente los tratamientos con menores crecimientos fueron el T2 (omisión de N) y T9 (t. absoluto), es decir el N es el nutriente limitante y esencial para este cultivo, según Perugachi (2006), porcentajes bajo en N, acelera la senescencia en el cultivo de papa.

4.3.3 Días a la floración y madurez fisiológica

El análisis de la varianza para las variables días a la floración y días a la senescencia (Cuadro 50), detectó diferencias altamente significativas entre tratamientos. Los coeficientes de variación validan los resultados reportados en estas variables.

Cuadro 51. Análisis de la varianza para las variables días a la floración y días a la madurez fisiológica en el manejo de nutrientes por sitio específico en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.), Bellavista, Carchi, 2015.

Fuentes de Variación	G L	Cuadrados medios	
		Días a la floración	Días a la madurez Fisiológica
Total	29		
Tratamientos	9	26.55**	69.37**
Repeticiones	2	0.43	5.63
Error experimental	18	2.84	3.30
CV (%)=		1.25	0.99
PROMEDIO (dds)=		135.03	184.03

Cuadro 52. Promedio y prueba de Tukey al 5% para las variables días a la floración y días a la madurez fisiológica en el manejo de nutrientes por sitio específico en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.), Bellavista, Carchi, 2015.

Trat.	Código	Promedio (dds)	
		Días a la Floración	Días a la madurez Fisiológica
T1	F. Completa	136.33 a	186.00 a
T2	-N(P,K,Ca,Mg,S,B).	130.33 b	174.33 b
T3	-P(N,K,Ca,Mg,S,B).	136.67 a	186.67 a
T4	-K(N,P,Ca,Mg,S,B).	136.00 a	187.33 a
T5	-Ca(N,P,K,Mg,S,B).	136.33 a	186.00 a
T6	-Mg(N,P,K,Ca,S,B).	135.67 a	186.33 a
T7	-S(N,P,K,Ca,Mg,B).	136.33 a	185.67 a
T8	-B(N,P,K,Ca,Mg,S).	136.67 a	185.33 a
T9	Testigo	128.67 b	174.33 b
T10	F. Agricultor.	137.33 a	187.00 a

Conforme al Cuadro 51, para las variables días a la floración y días a la madurez fisiológica, detectó dos rangos de significancia. Encabezando el primero a la floración T10 (t. agricultor) con 137.33 dds, a la madurez fisiológica T4 (omisión de K) con 187.33 dds y segundo para los dos T9 (t. absoluto) a la floración con 128.67 dds, a la madurez fisiológica con 174.33 dds.

Al tener ausencia de N el cultivo provoca la necesidad de llegar a completar su ciclo tempranamente lo que concuerda con Perugachi (2006), las bajas tasas de N, acelera la senescencia, provocando la movilización anticipada del N desde el follaje.

4.3.4 Número de tallos por planta

El análisis de la varianza para la variable número de tallos por planta (Cuadro 52), detectó diferencias altamente significativas entre tratamientos. El coeficiente de variación valida los resultados de ésta variable.

Cuadro 53. Análisis de la varianza para la variable número de tallos por planta en el manejo de nutrientes por sitio específico en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.), Bellavista, Carchi, 2015.

Fuentes de Variación	G L	Cuadrado medio Número de tallos
Total	29	
Tratamientos	9	1.35**
Repeticiones	2	0.75
Error experimental	18	0.20
CV (%)=		15.43
PROMEDIO (N° tallos)=		2.87

Cuadro 54. Promedio y prueba de Tukey al 5% para la variable número de tallos en el manejo de nutrientes por sitio específico en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.), Bellavista, Carchi, 2015.

Trat.	Código	Promedio (#) tallos.planta ⁻¹
T1	F. Completa	4.47 a
T2	-N(P,K,Ca,Mg,S,B).	2.27 b
T3	-P(N,K,Ca,Mg,S,B).	2.73 b
T4	-K(N,P,Ca,Mg,S,B).	2.73 b
T5	-Ca(N,P,K,Mg,S,B).	2.33 b
T6	-Mg(N,P,K,Ca,S,B).	3.27 ab
T7	-S(N,P,K,Ca,Mg,B).	2.20 b
T8	-B(N,P,K,Ca,Mg,S).	3.13 b
T9	Testigo	2.53 b
T10	F. Agricultor.	3.00 b

Conforme al Cuadro 53, para la variable número de tallos por planta detectó dos rangos de significancia. Encabezando el primero T (f. completa) con 4.47 tallos planta⁻¹ y segundo T (omisión de S) con 2.20 tallos.planta⁻¹.

4.3.5 Rendimiento total y por categorías

El análisis de la varianza para la variable rendimiento por categorías (Cuadro 54), detectó diferencia significativa en la categoría comercial, diferencia altamente significativa a las categorías primera y segunda, mientras diferencia no significativa para las categorías tercera y cuarta entre tratamientos. Los coeficientes de variación validan los resultados que se reportan en estas variables.

Cuadro 55. Análisis de la varianza para la variable rendimiento por categorías en el manejo de nutrientes por sitio específico en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.), Bellavista, Carchi, 2015.

Fuentes de Variación	G L	Cuadrados medios				
		Comercial	Primera	Segunda	Tercera	Cuchi
Total	29					
Tratamientos	9	31.02*	25.94**	13.71**	2.12 ^{ns}	0.05 ^{ns}
Repeticiones	2	17.99	16.37	2.84	3.25	0.03
Error experimental	18	11.70	4.85	2.19	2.49	0.05
CV (%)=		49.46	27.72	21.59	39.60	73.22
PROMEDIO (t/ha)=		6.91	7.95	6.85	3.98	0.32

Cuadro 56. Promedio y prueba de Tukey al 5% en la variable rendimiento por categorías en el manejo de nutrientes por sitio específico en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.), Bellavista, Carchi, 2015.

Trat.	Promedios (t.ha ⁻¹)				
	Comercial	Primera	Segunda	Tercera	Cuchi
T1	7.57 ab	10.01 abc	8.43 ab	3.80	0.35
T2	2.56 ab	3.84 c	4.30 bc	4.43	0.21
T3	5.73 ab	4.72 bc	4.89 bc	3.45	0.14
T4	8.70 ab	9.34 abc	6.65 abc	3.32	0.58
T5	8.58 ab	10.35 ab	6.61 abc	5.19	0.31
T6	8.07 ab	8.73 abc	7.58 ab	4.56	0.27
T7	4.27 ab	8.61 abc	9.23 a	3.87	0.41
T8	9.08 ab	12.22 a	9.53 a	4.21	0.44
T9	2.14 b	3.57 c	3.21 c	2.26	0.17
T10	12.44 a	8.10 abc	8.10 ab	4.76	0.32

Conforme al Cuadro 55 para la variable rendimiento por categorías detectó dos rangos de significancia en la categoría comercial. Encabezando el primero T10 (t. agricultor) con 12.44 t.ha⁻¹ y segundo T9 (t. absoluto) con 2.14 t.ha⁻¹. Para las categorías primera y segunda se detectó tres rangos de significancia. Encabezando el primero para las dos T8 (omisión de B) para la primera categoría con 12.22 t.ha⁻¹, para la segunda categoría con 9.53 t.ha⁻¹, segundo para las dos T3 (omisión de P) para la primera categoría con 4.72 t.ha⁻¹, para la segunda categoría con 4.89 t.ha⁻¹ y tercera para las dos T9 (t. absoluto), para la primera categoría con 3.57 t.ha⁻¹, para la segunda categoría con 3.21 t.ha⁻¹. Mientras para las categorías tercera y cuchi no hubo diferencias estadísticas todos los tratamientos tuvieron la misma tendencia.

Los tratamientos en general con menores rendimientos en todas las categorías son el T2 (omisión de N) y T9 (t. absoluto) queda demostrado en la mayoría de variables la omisión de N afecta notablemente el cultivo. Según Palacios (2008), menciona que cultivos de papa con bajas tasas de aplicación nitrogenada producen una maduración temprana que cultivos con altas aplicaciones de N, lo cual concuerda con los resultados obtenidos.

4.3.6 Porcentaje de hojuelas buenas

El análisis de varianza para la variable porcentaje de hojuelas buenas (Cuadro 56), no detectó diferencia significativa entre tratamientos. Los coeficientes de variación validan los resultados reportados en esta variable.

Cuadro 57. Análisis de la varianza para la variable porcentaje de hojuelas buenas en el manejo de nutrientes por sitio específico en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.), Bellavista, Carchi, 2015.

Fuentes de Variación	G L	Cuadrados medios
		Hojuelas Buenas
Total	29	
Tratamientos	9	84.47 ^{ns}
Repeticiones	2	86.64
Error experimental	18	123.00
	CV= (%)	21.61
	PROMEDIO= (%)	51.32

Cuadro 58. Promedio para la variable porcentaje de hojuelas buenas en el manejo de nutrientes por sitio específico en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.), Bellavista, Carchi, 2015.

Trat.	Código	Promedio (%)
		Hojuelas Buenas
T1	F. Completa	51.29
T2	-N(P,K,Ca,Mg,S,B).	51.23
T3	-P(N,K,Ca,Mg,S,B).	55.16
T4	-K(N,P,Ca,Mg,S,B).	47.50
T5	-Ca(N,P,K,Mg,S,B).	48.64
T6	-Mg(N,P,K,Ca,S,B).	45.80
T7	-S(N,P,K,Ca,Mg,B).	51.98
T8	-B(N,P,K,Ca,Mg,S).	45.27
T9	Testigo	52.96
T10	F. Agricultor.	63.43

En general, todos los tratamientos se encuentran por debajo del parámetro aceptado por la agroindustria debido a que el promedio general está en un 51.32% de hojuelas buenas, esto puede ser debido a factores como los tubérculos utilizados, el tiempo de fritura o la mala estimación sobre las escalas. Según Sumba (2008), un porcentaje menor al 90% de hojuelas buenas fritas sería descartado para la agroindustria, por lo que no garantiza la calidad de acuerdo a las exigencias de la industria.

4.3.7 Índice de clorofila

El análisis de la varianza para la variable índice de clorofila (Cuadro 44), detectó diferencia no significativa al rascadillo, diferencia significativa al medio aporque, mientras diferencias altamente significativas al aporque y floración entre tratamientos. El coeficiente de variación valida los resultados que se reportan en éstas variables.

Cuadro 59. Análisis de la varianza para la variable índice de clorofila en el manejo de nutrientes por sitio específico en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.), Bellavista, Carchi, 2015.

Fuentes de Variación	G L	Cuadrados medios			
		Rascadillo	Medio aporque	Aporque	Floración
Total	29				
Tratamientos	9	16.21 ^{ns}	33.35*	100.72**	143.62**
Repeticiones	2	22.92	13.82	55.63	1.26
Error experimental		8.25	9.75	21.37	19.31
	18				
CV (%)=		10.74	7.81	10.35	9.20
PROMEDIO (UA)=		26.75	40.00	44.66	47.78

Cuadro 60. Promedio y prueba de Tukey al 5% para la variable porcentaje de hojuelas buenas en el manejo de nutrientes por sitio específico en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.), Bellavista, Carchi, 2015.

Trat.	Promedio (UA)			
	Rascadillo	Medio aporque	Aporque	Floración
T1	22.81	41.77 ab	49.41ab	51.44ab
T2	23.58	36.18 b	34.54 c	33.19 c
T3	29.12	41.13 ab	41.58abc	43.51abc
T4	29.74	46.46 a	48.35ab	55.70a
T5	27.39	38.87 ab	47.21abc	51.57ab
T6	26.31	38.59 ab	52.99a	51.08ab
T7	25.89	35.19 b	40.91abc	46.84ab
T8	26.01	37.97 ab	48.30ab	53.33 ^a
T9	29.25	42.77 ab	37.60 bc	40.22 bc
T10	27.37	41.05 ab	45.71abc	50.89ab

Conforme al Cuadro 59, para la variable índice de clorofila detectó dos rangos de significancia al medio aporque. Encabezando el primero T4 (omisión de K) con 46.46 UA y segundo T7 (omisión de S) con 35.19 UA. Al aporque y floración se detectó tres rangos de significancia. Encabezando el primero al aporque T6 (omisión de Mg) con 52.99 UA, a la floración T4 (omisión K) con 55.70 UA, segundo para los dos T9 (t. absoluto) al aporque con 37.60 UA, a la floración con 40.22 UA y tercero para los dos T2 (omisión de N) al aporque con 34.54 UA y a la floración con 33.19 UA. Mientras al rascadillo no hubo diferencias estadísticas entre tratamientos.

Según Tonato (2015) N, P, K y S resultan ser los nutrientes más importantes porque son utilizados por el cultivo de papa en grandes cantidades, al momento de su deficiencia en el suelo y provocando patologías como las que se encontró en esta localidad, lento crecimiento y desarrollo, acompañado de hojas cloróticas.

4.3.8 Índice de color

El análisis de varianza para la variable índice de color (Cuadro 60), detectó diferencia no significativa al rascadillo, diferencia significativa al medio aporque,

mientras diferencia altamente significativa al aporque y floración entre tratamientos. Los coeficientes de variación validan los resultados que se reportan en ésta variable.

Cuadro 61. Análisis de la varianza para la variable índice de color en el manejo de nutrientes por sitio específico en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.), Bellavista, Carchi, 2015.

Fuentes de Variación	G L	Cuadrados medios			
		Rascadillo	Medio aporque	Aporque	Floración
Total	29				
Tratamientos	9	0.04 ^{ns}	0.19*	0.39**	0.40**
Repeticiones	2	0.06	0.16	0.18	0.08
Error experimental	18	0.02	0.08	0.07	0.05
CV (%)=		4.97	8.34	7.51	5.64
PROMEDIO (TCC)=		2.93	3.28	3.60	3.85

Cuadro 62. Promedio y prueba de Tukey al 5% para la variable índice de color en el manejo de nutrientes por sitio específico en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.), Bellavista, Carchi, 2015.

Trat.	Promedio (TCC)			
	Rascadillo	Medio aporque	Aporque	Floración
T1	2.67	3.33 ab	4.00 a	4.00 ab
T2	2.83	3.00 b	3.00 c	3.17 d
T3	3.00	3.33 ab	3.33 abc	3.67 bcd
T4	3.00	3.83 a	3.83 ab	4.33 a
T5	3.00	3.17 ab	3.83 ab	4.00 ab
T6	3.00	3.17 ab	4.00 a	4.17 ab
T7	2.83	3.17 ab	3.33 abc	3.83 abc
T8	3.00	3.00 b	3.83 ab	4.00 ab
T9	3.00	3.50 ab	3.17 bc	3.33 cd
T10	3.00	3.33 ab	3.67 abc	4.00 ab

Conforme al Cuadro 61, para la variable índice de color detectó al medio aporque dos rangos de significancia. Encabezando el primero T4 (omisión de K) con 3.83 TCC y segundo T2 (omisión de N) y T8 (omisión de B) con 3.00 TCC. Al aporque se detectó tres rangos de significancia. Encabezando el primero T1 (f. completa) y T6 (omisión de Mg) con 4.00 TCC, segundo T9 (t. absoluto) con 3.17 TCC y tercero T2 (omisión de N) con 3.00 TCC. A la floración se detectó cuatro rangos de significancia. Encabezando el primero T4

(omisión de K) con 4.33 TCC, segundo T3 (omisión de K) con 3.67 TCC, tercero T9 (t. absoluto) con 3.33 TCC y cuarto T2 (omisión de N) con 3.17 TCC. Mientras al rascadillo no hubo diferencias entre tratamientos.

4.3.9 Materia seca y gravedad específica

El análisis de varianza para las variables en estudio (Cuadro 62), no detectó diferencia significativa para gravedad específica, mientras diferencia muy significativa para materia seca entre tratamientos. Los coeficientes de variación validan los resultados reportados en éstas variables.

Cuadro 63. Análisis de la varianza para las variables gravedad específica y materia seca en el manejo de nutrientes por sitio específico en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.), Bellavista, Carchi, 2015.

Fuentes de Variación	G L	Cuadrados medios	
		Gravedad Específica (g.cc ⁻¹)	Materia Seca (%)
Total	29		
Tratamientos	9	4.6E-05 ^{ns}	2.65**
Repeticiones	2	3.3E-06	0.21
Error experimental	18	4.0E-05	0.38
CV (%)=		0.58	2.48
PROMEDIO=		1.098	24.87

Cuadro 64. Promedio y prueba de Tukey al 5% en el manejo de nutrientes por sitio específico en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.), Bellavista, Carchi, 2015.

Trat.	Código	Promedio	
		Gravedad específica (g.cc ⁻¹)	Materia seca (%)
T1	F. Completa	1.099	25.11 ab
T2	-N(P,K,Ca,Mg,S,B).	1.103	26.31 a
T3	-P(N,K,Ca,Mg,S,B).	1.095	25.22 ab
T4	-K(N,P,Ca,Mg,S,B).	1.101	24.90 ab
T5	-Ca(N,P,K,Mg,S,B).	1.095	23.87 b
T6	-Mg(N,P,K,Ca,S,B).	1.096	23.87 b
T7	-S(N,P,K,Ca,Mg,B).	1.094	24.06 b
T8	-B(N,P,K,Ca,Mg,S).	1.098	24.43 b
T9	Testigo	1.105	26.49 a
T10	F. Agricultor.	1.095	24.42 b

Conforme al Cuadro 63, para la variable porcentaje de materia seca en los tubérculos se detectó dos rangos de significancia. Encabezando el primero T9 (t. absoluto) con 26.49 % y segundo T5 (omisión de Ca), T6 (omisión de Mg) con 23.87 %. Mientras para la variable gravedad específica no se detectó diferencias entre tratamientos.

En esta localidad existió ciertas diferencias entre tratamientos para materia seca pero todas estas se encuentran por encima de los parámetros establecidos para la agroindustria. Según Bonierbale (2010), menciona que en general, se consideran aceptables un contenido de materia seca de más del 20% y una gravedad específica de 1.080 o mayor. Estos valores corresponden a un contenido sólido de más o menos 18%. Los tubérculos que se ajustan a este criterio producen un buen rendimiento de hojuelas fritas que absorben menos aceite y tienen mejor textura.

CAPÍTULO V
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

5.1.2 Localidad de Mata redonda

En altura de planta, los tratamientos que obtuvieron un menor desarrollo y crecimiento fisiológico durante el ciclo del cultivo fueron T2 (omisión de N) y T9 (t. absoluto).

El rendimiento promedio expresado en $t.ha^{-1}$ de esta localidad para la categoría comercial fue 15.42, categoría primera 15.89, categoría segunda 13.04, categoría tercera 9.53 y cuchi 2.62 en donde los tratamientos con menores rendimientos los obtuvo el T2 (omisión de N) para las categorías primera y segunda con 9.41 y 8.37 respectivamente.

La gravedad específica promedio de esta localidad fue de $1.096 g.cc^{-1}$, no hubo diferencias estadísticas entre tratamientos.

La materia seca para tubérculo promedio para esta localidad fue 22.49 %, y el tratamiento con mayor materia seca fue T2 (omisión de N) con 24.26 %, mientras que el menor fue T3 (omisión de K) con 21.03%.

5.1.3 Localidad de San Vicente

En altura de planta, los tratamientos que obtuvieron un menor desarrollo y crecimiento durante la madurez fisiológica fueron T2 (omisión de N) y T9 (t. absoluto) mientras que al rascadillo, medio aporque, aporque y floración no hubo diferencias entre tratamientos.

El rendimiento promedio expresado en $t.ha^{-1}$ para esta localidad fue para la categoría comercial 24.15, categoría primera 18.49, categoría segunda 13.65, categoría tercera 10.51 y categoría cuchi 2.01, mientras que en general no se detectó diferencias entre tratamientos en todas las categorías.

La gravedad específica promedio para esta localidad fue $1.099 g.cc^{-1}$, y el tratamiento con mayor gravedad fue T9 con $1.106 g.cc^{-1}$, mientras que el menor fue T1 con $1.094 g.cc^{-1}$. La materia seca para tubérculo promedio fue 22.73 %, mientras que entre tratamientos no se detectó diferencias estadísticas.

5.1.4 Localidad de Bellavista

En altura de planta, los tratamientos que obtuvieron un menor desarrollo y crecimiento fisiológico durante el ciclo del cultivo fueron T2 (omisión de N) y T9 (t. absoluto).

El rendimiento promedio expresado en $t.ha^{-1}$ para esta localidad fue para la categoría comercial 6.91, categoría primera 7.95, categoría segunda 6.85, categoría tercera 3.98 y categoría cuchi 0.32, mientras que los menores rendimientos los obtuvo el tratamiento T9 (t. absoluto) en las categorías comercial, primera y segunda con 2.14, 3.57 y 3.21 respectivamente.

La gravedad específica promedio de esta localidad fue $1.098 g.cc^{-1}$, en esta localidad no hubo diferencias estadísticas entre tratamientos.

La materia seca para tubérculos de esta localidad fue 24.87 %, y el tratamiento con mayor materia seca fue T2 (omisión de N) con 26.31 % mientras los tratamientos con menor materia seca fueron T5 (omisión de Ca) y T6 (omisión de Mg) con 23.87 %.

5.2 Recomendaciones

Realizar investigaciones en otras variedades y localidades para comparar con la variedad en estudio y ver si existen diferencias con los resultados obtenidos.

Dar a conocer los resultados obtenidos a los organismos competentes para que pongan en práctica y muestren a los agricultores y técnicos esta metodología.

Se recomienda considerar los rendimientos obtenidos en la localidad de San Vicente.

BIBLIOGRAFÍA

- Andrade, H., Bastidas, O., Sherwood, S. 2005.El cultivo de papa en Ecuador. La papa en Ecuador. Quito-Ecuador. Pp 29.
- Aldabe, 2009. Historia de los Tubérculos y su origen en el Perú.
- Attanandana y Yost, citado por Santillan. 2013. Efecto de la Fertilización con NPK sobre el rendimiento de dos Híbridos experimentales de maíz (*Zea mays*L.) Tesis de grado previo la obtención del título de Ing. Agrónomo. Universidad Técnica Estatal de Quevedo.
- Bayona, 2011. Manual Cultivo de la papa en el Ecuador.
- Bergonzi, R. 2005. ArgenPapa. Importancia del peso específico de la papa en la industria procesadora. Consultado el 02 de Febrero 2014.
- Bonierbale, M., de Haan, S. & Forbes, A. 2007. Procedures for standard evaluation trials of advanced potato clones: An International Cooperators' guide, Lima, International Potato Center (CIP).
- Cortázar ,2005. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, Quito (Ecuador). Departamento de Comunicación Social.
- Cuesta, 2005. Mejoramiento Genético de las variedades de papa. (INIAP)
- Cuesta, 2013. Programa Nacional de Raíces y Tubérculos. (INIAP)
- Cenagro, 2012. Manual Cultivo de la papa en el Ecuador.
- DMSA, 2013. Manejo de Nutrientes por Sitio Especifico en el Cultivo de papa, primer ciclo.

- Dilia M. Coral Eraso, Carlos E. Molina Gómez, 2010. Manejo eficiente de nutrientes en el cultivo de frijol.
- Devaux, A., Andrade, J., Ordinola, M. 2013. Articulando Agricultura, Seguridad Alimentaria y Nutrición en los Andes: Oportunidades Desafíos y Avances de la Innovación en Papa. V Congreso Ecuatoriano de Papa. IV Congreso Iberoamericano sobre Investigación y Desarrollo en Papa. III Feria Expopapa 2013. Riobamba-Ecuador. Pp.22.
- Doberman y Fairhurst (2005), Desordenes Nutricionales y Manejo de Nutrientes.
- Echeverría, 2007 Fertilidad de Suelos y Fertilización de Cultivos. Editorial INTA.
- Edifarm, 2013 Manual de los Cultivos de la Sierra.
- Espinosa, J. 2006. Manejo de nutrientes en agricultura por sitios específico en cultivos tropicales. VIII Congreso Ecuatoriano de la Ciencia del Suelo. Quito-Ecuador. Pp. 20.
- Hijmans, 2005. Manual Cultivo de la papa en el Ecuador.
- INIAP/PNRT-PAPA, 2008. Guía para el manejo y toma de datos de ensayos de mejoramiento de papa. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias. Programa Nacional de Raíces y Tubérculos - Papa. Quito-Ecuador.
- ICA, 2006. Resumen nutricional de la papa. Funciones de los elementos nutricionales en la papa.

INIAP, 2005. Variedades de papa cultivadas en el Ecuador
<http://www.iniap.gob.ec>

Merchán, 2009. Fertilización del cultivo de papa en el Ecuador.

Manual de Cultivo de Papa (Edifarm 2013). Consultado el 14 de Junio 2015.
Disponible en: [issuu.com/edifarm/docs/manual de cultivo de papa](http://issuu.com/edifarm/docs/manual_de_cultivo_de_papa).

Oyarzún, P.; Pumisacho, M; Sherwood, S. 2005. El cultivo de la papa en el Ecuador. Quito, EC. INIAP. 54 p.

Oyarzún, P., Chamorro, F., Córdova, J., Merino, F., Valverde, F., Velásquez, J. 2005. El cultivo de papa en Ecuador. Manejo agronómico. Quito-Ecuador. Pp. 56.

Pumisacho M. y Sherwood S., 2006. El cultivo de papa en Ecuador. INIAP-CIP. Quito. 229 pp.

Pumisacho y Velásquez, 2009. El cultivo de papa en Ecuador. INIAP-CIP, Perú.

Parra, 2010. MNSE en cultivos: como maíz suave y duro, aguacate, naranjilla, en estudios realizados en los rubros de la sierra.

Pumisacho, M., & Sherwood, S. (2005). El Cultivo De La Papa En El Ecuador. Quito.

Palacios, C; Jaramillo, S.; González, L.; Cotes, J. 2008. Efecto de la fertilización sobre la calidad de la papa para procesamiento en dos suelos antioqueños con propiedades ándica. SCIELO. Bogota-Colombia.

Perugachi, L.; Monteros, C.; Cartagena, Y. 2006. Respuesta de dos genotipos de papa (*Solanum tuberosum* L.) para la industria de hojuelas a la fertilización orgánica y química bajo riego por goteo en Cayambe,

Pichincha. X Congreso Ecuatoriano de la Ciencia del Suelo. Guayaquil, EC. 2 p.

Rodríguez y Moreno, 2010. Cultivos de los Andes

Villamil (2005) Agroservicios. FEDEPAPA. Nutrición Vegetal. Soluciones Nutricionales.

Sierra, C.; Santos, J.; Kalazich, J. 2005. Manual de Fertilización del Cultivo de Papa en la Zona Sur de Chile. Santiago, CL. p. 6-20. Consultado 16 de Abril 2015

Sumba, M. 2008. Caracterización morfológica, agronómica y etnobotánica de cincuenta cultivares de papas nativas en cuatro localidades de la prov. Cotopaxi. Trabajo de Grado presentado como requisito Parcial para optar al Título de Ing. Agr. Cotopaxi: Universidad Técnica de Copotaxi. Latacunga, EC.

Taxonómia de la papa, según Andrade (2006). Consultado el 14 de Junio 2015. Disponible en: www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/2862/1/T-UCE-0004-95.pdf.

Tonato, J. 2015. Identificación de las prioridades de fertilización en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.), var. Superchola en tres localidades de Chimborazo. Tesis de grado previo la obtención del título de Ing. Agrónomo. Universidad Central del Ecuador. Quito, EC. 46-90 p.

Torres, C. 2010. Evaluación del efecto de la aplicación de abonos orgánicos en la productividad de papa (*Solanum tuberosum* L.) variedad INIAP-Fripapa, en las localidades de Samana-Cotopaxi y San Jose -

Tungurahua. Trabajo de graduación previo a la obtención del título de Ing. Agrónomo. Universidad Estatal de Bolívar. Guaranda, EC.

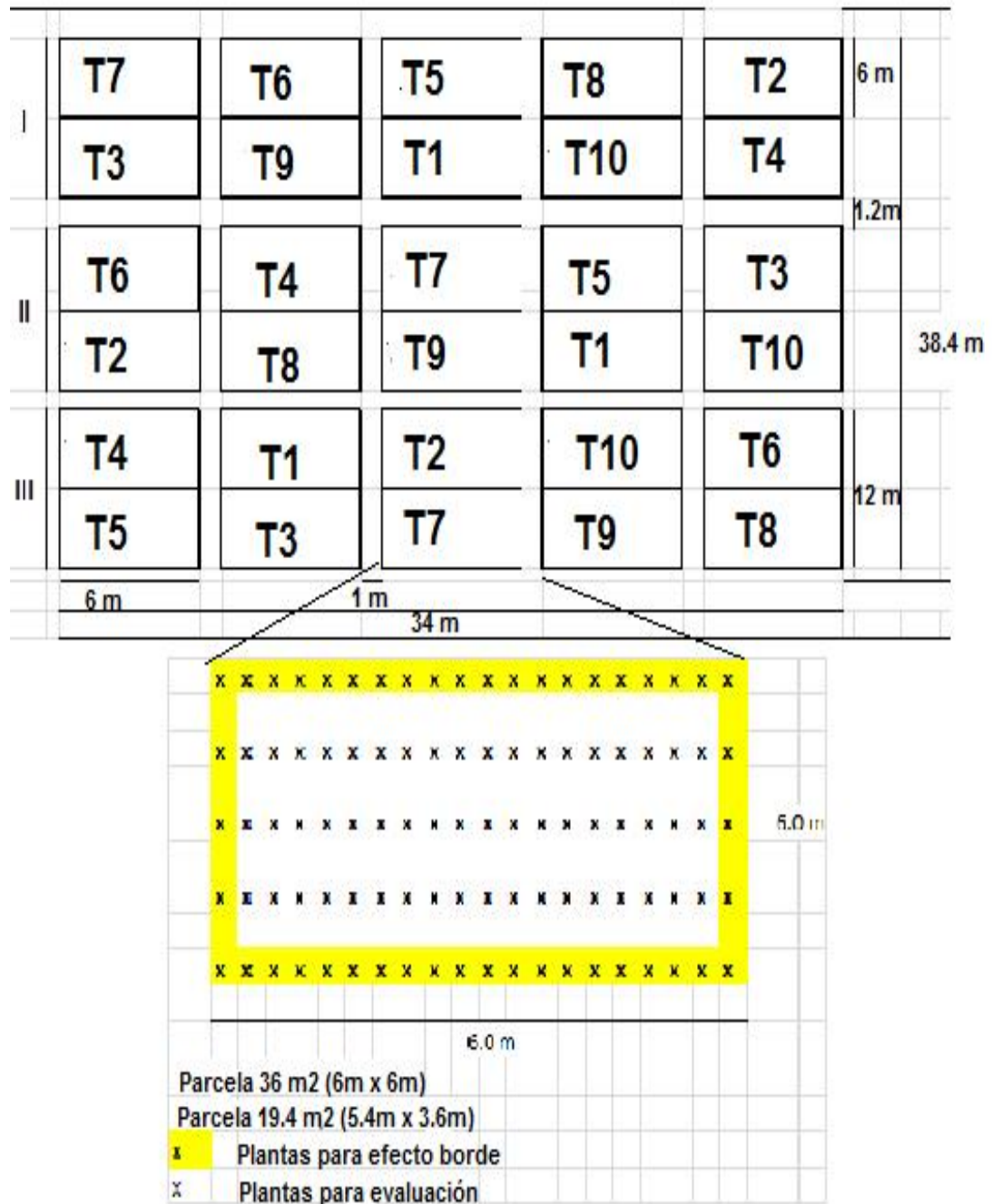
Valverde, F., Cordova, J., Parra, R.1998. Fertilización del cultivo de papa. Consultado el 03 de Febrero del 2014. Disponible en: <http://www.iniap.gob.ec/nsite/images/documentos/Fertilizaci%C3%B3n%20del%20cultivo%20de%20papa>

Valverde & Alvarado, 2009. Fertilización del cultivo de papa Sobre el Manejo de Nutrientes por sitio Especifico en el Cultivo de papa.

Witt, 2006, Manual del Manejo de Nutrientes por Sitio Especifico.

X. ANEXOS

Anexo 1. Croquis del sitio experimental de la provincia del Carchi



Anexo 2. Fotografías de los ensayos



Muestreo inicial de suelo



Preparación del terreno



Delimitación de parcelas



Fertilización inicial



Siembra de tubérculos



Aporcado al rascadillo



Fertilización complementaria rascadillo



Altura de planta



Medición de clorofila



Control Fitosanitario



Cosechas



Cosechas



Picado para materia seca



Gravedad específica



Valoración por escalas



Porcentaje de hojuelas buenas

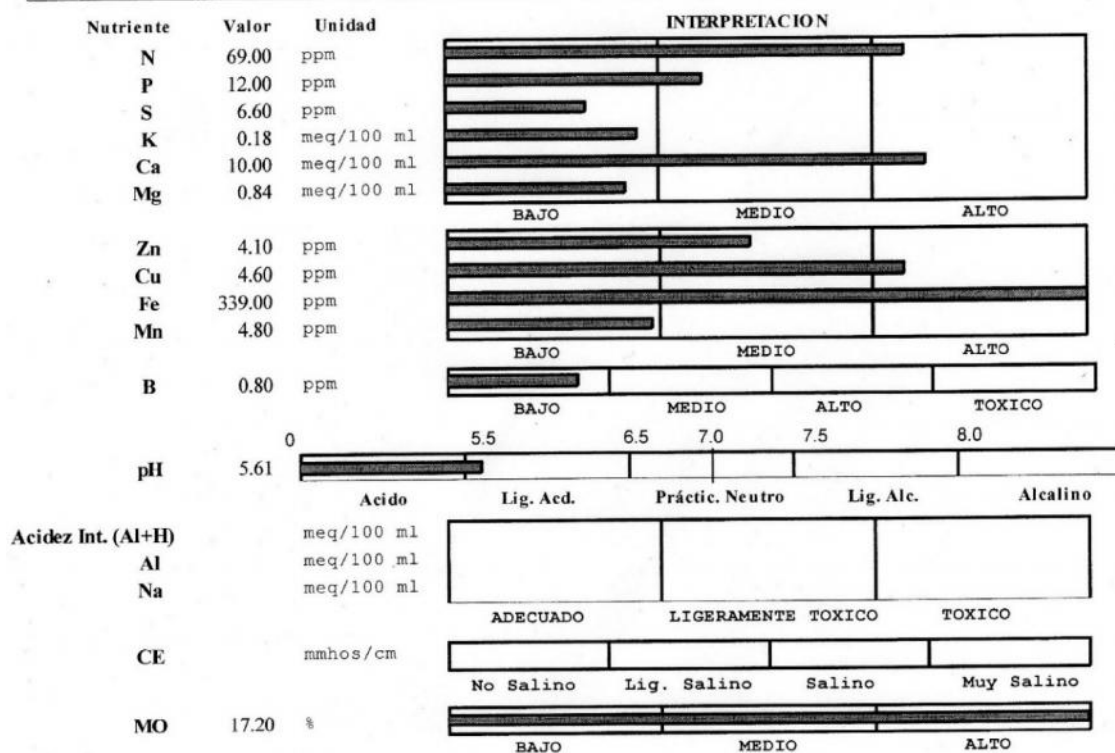
Localidad Bellavista

Anexo 3. Reporte de análisis inicial de suelos.

 INIAP INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS	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 DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO Nombre : RUPERTO CHACON Dirección : MONTUFAR Ciudad : Teléfono : Fax :	DATOS DE LA PROPIEDAD Nombre : BELLAVISTA Provincia : CARCHI Cantón : ESPEJO Parroquia : EL ÁNGEL Ubicación : PROYECTO INIAP-IEE
DATOS DEL LOTE Cultivo Actual : PAPA Cultivo Anterior : PASTO Fertilización Ant. : Superficie : Identificación : LOTE 1 (SELECCIÓN DE LOTES)	PARA USO DEL LABORATORIO N° Rêporte : 4.291 N° Muestra Lab. : 01387 Fecha de Muestreo : 17/04/2014 Fecha de Ingreso : 25/04/2014 Fecha de Salida : 06/05/2014



Ca	Mg	Ca+Mg	(meq/100ml)	%	ppm	Clase Textural		
Mg	K	K	Σ Bases	NTot	Cl	Arena	Limo	Arcilla
11,9	4,7	60,2	11,0			35	47	18
						Franco		


 RESPONSABLE LABORATORIO


 LABORATORISTA

Localidad San Vicente

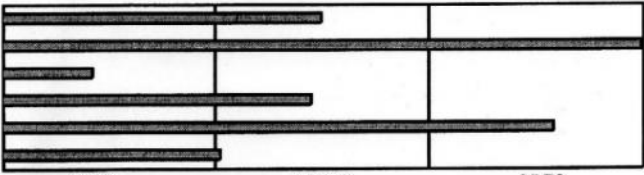
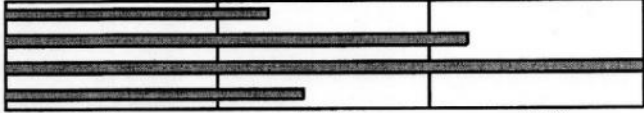
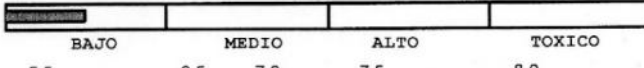
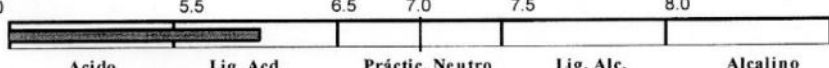
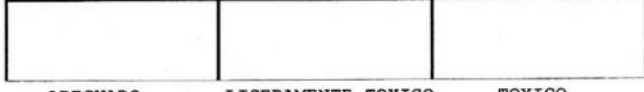
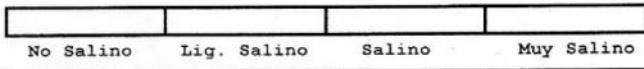
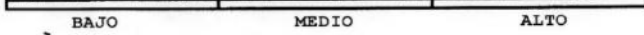
Anexo 4. Reporte de análisis inicial de suelos.

 INIAP INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS	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	
--	---	---

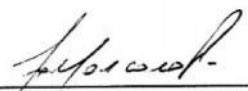
REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

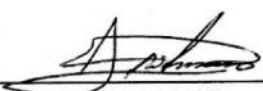
DATOS DEL PROPIETARIO Nombre : RUPERTO CHACÓN Dirección : CARCHI Ciudad : Teléfono : Fax :	DATOS DE LA PROPIEDAD Nombre : SAN VICENTE Provincia : CARCHI Cantón : MONTUFAR Parroquia : FERNANDEZ SALVADOR Ubicación : INIAP-IEE-INAMHI
--	---

DATOS DEL LOTE Cultivo Actual : PAPA Cultivo Anterior : PASTO Fertilización Ant. : Superficie : Identificación : PCC2-L2	PARA USO DEL LABORATORIO N° Reporte : 4.137 N° Muestra Lab. : 01163 Fecha de Muestreo : 14/03/2014 Fecha de Ingreso : 17/03/2014 Fecha de Salida : 28/03/2014
--	---

<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th>Nutriente</th> <th>Valor</th> <th>Unidad</th> </tr> <tr><td>N</td><td>45.00</td><td>ppm</td></tr> <tr><td>P</td><td>47.40</td><td>ppm</td></tr> <tr><td>S</td><td>4.20</td><td>ppm</td></tr> <tr><td>K</td><td>0.29</td><td>meq/100 ml</td></tr> <tr><td>Ca</td><td>12.70</td><td>meq/100 ml</td></tr> <tr><td>Mg</td><td>1.00</td><td>meq/100 ml</td></tr> <tr><td colspan="3"> </td></tr> <tr><td>Zn</td><td>3.20</td><td>ppm</td></tr> <tr><td>Cu</td><td>4.70</td><td>ppm</td></tr> <tr><td>Fe</td><td>471.00</td><td>ppm</td></tr> <tr><td>Mn</td><td>9.10</td><td>ppm</td></tr> <tr><td colspan="3"> </td></tr> <tr><td>B</td><td>0.50</td><td>ppm</td></tr> <tr><td colspan="3"> </td></tr> <tr><td>pH</td><td>6.03</td><td></td></tr> </table>	Nutriente	Valor	Unidad	N	45.00	ppm	P	47.40	ppm	S	4.20	ppm	K	0.29	meq/100 ml	Ca	12.70	meq/100 ml	Mg	1.00	meq/100 ml				Zn	3.20	ppm	Cu	4.70	ppm	Fe	471.00	ppm	Mn	9.10	ppm				B	0.50	ppm				pH	6.03		INTERPRETACION  BAJO MEDIO ALTO  BAJO MEDIO ALTO  BAJO MEDIO ALTO TOXICO  Acido Lig. Acd. Práctic. Neutro Lig. Alc. Alcalino  ADECUADO LIGERAMENTE TOXICO TOXICO  No Salino Lig. Salino Salino Muy Salino  BAJO MEDIO ALTO
Nutriente	Valor	Unidad																																															
N	45.00	ppm																																															
P	47.40	ppm																																															
S	4.20	ppm																																															
K	0.29	meq/100 ml																																															
Ca	12.70	meq/100 ml																																															
Mg	1.00	meq/100 ml																																															
Zn	3.20	ppm																																															
Cu	4.70	ppm																																															
Fe	471.00	ppm																																															
Mn	9.10	ppm																																															
B	0.50	ppm																																															
pH	6.03																																																

Ca	Mg	Ca+Mg	(meq/100ml)	%	ppm	(%)	Clase Textural
Mg	K	K	Σ Bases	NTot	Cl	Arena Limo Arcilla	
12,7	3,4	47,2	14,0			36 43 21	Franco


 RESPONSABLE LABORATORIO


 LABORATORISTA

Localidad Mata redonda

Anexo 3. Reporte de análisis inicial de suelos.



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 DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO

Nombre : RUPERTO CHACON
Dirección : CARCHI
Ciudad :
Teléfono :
Fax :

DATOS DE LA PROPIEDAD

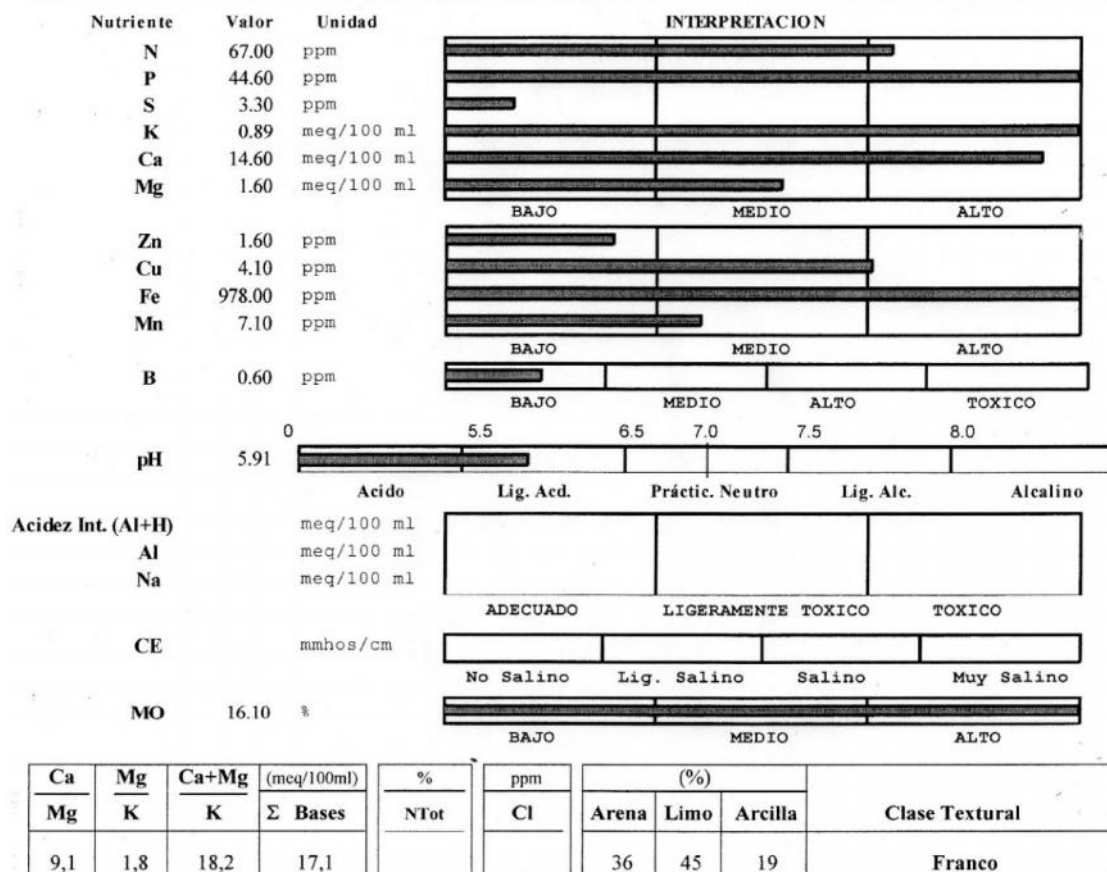
Nombre : MATAREDONDA
Provincia : CARCHI
Cantón : MONTÚFAR
Parroquia : CHITAN DE NAVARRETES
Ubicación : INIAP-INAMHI-IEE

DATOS DEL LOTE

Cultivo Actual : PAPA
Cultivo Anterior : PASTO
Fertilización Ant. :
Superficie :
Identificación : PCC2-L3

PARA USO DEL LABORATORIO

N° Reporte : 4.138
N° Muestra Lab. : 01164
Fecha de Muestreo : 14/03/2014
Fecha de Ingreso : 17/03/2014
Fecha de Salida : 28/03/2014



RESPONSABLE LABORATORIO

LABORATORISTA