

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
ESCUELA DE POSGRADO



MAESTRIA EN CIENCIAS

MENCIÓN: GESTIÓN AMBIENTAL

TESIS

Influencia de la densidad de siembra en la dinámica de crecimiento
y los componentes del rendimiento de dos cultivares de papa

Para optar el Grado Académico de

MAESTRO EN CIENCIAS

Presentada por:

ANGEL ESTEBAN SANTA CRUZ PADILLA

Asesor:

Dr. JUAN FRANCISCO SEMINARIO CUNYA

CAJAMARCA, PERÚ

2017

COPYRIGHT © 2017 by
ANGEL ESTEBAN SANTA CRUZ PADILLA
Todos los derechos reservados

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
ESCUELA DE POSGRADO



MAESTRÍA EN CIENCIAS

MENCIÓN: GESTIÓN AMBIENTAL

TESIS APROBADA

Influencia de la densidad de siembra en la dinámica de crecimiento
y los componentes del rendimiento de dos cultivares de papa

Para optar el Grado Académico de

MAESTRO EN CIENCIAS

Presentada por:

ANGEL ESTEBAN SANTA CRUZ PADILLA

Comité Científico

Dr. Juan Seminario Cunya
Asesor

Dr. Berardo Escalante Zumaeta
Miembro de Comité Científico

Dr. Manuel Roncal Ordoñez
Miembro de Comité Científico

Dr. Valentín Paredes Oliva
Miembro de Comité Científico

Cajamarca - Perú

2017



Universidad Nacional de Cajamarca

Escuela de Posgrado

PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Siendo las *Dieciséis horas y cuarenta minutos*..... de la tarde del día 23 de noviembre de Dos Mil Diecisiete, reunidos en el Auditorio de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional de Cajamarca, el Jurado Evaluador presidido por el **Dr. BERARDO ESCALANTE ZUMAETA**, como Miembro del Jurado Evaluador, **Dr. JUAN SEMINARIO CUNYA**, en calidad de Asesor, **Dr. MANUEL RONCAL ORDÓÑEZ**, **Dr. VALENTIN PAREDES OLIVA**, como integrantes del Jurado Evaluador. Actuando de conformidad con el Reglamento Interno y el Reglamento de Tesis de Maestría de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional de Cajamarca, se dio inicio a la Sustentación de la Tesis titulada **“INFLUENCIA DE LA DENSIDAD DE SIEMBRA EN LA DINÁMICA DE CRECIMIENTO Y LOS COMPONENTES DEL RENDIMIENTO DE DOS CULTIVARES DE PAPA”**, presentada por el Bach. en Agronomía **ANGEL ESTEBAN SANTA CRUZ PADILLA**, con la finalidad de optar el Grado Académico de **MAESTRO EN CIENCIAS**, de la Unidad de Posgrado de la Facultad de Ciencias Agrarias, con Mención en **GESTIÓN AMBIENTAL**.

Realizada la exposición de la Tesis y absueltas las preguntas formuladas por el Comité Científico, y luego de la deliberación, se acordó **APROBAR**... con la calificación de *Dieciocho (18)*..... la mencionada Tesis; en tal virtud, el Bach. en Agronomía **ANGEL ESTEBAN SANTA CRUZ PADILLA**, está apto para recibir en ceremonia especial el Diploma que lo acredita como **MAESTRO EN CIENCIAS**, de la Unidad de Posgrado de la Facultad de Ciencias Agrarias, con Mención en **GESTIÓN AMBIENTAL**.

Siendo las *17:15*... horas del mismo día, se dio por concluido el acto.

.....
Dr. Berardo Escalante Zumaeta
Presidente-Jurado Evaluador

.....
Dr. Juan Seminario Cunya
Asesor

.....
Dr. Manuel Roncal Ordóñez
Secretario-Jurado Evaluador

.....
Dr. Valentin Paredes Oliva
Vocal-Jurado Evaluador

A:

Mi esposa Esmilda y mis hijos Ángel, Estrella y Caleb; quienes son un tesoro invaluable para mí.

AGRADECIMIENTOS

Expreso mi sincero agradecimiento a:

Dios en quien encuentro significado a todo lo que tengo y todo lo que hago.

Al Doctor Juan Seminario Cunya, asesor de este trabajo, por su dedicación en la orientación para el desarrollo de esta investigación.

A la Universidad Nacional de Cajamarca, por conceder las facilidades, el espacio y material biológico para el desarrollo de este estudio.

A los señores Víctor Sánchez y Andrés Sánchez por su apoyo en la siembra y en diferentes labores del cultivo.

A Juan Carlos, Nancy, Kelly, Josué y Alonzo Santa Cruz, por su gran ayuda en la toma de datos en las evaluaciones.

A los ingenieros Jimmy Díaz, Toribio Tejada y Rosmeri Pando por su apoyo con la estadística de la Tesis.

A todos los alumnos de la Escuela Académico Profesional de Agronomía que trabajaron y ayudaron en la recolección de datos para este trabajo.

A mi familia y amigos que me ayudaron a mantenerme firme en este propósito.

**Sabiduría ante todo; adquiere sabiduría; y sobre todas tus posesiones adquiere
inteligencia.**

- Rey Salomón

CONTENIDO

Ítem	Pág.
LISTA DE ABREVIACIONES Y SIGLAS	xv
GLOSARIO	xvii
RESUMEN	xxii
ABSTRACT	xxiii
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Planteamiento del problema	1
1.1.1. Contextualización	1
1.1.2. Descripción del problema	3
1.1.3. Formulación del problema	4
1.2. Justificación e importancia de la investigación	4
1.2.1. Justificación científica	4
1.2.2. Justificación técnica y práctica	4
1.2.3. Justificación institucional y personal	5
1.3. Delimitación de la investigación	6
1.4. Objetivos de la investigación	6
1.4.1. Objetivo general	6
1.4.2. Objetivos específicos	6
1.5. Hipótesis y variables en estudio	6
1.5.1. Hipótesis general	6
1.5.2. Variables en estudio	6
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	8
2.1. Antecedentes de la investigación	8
2.2. Bases teóricas	10
2.3. Marco conceptual	23
CAPÍTULO III. DISEÑO DE CONTRASTACIÓN DE LA HIPÓTESIS.	31
3.1. Ubicación geográfica	31
3.2. Diseño de la investigación	31
3.2.1. Diseño experimental	31

3.2.2. Material experimental	32
3.2.3. Resumen de las características del campo experimental..	33
3.3. Procedimiento, población, muestra, unidad de análisis y unidades de observación	33
3.4. Técnicas e instrumentos de recopilación de información	36
3.4.1. Evaluaciones	36
3.5. Técnicas para el procesamiento y análisis de la información	39
3.5.1. Cálculo de los índices de crecimiento	39
3.5.2. Análisis estadístico	41
3.6. Equipos, materiales, insumos, etc.	42
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	44
4.1. Presentación de resultados	44
4.1.1. Etapas de desarrollo del cultivo	44
4.1.2. Análisis de crecimiento	44
4.1.3. Componentes del rendimiento	74
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	79
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	81
ANEXOS	89
ANEXO 1 CÁLCULO DEL TAMAÑO DE MUESTRA USANDO LA FÓRMULA DE MURRAY Y LARRY PARA POBLACIONES FINITAS O CONOCIDAS	89
ANEXO 2 RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE SUELO	90
ANEXO 3. DATOS DE LAS EVALUACIONES	91
ANEXO 4. ÍNDICES FISIOLÓGICOS DE CRECIMIENTO	115
ANEXO 5. INFORMACIÓN PROCESADA ESTADÍSTICAMENTE	118
ANEXO 6. PANEL FOTOGRÁFICO SOBRE LA INVESTIGACIÓN....	141

LISTA DE ILUSTRACIONES

Figuras	Pág.
Figura 2.1. Origen genético de <i>S. phureja</i> (Seminario, 2011).....	24
Figura 2.2. Origen de la variedad INIA 302 Amarilis (Mendoza et al. 1993).....	27
Figura 4.1. Comportamiento del índice de área foliar (IAF) en cinco etapas fenológicas de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis con dos densidades de siembra.....	46
Figura 4.2. Duración del área foliar de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis en cinco etapas fenológicas del cultivo.....	48
Figura 4.3. Tasa relativa de crecimiento foliar de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis en cinco etapas fenológicas del cultivo	50
Figura 4.4. Tasa de crecimiento del cultivo para los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis en cinco etapas fenológicas del cultivo.....	52
Figura 4.5. Tasa relativa de crecimiento para los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis con dos densidades de siembra en cinco etapas fenológicas del cultivo.....	53
Figura 4.6. Tasa de asimilación neta para los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis en cinco etapas fenológicas del cultivo.....	56
Figura 4.7. Acumulación de materia seca total ($g \cdot planta^{-1}$) en cinco etapas fenológicas de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis.....	60
Figura 4.8. Asignación de materia seca, según cultivar, a hojas ($g \cdot planta^{-1}$) en cinco etapas fenológicas del cultivo.....	62
Figura 4.9. Asignación de materia seca, según densidad de siembra, a hojas ($g \cdot planta^{-1}$) en cinco etapas en cinco etapas fenológicas del cultivo.....	63
Figura 4.10. Asignación de materia seca en gramos a tallos ($g \cdot planta^{-1}$) en cinco etapas fenológicas de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis.....	64
Figura 4.11. Asignación de materia seca en gramos a tubérculos ($g \cdot planta^{-1}$) en cinco etapas fenológicas de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis.....	65
Figura 4.12. Asignación de materia seca (g y %) a los órganos de la planta según cultivar, en el estadio de emergencia.....	67

Figura 4.13. Asignación de materia seca (g y %), a los órganos de la planta según cultivar, en la etapa fenológica de “cinco hojas”.....	68
Figura 4.14. Asignación de materia seca (g y %) a los órganos de la planta según cultivar, en etapa fenológica “botón floral”.....	69
Figura 4.15. Asignación de materia seca (g y %), a los órganos de la planta según cultivar, en etapa fenológica “floración plena.....	70
Figura 4.16. Asignación de materia seca (g y %) a los órganos de la planta según cultivar, en etapa fenológica “madurez fisiológica”	71
Figura 4.17. Resumen de asignación de MS (g) a los órganos de la planta en cinco etapas fenológicas de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis.....	72
Figura 4.18. Rendimiento en kilogramos por planta de los tratamientos en estudio, de los cultivares de papa INIA 302 Amarilis y Chaucha amarilla.....	77
Figura 4.19. Rendimiento (Kg.ha ⁻¹) de los tratamientos en estudio en los cultivares de papa INIA 302 Amarilis y Chaucha amarilla.....	78
Tablas	
Tabla 3.1. Variables o factores, niveles y tratamientos en estudio.....	31
Tabla 4.1. Duración de las etapas fenológicas de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis.....	44
Tabla 4.2. Cuadrados medios y significación del ANVA para área foliar (AF) en cinco etapas fenológicas de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis, con dos densidades de siembra.....	45
Tabla 4.3. Cuadrados medios y significación del ANVA para el índice de área foliar (IAF) en cinco etapas fenológicas de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis con dos densidades de siembra.....	46
Tabla 4.4. Cuadrados medios y significación del ANVA para la duración de área foliar (DAF) en cinco etapas fenológicas de los cultivares de papa, Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis, con dos densidades de siembra.....	47
Tabla 4.5. Cuadrados medios y significación del ANVA para la tasa relativa de crecimiento foliar (TRCF) en cinco etapas fenológicas de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis con dos densidades de siembra.....	49
Tabla 4.6. Cuadrados medios y significación del ANVA para la tasa de crecimiento del cultivo (TCC) en cinco etapas fenológicas de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis con dos densidades de siembra.....	51

Tabla 4.7. Cuadrados medios y significación del ANVA para la tasa relativa de crecimiento (TRC) en cinco etapas fenológicas de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis con dos densidades de siembra.....	53
Tabla 4.8. Cuadrados medios y significación del ANVA para la tasa de asimilación neta (TAN) en cinco etapas fenológicas de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis con dos densidades de siembra.....	56
Tabla 4.9. ANVA de La Eficiencia del Área Foliar para Producir Cosecha (EAFPC) de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis.....	57
Tabla 4.10. Medias de la Eficiencia del Area Foliar para Producir Cosecha (EAFPC), según cultivar.....	57
Tabla 4.11. ANVA del índice de cosecha (IC) de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis.....	58
Tabla 4.12. Cuadrados medios y significación del ANVA para contenido de materia seca total (g . planta ⁻¹) en cinco etapas fenológicas de los cultivares de papa, Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis, con dos densidades de siembra.....	60
Tabla 4.13. Medias de materia seca total en gramos, por planta en cinco etapas fenológicas de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis.....	60
Tabla 4.14. Cuadrados medios y significación del ANVA para asignación de materia seca a hojas (g . planta ⁻¹) en cinco etapas fenológicas de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis.....	61
Tabla 4.15. Medias de la asignación de materia seca a hojas (g . planta ⁻¹) de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis en cinco etapas fenológicas.....	62
Tabla 4.16. Medias de la asignación de materia seca a hojas (g . planta ⁻¹) según densidad de siembra para los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis en cinco etapas fenológicas.....	62
Tabla 4.17. Cuadrados medios y significación del ANVA para asignación de materia seca a tallos (g . planta ⁻¹) en cinco etapas fenológicas de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis.....	63
Tabla 4.18. Medias de la asignación de materia seca a tallos (g . planta ⁻¹) de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis en cinco etapas fenológicas.....	64
Tabla 4.19. Cuadrados medios y significación del ANVA para asignación de materia seca a tubérculos (g . planta ⁻¹) en cinco etapas fenológicas de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis.....	65

Tabla 4.20. Medias de la asignación de materia seca a tubérculos (g . planta ⁻¹) de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis en cinco etapas fenológicas.....	66
Tabla 4.21. Producción promedio del número y peso fresco en gramos de tubérculos por planta de los cultivares Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis a los 49 y 67 días después de la siembra (tercera y cuarta evaluaciones respectivamente).....	66
Tabla 4.22. Cuadrados medios y significación del ANVA para asignación de materia seca a diferentes órganos vegetales (g . planta ⁻¹) en la etapa de “emergencia” de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis.....	66
Tabla 4.23. Medias de la asignación de materia seca a diferentes órganos vegetales (g. planta ⁻¹) en la etapa fenológica “emergencia” a plantas de papa de los cultivares Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis.....	66
Tabla 4.24. Cuadrados medios y significación del ANVA para asignación de materia seca a diferentes órganos vegetales (g . planta ⁻¹) en la etapa de “cinco hojas” de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis.....	67
Tabla 4.25. Medias de la asignación de materia seca a diferentes órganos vegetales (g.planta ⁻¹) en la etapa fenológica cinco hojas a plantas de papa de los cultivares Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis.....	67
Tabla 4.26. Cuadrados medios y significación del ANVA para asignación de materia seca a diferentes órganos vegetales (g . planta ⁻¹) en la etapa de “botón floral” de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis.....	68
Tabla 4.27. Medias de la asignación de materia seca a diferentes órganos vegetales (g . planta ⁻¹) en la etapa fenológica “botón floral” a plantas de papa de los cultivares Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis.....	68
Tabla 4.28. Cuadrados medios y significación del ANVA para asignación de materia seca a diferentes órganos vegetales (g . planta ⁻¹) en la etapa de “floración plena” de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis.....	69
Tabla 4.29. Medias de la asignación de materia seca a diferentes órganos vegetales (g . planta ⁻¹) en la etapa fenológica “floración plena” a plantas de papa de los cultivares Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis.....	69
Tabla 4.30. Cuadrados medios y significación del ANVA para asignación de materia seca a diferentes órganos vegetales (g . planta ⁻¹) en la etapa de “madurez fisiológica” de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis.....	70
Tabla 4.31. Medias de la asignación de materia seca a diferentes órganos vegetales (g. planta ⁻¹) en la etapa fenológica “madurez fisiológica” a plantas de papa de los cultivares Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis.....	70

Tabla 4.32. Medias de asignación de MS a los órganos de la planta (g y %) en cinco etapas fenológicas de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis.....	73
Tabla 4.33. ANVA del porcentaje de materia seca de tubérculos a la cosecha de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis.....	73
Tabla 4.34. Comparación de medias con la prueba de rango estudentizado de Tukey para porcentaje de materia seca de tubérculos a la cosecha de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis, según cultivar.....	73
Tabla 4.35. Cuadrados medios y significación del ANVA para número de tubérculos cosechados y número de tubérculos comerciales de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis, con dos densidades de siembra.....	74
Tabla 4.36. Medias del número de tubérculos cosechados por planta de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis.....	75
Tabla 4.37. Cuadrados medios y significación del ANVA para peso fresco de tubérculos por planta y peso fresco de tubérculos comerciales de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis, con dos densidades de siembra....	75
Tabla 4.38. Medias del peso fresco (kg) del total de tubérculos y de tubérculos comerciales por planta de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis con dos densidades de siembra.....	75
Tabla 4.39. Cuadrados medios y significación del ANVA para rendimiento (kg) por hectárea y por planta de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis, a dos densidades de siembra.....	76
Tabla 4.40. Medias del rendimiento por planta y por hectárea de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis con dos densidades de siembra.....	76
Tabla 4.41. Cuadrados medios y significación del ANVA para número de tallos por planta y para altura de planta (cm) de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis, a dos densidades de siembra.....	76

LISTA DE ABREVIACIONES Y SIGLAS USADAS

Abreviaciones/siglas	Descripción
ANVA	Análisis de Variancia
Blq.	Bloque
cm	Centímetros
CM	Cuadrado medio
cv.	Cultivar
D	Densidad de siembra
d	Días
DAF	Duración de Área Foliar
DBCR	Diseño de Bloques Completos Randomizados
Den.	Densidad de siembra
dm²	Decímetros cuadrados
EAFPC	Eficiencia del Área Foliar para Producir Cosecha
Fc	Valor de F calculado
g	Gramos
GL	Grados de libertad
ha	Hectárea
IAF	Índice de Área Foliar
IC	Índice de Cosecha
INIA	Instituto Nacional de Innovación Agraria
Kg	Kilogramos
Ln	Logaritmo natural
m	Metro

M.S.	Materia seca
msnm	Metros sobre el nivel del mar
m²	Metros cuadrados
MINAGRI	Ministerio de Agricultura y Riego
mm	Milímetros
N.S.	No significativo
Pl.	Plantas
Rdto.	Rendimiento
Rep.	Repetición
S.A.S.	Statistical Analysis System (Software estadístico)
SENAMHI	Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología
t. ha⁻¹	Toneladas por hectárea
TAN	Tasa de asimilación neta
TCC	Tasa de crecimiento del cultivo
Trat.	Tratamiento
TRC	Tasa Relativa de Crecimiento
TRCF	Tasa Relativa de Crecimiento Foliar

GLOSARIO

Análisis de crecimiento. Es una aproximación cuantitativa, que con el procesamiento matemático de datos simples y básicos (materia seca, área foliar y tiempo) describe e interpreta el crecimiento de las plantas que desarrollan en un ambiente natural, seminatural o controlado.

Asimilados o fotosintatos. Productos de la fotosíntesis (principalmente azúcares) producidos en los órganos autotróficos de la planta (Foyer y Paul citados por Santos *et al.* 2010).

Autosombreamiento. Dificultad de los estratos inferiores del follaje de una planta para la recepción de la luz, provocada por la sombra de los estratos superiores del dosel de la misma planta.

Biomasa. Total de materia seca producida por la planta en todos sus órganos.

Cinética del crecimiento. Cuantificación y descripción de los diferentes mecanismos y patrones de crecimiento de un órgano u organismo.

Componentes del rendimiento. Variables de la planta población y de la planta que determinan el rendimiento de cosecha. Hay y Walker (1989) establecen que en papa el rendimiento está definido por: $\text{Rendimiento de tubérculos (kg peso fresco ha}^{-1}\text{)} = \text{densidad de población} \times \text{número de tubérculos por planta} \times \text{peso fresco promedio del tubérculo}$.

Crecimiento. Incremento cuantitativo mensurable en la planta. Implica los cambios cuantitativos en la planta, como son, incremento de materia seca o fresca, altura de planta, grosor de tallos, número de tallos, hojas, frutos, etc.; cantidad de ciertas sustancias específicas como proteínas, carbohidratos, grasas, etc. (Seminario 1993).

Cultivar (variedad). El término cultivar, abreviado cv. denota un conjunto de plantas individuales cultivadas que se distinguen por caracteres determinados (morfológicos, fisiológicos, citológicos, químicos y otros), de importancia para

los objetivos de la agricultura o dasonomía, y las cuales cuando se reproducen (sexual o asexualmente) retienen sus caracteres distintivos.

Según la International Society for Horticultural Science (2009), se denomina cultivar al grupo de plantas que (a) han sido seleccionadas por un carácter particular o combinación de caracteres, (b) son distinguidas, uniformes, y estables en estos caracteres, y (c) cuando se propagan por los medios apropiados, retienen aquellos caracteres.

Demanda (vertedero). Órganos que no son productores de fotosintatos o producen menos de lo que requieren y por tanto deben importarlos desde otros órganos productores.

Densidad de siembra. Número de plantas que se siembran y que van a crecer en un área determinada (generalmente una hectárea). Se expresa en número de plantas por metro cuadrado o por hectárea.

Desarrollo. Cambios cualitativos ordenados que se producen en una planta y que les permiten pasar de un estado a otro, a menudo (aunque no siempre) hacia un estado superior, más ordenado o más complejo (Bidwell 1990).

Duración del área foliar. Índice fisiológico que representa la producción de hojas en el periodo de crecimiento del cultivo (Hunt, 1978). Concretamente, indica la cantidad de área foliar expuesta durante el tiempo que dura cada intervalo de muestreo.

Eficiencia del área foliar para producir cosecha. Índice fisiológico que expresa el rendimiento agronómico o peso seco total de la parte cosechable en gramos por área foliar total. Indica la capacidad del área foliar para producir la parte cosechable o rendimiento agronómico.

Etapa reproductiva del cultivo. Etapa de desarrollo del cultivo que comprende desde el momento de la iniciación floral hasta la madurez fisiológica.

Etapa vegetativa del cultivo. Etapa de desarrollo del cultivo anterior a la floración. Comprende desde la siembra hasta el inicio de la floración (primordios foliares).

Fenología. Fases sucesivas del desarrollo de una planta, desde la germinación de la semilla, hasta la producción de nueva semilla. (Seminario 1993).

- Estudio y descripción de manera integral de los diferentes procesos vitales básicos visibles que se producen en las especies vegetales dentro de ecosistemas naturales o agrícolas en su interacción con el medio ambiente (SENAMHI 2011).

Fuente de asimilados. Tejidos de la planta, generalmente verdes y fotosintéticos que son productores y exportadores netos de asimilados. En la planta de papa son principalmente las hojas y los tallos (Dwelle 1990, citado por Santos *et al.* 2010).

Índice de área foliar. Es el índice fisiológico que representa la relación entre el área foliar o superficie fotosintetizadora presente en determinado estadio de la planta y el área del suelo ocupada por la planta (Santos *et al.* 2010).

Índice de cosecha. Índice fisiológico que determina la relación en distribución de biomasa en la planta completa y los órganos de importancia antropocéntrica; es considerado el índice de eficiencia fisiológica (Mackerron y Heibronn, citados por Mora *et al.* 2006). Indica la relación entre el rendimiento agronómico o sea el rendimiento de la parte objeto de cosecha y el rendimiento biológico; es decir:

$$IC = \text{peso seco parte cosechable} / \text{peso seco total} \times 100$$

índices de crecimiento Medidas derivadas a partir de medidas directas en las plantas, que permiten analizar el crecimiento a través de la acumulación de materia seca, lo que depende del área foliar, la tasa a la cual funcionan las hojas y el tiempo que el follaje persiste (Tekalign y Hammes, citados por Santos 2010).

Madurez de cosecha. Estado de la planta en el campo, en el cual el órgano o los órganos de interés antropocéntrico están aptos física, química y sensorialmente para la cosecha.

Madurez comercial. Condición de la planta de papa en el cual los tubérculos han alcanzado el punto óptimo de su desarrollo, y pueden resistir bien el transporte, manipulación y almacenamiento hasta su consumo.

Madurez fisiológica. Momento en el cual, la semilla de la planta ha alcanzado su máximo peso seco y está en condiciones de producir una nueva planta.

Manejo agronómico. Manipulación del ecosistema por el hombre con el objeto de conferir buenas condiciones para el desarrollo de un cultivo.

Partición de asimilados. Asignación de materia seca y energía a los órganos de la planta durante su ontogenia.

Potencial genético de la planta. Capacidad de desarrollo de que el organismo dispone, y que para su expresión requiere de un medio ambiente y manejo ideales.

Rendimiento. Expresión fenotípica resultante de los procesos fisiológicos que se reflejan en la morfología y fisiología de la planta (Kohashi citado por Seminario 1993).

Rendimiento agronómico. Materia seca de los órganos vegetales útiles al hombre (Seminario 1993).

Tasa de asimilación neta. Es un índice fisiológico indicador de la eficiencia fotosintética promedio, mide la ganancia neta de asimilados por unidad de área foliar y por unidad de tiempo (Santos *et al.* 2010). Indica la cantidad de materia seca producida por cada unidad de área foliar presente y por cada unidad de tiempo. Se usa para inferir sobre la capacidad del área foliar para producir materia seca.

Tasa de crecimiento del cultivo. Índice fisiológico de la productividad agrícola, mide la ganancia en peso de una comunidad de plantas por unidad de área de suelo y por unidad de tiempo (Santos *et al.* 2010). Es muy útil para propósitos agronómicos. Permite estimar la producción de materia seca por unidad de superficie del terreno y por unidad de tiempo.

Tasa relativa de crecimiento. Índice fisiológico de eficiencia de producción de materia seca (Santos *et al.* 2010). Se supone que todo el crecimiento ya logrado, contribuye al nuevo que se está realizando. Por ello, inicialmente fue interpretado como índice de eficiencia del crecimiento, que expresa la relación entre la cantidad de materia seca producida por cada unidad de materia seca presente y por unidad de tiempo (Hunt 1982). Sin embargo, debido a que sus

valores, generalmente, son más altos en las primeras etapas de crecimiento de la planta y de los órganos, se concluye que la TRC, representa la proporción de tejido meristemático con activa división y alargamiento celular en la planta, más que la capacidad que tiene una unidad de biomasa para producir más biomasa.

Tasa relativa de crecimiento foliar. Índice fisiológico de eficiencia de incremento foliar (Hunt 1990). Indica la cantidad de nueva área foliar producida, por cada unidad de área foliar presente. Es decir, mide la eficiencia de producción de nueva área foliar.

Variedad. Ver Cultivar.

Vertedero. Ver Demanda.

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue **estudiar la influencia de la densidad de siembra en la dinámica de crecimiento y el comportamiento de los componentes del rendimiento de dos cultivares de papa en el valle de Cajamarca**. Se utilizó los cultivares de papa, Chaucha amarilla (nativo), especie *Solanum phureja*; e INIA 302 Amarilis (mejorado), especie *Solanum tuberosum*, a dos densidades de siembra (27777 plantas. ha^{-1} y 37037 plantas. ha^{-1}), en Diseño Bloques Completos Randomizados en arreglo factorial 2×2 con cuatro tratamientos y tres repeticiones. Se evaluó área foliar y materia seca total, y de hojas, tallos y tubérculos; en las etapas fenológicas emergencia, cinco hojas, botón floral, floración plena, y madurez fisiológica; con esas variables se calculó los índices fisiológicos de crecimiento. A la cosecha se evaluó: altura de planta, número de tallos, número y peso del total de tubérculos y de tubérculos comerciales. No hubo interacción entre cultivar y densidad de siembra. Los índices fisiológicos influenciados por la densidad de siembra fueron índice de área foliar, duración de área foliar y tasa de crecimiento del cultivo: La mayor densidad de siembra permitió aprovechar mejor el espacio y luz, con un rendimiento 14.7% superior sobre la menor densidad de siembra. Los otros índices fisiológicos sólo fueron afectados por el cultivar, destacando estadísticamente INIA 302 Amarilis. Los componentes del rendimiento influenciados por densidad de siembra y cultivar fueron: peso fresco total de tubérculos, peso de tubérculos comerciales; y rendimiento por planta y por hectárea; con mayor rendimiento de INIA 302 Amarilis.

Palabras clave: Crecimiento, cultivar, densidad de siembra, materia seca, *Phureja*, papa nativa (criolla).

ABSTRACT

The goal of this research was to study the influence of planting density on the growth dynamics and behavior of the yield components of two potato cultivars in the Cajamarca valley. The cultivars of potato, Chaucha amarilla (native), *Solanum phureja* species; and INIA 302 Amarilis (improved), *Solanum tuberosum* species, were planted at two planting densities (27777 plants.ha⁻¹ and 37037 plants.ha⁻¹), in Randomized Complete Blocks Design in a 2 x 2 factorial arrangement with four treatments and three replications. The evaluated variables were leaf area and total dry matter and dry matter of leaves, stems and tubers; in the phenological stages: Emergency, five leaves, floral bud, full bloom, and physiological maturity; with these variables the physiological growth indexes were calculated. At harvest there were evaluated: plant height, number of stems, number and weight of total tubers and commercial tubers. There was no interaction between cultivar and seed density. The physiological indices influenced by planting density were leaf area index, leaf area duration and crop growth rate: The higher planting density allowed better use of space and light, with a 14.7% higher yield above the lower planting density. The other physiological indices were only affected by the cultivar, being INIA 302 Amarilis statistically superior. The yield components influenced by planting density and cultivar were: fresh weight of total tubers, fresh weight of commercial tubers; and yield per plant and per hectare; with higher yield of INIA 302 Amarilis.

Keywords: Growth, cultivar, planting density, dry matter, *Phureja*, native potato.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. Planteamiento del problema

1.1.1. Contextualización

La papa es cultivada y consumida prácticamente en todo el planeta, y en el Perú y la región Cajamarca, es el cultivo más importante y base de la alimentación; y aunque Cajamarca es una de las principales regiones productoras de papa en Perú (MINAGRI 2013); el rendimiento del mencionado cultivo es aún bajo, con 11,8 t.ha⁻¹ (MINAGRI 2016), frente al promedio nacional de 13,3 t.ha⁻¹ (INIA 2017).

Actualmente existen muchos cultivares modernos de papa, además de los llamados nativos. Estos cultivares (genotipos) deben ser objeto de estudio para comprender su respuesta al ambiente y a los factores de manejo y adecuar este manejo a cada cultivar para optimizar su rendimiento. La densidad de siembra es uno de los factores que influyen el rendimiento de la papa; sin embargo, la manera de determinar la mejor densidad de siembra es experimentar con diferentes distanciamientos de plantación y evaluar su comportamiento fisiológico.

1.1.2. Descripción del problema

En Cajamarca existe un número considerable de cultivares nativos de papa denominados “chauchas”, muy apreciados por los agricultores y los consumidores de la ciudad. Estas papas pertenecen al grupo *Phureja*, cuya característica principal, además de ser precoces, es su falta de dormancia (Huamán y Spooner 2002).

Estos cultivares son altamente variables en forma y tamaño de tubérculo, color externo y de pulpa y en la región existen más de 40 cultivares, algunos de ellos,

fueron caracterizados con descriptores del Centro Internacional de la Papa (Seminario y Zarpan 2011). Dentro de este grupo destaca el cultivar Amarilla redonda y Limeña Huachuma de tubérculos redondeados, pulpa cremosa y son de los más comercializados. En el Perú, solo existen estudios incipientes sobre la productividad de estos cultivares, (Rojas y Seminario, 2014; Villanueva, 2017); por tanto, se conoce poco sobre la dinámica del crecimiento, bajo diversos factores ambientales y de manejo como la densidad de plantación. Puesto que se trata de un cultivar, no mejorado, es fundamental conocer su respuesta a diversos tratamientos agronómicos, para mejorar los rendimientos. Por otro lado, en esta región existen cultivares mejorados altamente productivos y apreciados por la industria de alimentos, uno de éstos es INIA 302 Amarilis. Esta variedad fue puesta en mercado en 1993, es una de las más cultivadas en la región y entre sus características figuran su precocidad y resistencia a enfermedades, es adecuada para papa frita. Si bien es un cultivar mejorado, poco se conoce sobre su comportamiento frente a condiciones ambientales específicas. Además, sembrada junto a un cultivar nativo permitirá conocer cuáles son las características fisiológicas que los diferencian y tal vez, cómo se podría mejorar el cultivar nativo para que alcance los niveles de productividad del mejorado.

El Perú tiene alta diversidad genética en diferentes cultivos, y especialmente en papa con muchos cultivares nativos de gran aceptación por su calidad culinaria. Además, mucha de la investigación en este cultivo ha conducido a generar nuevas variedades con cualidades deseables como buen sabor, buen rendimiento, resistencia a enfermedades, etc. Sin embargo, se ha postergado la investigación agrícola conducente al mejor conocimiento de las potencialidades genéticas de los cultivos importantes.

En tal sentido, esta investigación es útil para evaluar y caracterizar aspectos fisiológicos de los cultivares de papa, un mejorado (INIA 302 Amarilis) y otro tradicional (la Chaucha amarilla denominada Limeña Huachuma), ambas de corto ciclo de producción (120 días), para evaluar la influencia de la densidad de plantación, sobre la fenología y la eficiencia productiva

1.1.3. Formulación del problema

No se cuenta con reportes de investigación que permitan conocer la dinámica de crecimiento de los cultivares de papa relevantes en Perú, y se tiene muy poca investigación sobre la eficiencia de acumulación y partición de asimilados según la fenología. Esta información es importante para tomar decisiones apropiadas acerca del manejo del cultivo para optimizar o mejorar los rendimientos que en el Perú están en promedio en 13.3 t .ha⁻¹ (INIA 2017) y en Cajamarca 11.8 t. ha⁻¹ (MINAGRI 2016).

Pregunta general

¿Cuál es la influencia de la densidad de siembra en la dinámica de crecimiento y los componentes del rendimiento de dos cultivares de papa en Cajamarca?

Preguntas específicas

a. ¿Cómo varían los índices de crecimiento en los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis en función de la densidad de siembra?

b. ¿Cuáles son las principales diferencias en los componentes del rendimiento de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis en cinco etapas fenológicas del cultivo según la densidad de siembra?

1.2. Justificación e importancia de la investigación

1.2.1. Justificación científica

La relevancia científica de esta investigación radica en el aporte de conocimiento sobre la acumulación de la materia seca y la partición o asignación de asimilados producidos por la fotosíntesis, en los diferentes órganos de la planta, así como los cambios de esa distribución debidos a la densidad de siembra, en diferentes etapas fenológicas del cultivo. La información producida también será útil como soporte para otras investigaciones sobre esta temática.

1.2.2. Justificación técnica y práctica

Esta investigación, pone al alcance de los interesados información del comportamiento de las variedades de papa investigadas, respecto a su potencial fotosintético y su capacidad para formar componentes orgánicos y su partición o distribución de asimilados en los diferentes órganos de la planta en diferentes etapas fenológicas. También permite saber si el distanciamiento, el momento para el corte de follaje, y otras actividades de manejo son apropiadas.

Los resultados de la investigación proveen información de la eficacia del manejo actual de los cultivares de papa en estudio y da pistas para mejoras que se pueden realizar para el aprovechamiento de su potencial productivo. Esta información podrá ser útil para profesionales y estudiantes, y por medio de ellos podrá llegar a los agricultores para el mejoramiento del manejo del cultivo de papa en Cajamarca.

1.2.3. Justificación institucional y personal

La Universidad Nacional de Cajamarca tiene como misión realizar investigación dirigida al desarrollo de la región Cajamarca, siendo los recursos alimenticios de primera prioridad. En tal sentido, esta investigación proporciona indicadores

importantes para el manejo del cultivo de papa de los cultivares a estudiar y aporta recomendaciones sobre el manejo del cultivo para mejorar la producción y productividad.

En lo personal, esta investigación ha aportado información importante para el responsable de la investigación, quien está empeñado en fortalecer sus conocimientos de fisiología vegetal y de los cultivos.

1.3. Delimitación de la investigación

El trabajo de investigación se realizó en un terreno de la Universidad Nacional de Cajamarca, ubicado en Tartar, Distrito Baños del Inca, Provincia de Cajamarca utilizando dos cultivares de papa: INIA 302 Amarilis y Chaucha amarilla, instalados a densidades de siembra de 27777 plantas.ha⁻¹ y 37037 plantas.ha⁻¹. Las evaluaciones se realizaron en cinco fases fenológicas del cultivo, estas fases fenológicas fueron: “emergencia”, “presencia de cinco hojas”, “botón floral”, “floración plena” y “madurez fisiológica”. Se dio al cultivo el manejo recomendado por el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA). Los índices de crecimiento fueron calculados en función al área foliar y la materia seca, y los componentes de rendimiento con mediciones directas; con el propósito de conocer la influencia de la densidad de siembra sobre la dinámica del crecimiento y los componentes del rendimiento de los cultivares de papa antes mencionados bajo las condiciones del valle de Cajamarca.

1.4. Objetivos de la investigación

1.4.1. Objetivo general

Estudiar la influencia de la densidad de siembra en la dinámica de crecimiento y el comportamiento de los componentes del rendimiento de dos cultivares de papa en Cajamarca.

1.4.2. Objetivos específicos

- a. Estudiar la variación de los índices del crecimiento en los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis en función de la densidad de siembra.
- b. Estudiar la influencia de la densidad de siembra de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis, en los componentes del rendimiento en cinco etapas fenológicas del cultivo.

1.5. Hipótesis y variables en estudio

1.5.1. Hipótesis general

La dinámica de crecimiento y los componentes del rendimiento de los cultivares de papa INIA 302 Amarilis y Chaucha amarilla son dependientes de la densidad de siembra.

1.5.2. Variables en estudio

En este trabajo de investigación se utilizaron dos variables independientes; la variable cultivar (C), con dos niveles: - C1: Chaucha amarilla

- C2: INIA 302 Amarilis

y la variable densidad de siembra (D), con dos niveles:

- D1: 27777 plantas. ha⁻¹, distanciamiento de siembra de 0,9 m x 0,4 m.

- D2: 37037 plantas. ha⁻¹, distanciamiento de siembra de 0,9 m x 0,3 m.

Las variables dependientes fueron: La **dinámica de crecimiento**, determinada por los índices fisiológicos del crecimiento (índice de área foliar, duración de área foliar, tasa relativa de crecimiento foliar, tasa de crecimiento de cultivo, tasa relativa de crecimiento de la planta, tasa de asimilación neta, eficiencia del área foliar para producir cosecha, índice de cosecha); y los **componentes del rendimiento**: número de tubérculos totales y comerciales por planta y peso promedio de tubérculo. También fueron evaluadas variables relacionadas al rendimiento como número de tallos y altura de planta.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

Pulido *et al.* (2014) realizaron un análisis de los componentes del rendimiento: tamaño de tubérculos por planta y número de tubérculos por planta, a través de un experimento y análisis estadístico y de la determinación de la correlación entre los mencionados caracteres; estos autores concluyeron que los componentes del rendimiento mencionados presentan una correlación muy buena (con un R^2 entre -0.777 y -0.908) para seleccionar genotipos por su mayor producción de tubérculos por planta.

Porras y Brenes (2015) evaluaron componentes del rendimiento al momento de la cosecha de la tercera generación clonal de híbridos seleccionados por su resistencia al tizón tardío, al minador de las hojas y a algunos virus. Los componentes del rendimiento evaluados por planta fueron: número de tubérculos, masa total de tubérculos, número de tallos. Los autores encontraron una baja correlación entre el número de tallos y la masa de tubérculos por planta ($R^2 = 0.13$), pero mayor correlación entre el número de tubérculos y el número de tallos ($R^2 = 0.38$). Para Santos (2010) la variación en la altitud influye en el desarrollo de los cultivares de papa, y en la duración de las etapas fenológicas del cultivo; debido probablemente a que la temperatura varía con la altitud y afecta la velocidad de las actividades enzimáticas en la planta.

Borrego *et al.* (2000) analizaron parámetros fisiotécnicos obtenidos a partir del peso seco y área foliar de las plantas y órganos en intervalos de tiempo durante el

desarrollo del vegetal. Estos investigadores tuvieron importantes resultados como la existencia de un pronunciado decremento de la tasa de crecimiento del cultivo a los noventa días, el cual atribuyeron a la senescencia de las hojas inferiores, tras lo cual hubo una recuperación de las plantas por el crecimiento de más ramas y hojas para el muestreo a los 108 días. También pudieron observar que los valores de índice de área foliar altos cercanos a ocho, tienen poca ventaja en rendimiento, debido a excesivo sombreamiento en los estratos medio y bajo lo cual dificulta la función fotosintética.

También el análisis del crecimiento les permitió detectar los genotipos de papa más eficientes en la acumulación de biomasa y tamaño del sistema asimilatorio. Para estos autores, los índices de eficiencia que mejor utilidad mostraron fueron el Índice de área foliar (IAF), y la Tasa de asimilación neta (TAN). Es muy digna de resaltar la recomendación de utilizar el Análisis de Crecimiento en las etapas iniciales y finales de los programas de fitomejoramiento.

Quispe *et al.* (1997) utilizaron el análisis del crecimiento para comparar especies distintas, trabajando con papa variedad Waych'a, con oca variedad Puka ñawi, e Izaño, variedad Anaranjada. Observaron que la papa fue más precoz (periodo vegetativo de seis meses), acumuló más materia seca, obtuvo el mayor índice de área foliar ($4.5\text{m}^2/\text{m}^2$) sobre la oca (2.5) y el Izaño (3.6) y produjo más materia seca en los tubérculos. Observaron que la tasa de crecimiento del cultivo cambia en función de las condiciones del tiempo, llegando la papa a $26.9\text{ g}/\text{m}^2\cdot\text{día}$. a los 110 días después de la siembra. Valladolid *et al*, y Ramos, citados por Quispe *et. al.*1997; obtuvieron resultados similares, y explicaron el alto índice de área foliar (IAF) como debido a la arquitectura de la planta, que con su tallo semierecto y simpodial obtiene mayor

cobertura; El IAF además provee para la papa una tasa mayor (27.8 g/m²) de crecimiento del cultivo que para los otros cultivos.

El análisis de crecimiento también ha sido utilizado para estudiar la tolerancia de variedades y clones promisorios de papa a condiciones ambientales adversas, tal como lo demuestran Al-Mahmud *et al.* (2014) en su trabajo realizado con el objetivo de determinar el efecto de la sequía en la formación de la copa y en la producción en cuatro clones promisorios y una variedad de papa. En este trabajo de investigación, los autores encontraron que los genotipos tolerantes mostraron comparativamente menos reducción en la altura de planta, en los brotes aéreos y en el número de tubérculos; en este estudio se determinó también que la mejor producción fue debida al medio ambiente.

Otro trabajo interesante es el de Santos *et al.* (2010) en el cual se utilizó el análisis de crecimiento para estudiar la relación fisiológica fuente-demanda en la papa, y una de las conclusiones muy importantes a las que se arribó afirma que no siempre es recomendable acortar el ciclo del cultivo, eliminando el follaje, porque hay variedades en las que la mayor parte del llenado de tubérculos y la mayor tasa de crecimiento del cultivo ocurren cuando el agricultor suele usar esa práctica.

2.2. Bases teóricas

Crecimiento y desarrollo

Según Salisbury (2000) crecimiento en general significa incremento de tamaño, siendo este incremento de tamaño traducido como aumento de volumen, peso, número de células, cantidad de protoplasma; y desarrollo es el proceso de especialización celular denominado diferenciación unido al crecimiento y que se extiende hasta la muerte. Para Bidwell (1990) el desarrollo es un progreso, aunque

no siempre, hacia un estado superior y ambos, crecimiento y desarrollo están muy relacionados y combinados. Esto subraya la necesidad de analizar y entender el crecimiento y desarrollo de las plantas, utilizando el análisis matemático.

El crecimiento y el desarrollo, son mutuamente dependientes y difíciles de analizar en experimentos separados. Los tallos laterales, por ejemplo, no se desarrollan cuando hay una escasez de carbohidratos disponibles, en tal caso, el desarrollo es restringido por el crecimiento. Por otro lado, a menos que las condiciones apropiadas se presenten, la formación de tubérculos no se iniciará aun cuando la planta tenga suficientes asimilados disponibles para el crecimiento del tubérculo, caso en el que el crecimiento es restringido por el desarrollo (Kooman y Rabbinge, citados por Nústez, *et al.* 2009).

Parámetros del crecimiento

Respecto a “crecimiento”, Bidwell (1990) menciona que ese término es reservado en fisiología vegetal para denotar incremento de peso, longitud, volumen, masa u otro parámetro mensurable; pero que sin embargo, se presentan dificultades para las mediciones respectivas, pues la relación entre estos parámetros rara vez es simple en un organismo en crecimiento y además el crecimiento ocurre en direcciones diferentes y a distintas tasas, quizá ni siquiera relacionadas. Además, expresa que la dificultad se enfatiza cuando uno de los parámetros se incrementa mientras otro decrece o es difícil determinar si ha crecido en forma permanente o temporal, o se incrementa el número de células, más no el volumen. Pero un aspecto muy cierto es que no se debe confundir crecimiento con desarrollo.

Cinética del crecimiento

Respecto a la cinética del crecimiento, Bidwell (1990) menciona que se ha considerado durante mucho tiempo que si se pudiera describir exactamente el crecimiento de un órgano u organismo por medio de una fórmula o de un modelo matemático, se tendría una explicación del patrón de crecimiento, pero desafortunadamente los procesos de crecimiento y desarrollo son tan complejos que una formulación satisfactoria con dichas posibilidades probablemente está muy lejana aún.

Se han hecho varios ensayos para describir matemáticamente el crecimiento; muchos de esos ensayos no han tenido éxito en varios aspectos pues han descrito el crecimiento con precisión tan sólo por un corto periodo de tiempo en el desarrollo de la planta y generalmente cuando no está ocurriendo un cambio de importancia en el desarrollo. Pero recientemente se han elaborado varios modelos matemáticos para el crecimiento de plantas cultivadas de mayor importancia; estos modelos matemáticos aplican parámetros de ambiente a un modelo de crecimiento simple para partes individuales de la planta. No obstante, es valioso hacer un breve análisis matemático de los aspectos simples del crecimiento porque al hacerlo se revela claramente la naturaleza de algunos de los factores que gobiernan al crecimiento.

Se ha desarrollado una amplia variedad de expresiones matemáticas para simular partes de la curva de crecimiento en plantas completas o en algunos órganos específicos; hasta hoy no han contribuido mucho a la comprensión de los procesos que gobiernan el **desarrollo**; sin embargo, han sido muy útiles para clarificar los papeles de los factores del **crecimiento** y de los nutrientes en las plantas en crecimiento. Actualmente hay avances matemáticos importantes.

Fisiología del rendimiento

El primer paso para optimizar el rendimiento y calidad de tubérculos es entender las respuestas del cultivo al ambiente y a los factores de manejo, (Salgado de Oliveira 2015).

Hall (1980) menciona que los conocimientos con que el hombre cuenta actualmente acerca de la fisiología del rendimiento son suficientes y pueden contribuir de manera sustancial a la identificación y evaluación de muchos de los factores tanto internos como externos a la planta y que limitan su rendimiento. De la misma manera, la realización de experiencias o de trabajos de investigación, y el registro de datos que tengan en cuenta la existencia de etapas ontogénicas con características propias a través de las cuales se va determinando el rendimiento, deberían constituir un camino importante para conseguir la ampliación de nuestros conocimientos de la fisiología del rendimiento.

El mencionado autor afirma también que los conocimientos actuales en fisiología del rendimiento son adecuados para incrementar nuestra percepción acerca de los procesos y de las características de las plantas, que intervienen en la determinación del rendimiento. Así, esta mayor percepción debería, facilitar la identificación más precisa de los orígenes de las variaciones de rendimiento de cada cultivo entre años y lugares específicos, y debería promover los intentos de aplicar los conocimientos existentes en el proceso de mejoramiento de los cultivos.

Factores ambientales que afectan el desarrollo del cultivo de papa

Temperatura. Struik (2007) menciona que el rendimiento es determinado por el número de plantas por metro cuadrado, el número de tallos productores de tubérculos por planta, el número de rizomas por tallo, el número de tubérculos por rizoma y el

peso promedio de tubérculos; y que todos estos parámetros son el resultado de una secuencia de eventos fisiológicos complejos, muchos de ellos fuertemente influenciados por la temperatura. Menciona también que la respuesta relativa de la papa a la temperatura difiere grandemente entre procesos fisiológicos. En este sentido, el número final de hojas del tallo principal hasta la primera inflorescencia es influenciada por las condiciones de precondicionamiento de los tubérculos semilla en almacén, por la temperatura del suelo después de la siembra y las condiciones ambientales después de la emergencia; también la temperatura del suelo conduce al crecimiento de los brotes después de la siembra, siendo la tasa óptima de crecimiento de los brotes esta en los 20° C o ligeramente superior (Klemke y Moll, citados por Struik 2007), y con temperaturas sobre los 25° C se retarda o incluso se impide la emergencia (Struik 2007).

También la tasa de aparición foliar se incrementa linealmente entre los 09 y 25° C, y el número final de hojas es influenciado por la temperatura del aire, la cual si se incrementa es particularmente efectiva en el incremento del número de ellas hasta la formación de la primera inflorescencia, y en algunas variedades de papa altas temperaturas de la raíz pueden tener un efecto adicional pues ello cambia la partición de materia seca hacia la parte aérea; sin embargo, el tamaño individual de la hoja tiende a disminuir con el incremento de la temperatura aérea que es beneficiosa para la aparición y el número de hojas (Struik 2007).

La temperatura también es importante por su efecto sobre la morfología del tallo y en el desarrollo de tallos laterales y ramas, es decir en la formación de la estructura de la copa con temperaturas diurnas entre 20 y 30°C. Los primeros rizomas se forman muy cerca antes o después de la emergencia, y aunque dependen del estado

fisiológico de los tubérculos semilla; su formación es mejorada por el incremento de la temperatura en un rango amplio debajo de los 30 grados centígrados; sin embargo, mayores temperaturas pueden parcial o casi completamente impedir su formación (Struik 2007).

La temperatura afecta todos los procesos relacionados al desarrollo de tubérculos, pero para muchos de estos procesos hay una fuerte interacción de la temperatura con otros factores ambientales, especialmente el fotoperiodo. Así, altas temperaturas del aire impiden la inducción e iniciación de la tuberización; y altas temperaturas de suelo, aunque no impiden la formación de rizomas, si impiden la formación de tubérculos (Ewing y Struik, citados por Struik 2007). Considerando los efectos de la temperatura sobre la estructura del sistema de rizomas, y así sobre el número potencial de sitios de tuberización, y dado el efecto de la temperatura sobre el tamaño del sistema aéreo, el número de tubérculos puede ser mejorado por un incremento en la temperatura aun cuando el crecimiento de los tubérculos sea enlentecido (Struik 2007).

La tasa óptima de desarrollo para papa ha sido reportada dentro del rango de 14 y 22 °C (Yamaguchi *et al.* 1964, Marinus y Bodlaender 1975, Sands *et al.* 1979, citados por Salgado de Oliveira 2015). Al respecto Vos y Haverkort (2007) expresan que la papa crece mejor en lugares y en periodos donde el promedio diario de temperaturas está sobre los 5 °C y bajo los 21 °C. Temperaturas más bajas implican un riesgo de helada y a temperaturas mayores, la translocación de materia seca a los tubérculos es muy reducida.

Radiación y fotoperiodo. Aun cuando no se ha realizado la medición de la radiación en este trabajo de investigación, es importante mencionar que según Haverkort

(2007) se ha encontrado que la radiación interceptada se correlaciona linealmente con la cantidad de materia seca producida, la cual, en el caso de la papa es distribuida en los tubérculos y las otras partes de la planta; este autor explica que la cantidad de radiación solar fotosintéticamente activa interceptada por un cultivo de papa depende de la cantidad de radiación incidente y de la proporción interceptada por el cultivo.

También la longitud del día es un factor importante en el desarrollo de los tubérculos y por lo tanto en el rendimiento del cultivo. Menzel, citado por Haverkort (2007), ha reportado trabajos en los que se dilucida que fotoperiodos largos incrementan la longitud y peso del tallo, también el número y peso de hojas; mientras el tamaño de las hojas y folíolos disminuye; así mismo deja claro que cuando la longitud del día se incrementa hacia un fotoperiodo crítico (unas 12 horas luz en *Solanum tuberosum* spp. *andigena*, y unas 16 horas luz para *S. tuberosum* spp. *tuberosum*), la tuberización se vuelve irregular, se retarda y finalmente se inhibe; y aunque todas las papas tienen una reacción positiva al fotoperiodo corto, hay una fuerte interacción genotipo x ambiente.

Disponibilidad de agua. El agua es un recurso cada vez más escaso y en la región Cajamarca su carencia se acentúa a partir de los meses de abril o mayo. La papa es un cultivo que usa el agua con relativa eficiencia, pero cuando la lluvia se torna deficiente debe ser suplementada por el riego; porque la carencia de agua limita el rendimiento y tiene un efecto económico negativo (Vos y Haverkort 2007). De acuerdo con Cabrera (2009), la papa exige que el suelo tenga buena humedad en el momento de la brotación, para que la planta adquiera buen vigor; y también cumple un rol importante desde el inicio de la tuberización hasta el final de la floración (llenado de tubérculos), lo que es de suma importancia para el tamaño y forma de los tubérculos. Si se aplica riegos, estos deben ser frecuentes y ligeros.

Suelo. White *et al.* (2007) expresa que el cultivo de papa es afectado por aspectos relacionados al suelo como grado de compactación, grado de humedad, riqueza, entre otros. Los suelos compactados afectan el desarrollo del cultivo porque tienen una menor profundidad efectiva lo que dificulta el crecimiento de las raíces y los órganos vegetales que crecen dentro del suelo, y según Van Loon y Bouma, citados por White *et al.* (2007) causa una senescencia más rápida. Además White *et al.* (2007) menciona que la compactación, favorecida por el uso de maquinaria pesada en suelos húmedos reduce el número y tamaño de macroporos del suelo dificultando la aireación y el movimiento de agua; lo que disminuye el volumen del suelo del cual la planta se nutre, resultando esto en menor producción. Por otro lado suelos muy arenosos y con poca materia orgánica retienen muy poca agua lo que dificulta la toma de nutrientes.

El suelo debe proveer además de 14 elementos esenciales que incluyen a los macronutrientes nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio y azufre; y a los micronutrientes cloro, hierro, manganeso, boro, zinc, cobre, molibdeno y níquel; los cuales deben mantenerse dentro de ciertos límites para una adecuada nutrición (White *et al.* 2007).

Densidad de siembra

La densidad de siembra está referida a la cantidad de plantas instaladas en campo por unidad de área, usualmente a una hectárea. Arsenalut *et al.* citado por Masarirambi (2012) expresa que la densidad de siembra es uno de los factores importantes que influyen el rendimiento de la papa; explica que conforme se incrementa la densidad de plantas, hay una marcada disminución en el tamaño de planta y en el rendimiento por planta; efecto que se debe al incremento de la competencia entre plantas por agua, luz y nutrientes. Por ello Masarirambi (2012)

afirma que es esencial entender como interactúan las plantas entre ellas y con el ambiente para buscar la densidad ideal del cultivo y así optimizar rendimientos. Es entonces imperativo determinar un distanciamiento de siembra, entre otros factores, para asegurar el óptimo rendimiento y el mayor beneficio económico en un área geográfica determinada (Kabir *et al.* citado por Masarirambi 2012).

Según Shayanowako *et al.* (2015) a mayor densidad de plantas disminuye la producción de tubérculos comerciales, porque disminuye el tamaño de los tubérculos. El mismo autor sugiere que la densidad de plantas más apropiada depende del uso del cultivo, el ambiente y la variedad; en este sentido si el objetivo principal es incrementar la tasa de multiplicación de tubérculos, se debe utilizar altas densidades de siembra que favorecen la producción de muchos tubérculos aunque pequeños; en cambio bajas densidades de siembra promueven mayor proporción de tubérculos con mayor tamaño como lo requieren los consumidores; además deben hacerse evaluaciones de densidad, para cada localidad y cultivar.

Respecto a la densidad de tallos, Wiersema (1987) expone que la misma influencia el número de tubérculos, el tamaño de tubérculos y la tasa de multiplicación; y el número y tamaño de tubérculos determina el rendimiento. El número de tubérculos producidos depende de la competencia entre tallos por los factores de crecimiento tales como nutrientes agua y luz; a bajas densidades la competencia es menor, lo que resulta en un mayor número de tubérculos por tallo, pero también en un menor número de tubérculos por unidad de área, y ocurre lo contrario con altas densidades. Los factores del crecimiento afectan también el tamaño de los tubérculos, el cual es limitado cuando la competencia entre tallos es alta, es decir con altas densidades de tallos. La tasa de multiplicación es el número

de tubérculos producidos por cada tubérculo semilla; cuando la densidad de tallos se incrementa se producen menos tubérculos es decir se reduce la tasa de multiplicación. Así, a altas densidades de tallos: se incrementa el rendimiento en cierto nivel, se reduce el tamaño del tubérculo y se reduce la tasa de multiplicación.

Para Wiersema (1987) la densidad de tallos recomendable depende de:

- El ambiente. Condiciones de crecimiento pobres causadas por una baja intensidad luminosa, baja fertilidad de suelo, baja humedad del suelo y una estructura pobre de suelo no puede dar soporte a la cantidad de tallos que si lo pueden hacer buenas condiciones de crecimiento. Alta densidad de tallos en condiciones de crecimiento pobres solo disminuye el tamaño de los tubérculos y no incrementa el rendimiento. Además las condiciones ambientales pueden variar de un año para otro.
- Propósito del cultivo. En comparación con la producción de la papa para consumo, la producción de semilla de papa en general apunta a tubérculos de tamaño reducido.
- Variedad de papa. Las variedades que producen mucho follaje, como algunas variedades tardías, requieren una menor densidad de tallos que producen menos follaje.

Sin embargo, este autor expresa que la mejor manera de determinar la densidad de tallos recomendable es experimentar con diferentes densidades de siembra y diferentes tamaños de tubérculo semilla.

El distanciamiento que suele darse entre surcos es de 90 cm. tanto si se quiere producir papa para consumo como si se quiere producir papa semilla; y entre plantas 40 cm cuando se quiere producir papa para consumo y 30 cm o menos cuando se quiere producir papa para semilla.

Producción, acumulación y distribución de materia seca en la planta.

El proceso asimilatorio más importante es la fotosíntesis, y los productos asimilados deben ser transportados a partes de la planta en crecimiento (vertedero). Es importante maximizar la proporción de asimilados totales hacia los vertederos que son cosechados por su valor económico, por lo tanto cualquier procedimiento que contribuya a mejorar la partición de asimilados hacia esos vertederos servirá para incrementar la ganancia económica. Esto implica la producción de asimilados, la carga de estos al floema, su transporte a través del floema o su translocación, y su descarga del floema hacia los vertederos apropiados (Hendrix 2002).

En estadios críticos en la vida de una planta, el ambiente influencia fuertemente el desarrollo de partes de la planta económicamente importantes; por lo tanto, las prácticas culturales tienen el potencial de influenciar el índice de cosecha. El entendimiento del desarrollo en el tiempo se está volviendo cada vez más importante, debido al incremento del precio de los pesticidas, fertilizantes, agua; a su dificultad para obtenerlos, o a su restricción (Hendrix 2002).

Los asimilados son particionados diferentemente en diferentes momentos del desarrollo de la planta; así cada hoja se va convirtiendo de vertedero en fuente según va desarrollando y creciendo y las enzimas se modifican para acomodarse a esos cambios (Hendrix 2002).

Las plantas asimilan CO₂ de la atmósfera y lo transforman en triosas fosfato, que luego puede ser usado para producir carbohidratos, principalmente sacarosa y almidón. La asimilación de carbono fotosintético provee la fuerza para la producción de biomasa pero es sólo uno de los muchos factores que influyen el crecimiento y desarrollo. Hay otros pasos críticos como la síntesis de sacarosa y el transporte desde

el mesófilo, el transporte en el floema y la partición de carbón a través de toda la planta que tienen considerable impacto en estos procesos. Dentro de la hoja, la sacarosa es transportada desde los sitios de síntesis a través de varias capas de células hacia el tejido vascular donde es cargado hacia los haces menores del floema y luego distribuido a través de toda la planta. Adicionalmente, nuevas incursiones a la estructura y función de los plasmodesmos han expandido el conocimiento hacia cómo estos canales citoplásmicos intercelulares pueden contribuir al control del transporte simplástico de asimilados y la regulación de la distribución de carbono entre la fuente y el vertedero (Lucas y Wolf, Schobert *et al.*, Roberts y Oparka; citados por Hofius y Börnke 2007).

En este sentido se puede afirmar que la calidad de una planta de papa es determinada por la dinámica del desarrollo de varios órganos (incluyendo tallos, hojas, rizomas, tubérculos y raíces), la producción total de materia seca y la partición de ésta (Struik 2007).

Análisis de crecimiento

De acuerdo a Ledig, citado por Pallardy (2008), comprender mejor lo que constituye la óptima distribución de crecimiento entre varios órganos de una planta es una de las tareas más importantes de la fisiología vegetal; requiere un análisis más intenso del crecimiento vegetal del que es provisto por la medición del crecimiento en diámetro y altura. Para entender cómo el ambiente y las prácticas culturales afectan el crecimiento es necesaria información concerniente a la partición de asimilados entre raíces, tallo, ramas y hojas (Pallardy 2008).

Han surgido dos enfoques para el análisis de crecimiento y sus componentes. El enfoque temprano denominado “análisis de crecimiento clásico”, que es un método

que toma muestras distanciadas en el tiempo de crecimiento de la planta y es destructivo, utiliza muestras grandes de plantas en el curso del experimento; de tales muestras se calcula pesos secos de varios tejidos y áreas foliares. Más recientemente ha surgido un enfoque llamado “análisis de crecimiento dinámico” o “funcional” que utiliza muestras con menos plantas, pero más frecuentes (Hunt, citado por Pallardy 2008). La materia seca se obtiene normalmente secando el material recién cortado, durante un periodo de tiempo comprendido entre 24 y 48 horas, a temperaturas entre 70 y 80 °C (Salisbury, 2000). Utilizando este método de secado, Salazar *et al.*, (2008), determinaron el contenido de materia seca de tubérculos para su trabajo de investigación titulado “Evaluación del rendimiento y características de calidad de trece clones avanzados de papa (*Solanum tuberosum* L.)”; en este trabajo los tubérculos se cortaron en rodajas, se pesaron (peso inicial) y posteriormente fueron introducidas en la estufa a 75 °C hasta llegar a peso constante.

La relación de área foliar fotosintética sobre área de suelo cubierta es conocida como Índice de Área Foliar (IAF). El área foliar es usualmente tomada como el área de una superficie simple; y como el área foliar y el suelo cubierto, ambas son medidas como áreas, el IAF no tiene dimensiones; y sus valores en los ecosistemas agrícolas típicamente caen en el rango de 3 a 5 (Hopkins y Huner 2009). Existen muchos métodos para determinar el área foliar, desde muy simple y manuales hasta procedimientos complejos, incluso existen programas de computación que permiten realizar este trabajo de forma rápida.

Barrera *et al.* (2010) explican que el análisis matemático de crecimiento usa medidas directas tales como masa seca total de la planta, área foliar total y tiempo; y medidas derivadas como son la tasa relativa de crecimiento (TRC), la tasa de

crecimiento del cultivo (TCC), la tasa de asimilación neta (TAN), duración del área foliar (DAF), relación del área foliar (RAF), y el índice del área foliar (IAF) que pueden ser obtenidas a partir de las medidas directas.

2.3. Marco conceptual

Cultivares de papa

El Perú tiene una riqueza genética muy grande en el cultivo de papa, el cual es uno de los cultivos más importantes del Perú; y la Región Cajamarca es una de las zonas importantes de variabilidad genética en papas nativas, que según Cabrera y Pando (2011) se cultivan en el 20% del área destinada a la siembra de papa y se estima en unas 380 la cantidad de cultivares. Los cultivares nativos de papa, se caracterizan por su alta calidad culinaria. El Chaucha amarilla, se caracteriza por tener muy buen sabor y por su corto periodo vegetativo de 100 a 120 días; esta variedad sin embargo es susceptible a racha y heladas, lo que dificulta su cultivo.

Con el propósito de generar genotipos resistentes a enfermedades y factores ambientales adversos el Centro Internacional de la Papa conjuntamente con el Instituto Nacional de Investigación Agraria, hoy llamado Instituto Nacional de Innovación Agraria, trabajaron en la generación de nuevas variedades de papa, y entre estas nuevas variedades, INIA 302 Amarilis, es una de las que tienen mayor aceptación por su precocidad (120 a 130 días de periodo vegetativo), buen rendimiento (hasta 30 toneladas por hectárea), y resistencia a racha, verruga, roña y nematodo del quiste; características descritas por Cabrera y Pando (2011).

Las chauchas

Huamán y Spooner, citados por Seminario (2011), mencionan que el grupo Phureja comprende a las papas denominadas chauchas o phurejas que en Quechua y

Aymara, respectivamente, significa precoces y sin o con mínima dormancia; incluye principalmente a *S. phureja* y algunos cultivares de *S. tuberosum* sub. andigenum, *S. goniocalyx*, Ochoa (1990).

Según Hawkes, citado por Seminario (2011) *S. phureja*, es un diploide derivado, por mutación y selección a partir de *S. stenotomum* (Fig. 2), especie derivada del complejo *Brevicaule*, formado por varias especies silvestres, pero que según estudios más recientes se trataría de una sola especie más antiguamente denominada *S. bukasovii* (Spooner *et al.* citado por Seminario 2011). Para Ochoa (1990) las especies silvestres diploides *S. limbaniense* (semejante a *S. phureja*) del sureste del Perú y *S. noevavilovii* del nooreste de Bolivia, zona con la mayor diversidad genética de *S. phureja* fueron importantes para originar *S. phureja*.

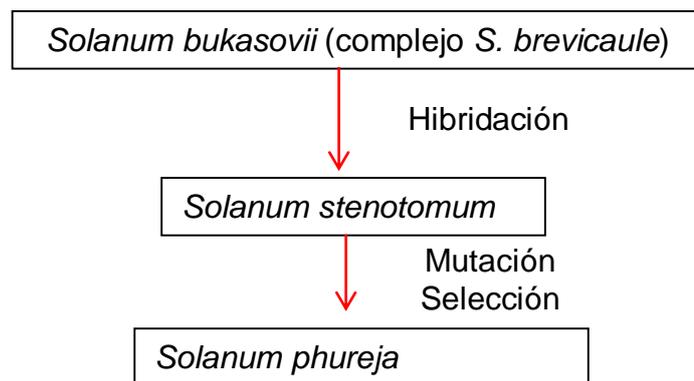


Figura 2.1. Origen genético de *S. phureja* (Seminario, 2011).

S. Phureja se distribuye desde el noreste de Venezuela hasta el sureste de Bolivia en una franja estrecha en valles abrigados, entre los 1 700 a 3 700 msnm y rara vez hasta los 4 000 msnm (Huamán y Spooner citados por Seminario 2011).

Además Seminario (2011), expresa que por domesticación *S. phureja*, ha generado muchas variedades tradicionales. Se considera que la colección más importante de estas papas es la que tiene en conservación el CIP. Huamán y Spooner

citados por Seminario (2011) señalan que en el CIP existen 209 accesiones del grupo Phureja, donde se han identificado 131 cultivares, mediante caracterización morfológica y molecular; y que podrían existir otros cultivares adicionales. Además Seminario (2001) menciona que en el catálogo de Ochoa, que comprende las colectas realizadas entre 1947 - 1997, se registra un total de 34 colectas del grupo Phureja de las cuales, 15 son de Cajamarca, Hualgayoc y Chota.

Desafortunadamente *S. phureja* ha sufrido fuerte erosión genética, respecto a lo cual Zimmerer citado por Seminario (2011), encontró en Paucartambo, que tanto la producción como la cantidad de cultivares de papas *phureja* disminuyeron a la mitad, en el lapso de 20 años (aunque no señala el número inicial). En cambio, el resto de papas no experimentó una declinación significativa. El autor atribuye esta declinación de *S. phureja* a:

- 1) La forma particular de su producción: debe sembrarse como mínimo dos veces al año, necesita labores escalonadas en periodos cortos, lo cual resta capacidad de trabajo para otras actividades económicas que han crecido en importancia;
- 2) La introducción de variedades mejoradas, sembradas durante la estación seca bajo el sistema denominado siembra temprana;
- 3) La migración temporal de los pobladores del campo, la cual disminuye la capacidad de trabajo y;
- 4) El cambio en los hábitos de consumo de los habitantes de esa región hacia las variedades mejoradas.

Seminario (2011) afirma que en el Perú, no existen muchos estudios sobre *S. phureja*, a diferencia de otros países, entre los que destaca Colombia, donde se ha desarrollado una línea de investigación importante que incluye conservación,

agronomía, resistencia a enfermedades, composición química, procesamiento y mercado. Asimismo menciona que otras investigaciones importantes provienen de centros internacionales y enfatizan la variabilidad, el mejoramiento, la resistencia a *Phytophthora infestans* y virus, y la conservación. Por otro lado, en los últimos años, *S. phureja* se ha estudiado y se la presenta como un prospecto importante para el mejoramiento de la alimentación y nutrición, principalmente por sus contenidos de metabolitos secundarios, su actividad antioxidante y, sus contenidos de Fe y Zn. Los estudios sobre *S. phureja* en la región de Cajamarca, son incipientes. Además estos cultivares tienen una excelente calidad culinaria y materia seca entre 24 y 31 % (Cabrera y Pando 2011).

Algunas de las características agronómicas del cultivar Limeña Huachuma según Tapia (2017) son:

- Periodo vegetativo Precoz (107 días)
- Rendimiento Hasta 38 t. ha⁻¹
- Calidad culinaria Buena, 23 % de materia seca
- Usos Consumo en sancochado
- Reacción a factores Resistente o tolerante a racha (*Phytophthora infestans*), susceptible a heladas, tolerante al calor.

Aunque Ochoa citado por Seminario (2011), afirma que son resistentes o tolerante a *Phytophthora infestans*, a virus como: PVX, PSV, PMV y PAV; es tolerante al calor; y también que se ha reportado que los híbridos de *S. phureja* x *S. tuberosum* subsp. andigenum son resistentes a las heladas.

Variedad de papa INIA 302 Amarilis

Tal como lo exponen Mendoza *et al.* (1993), INIA 302 Amarilis es una variedad de papa liberada en agosto de 1993 por la institución entonces llamada Instituto Nacional de Investigación Agraria. Su nombre hace referencia a la poetisa huanuqueña que adoptó este seudónimo para su obra literaria. Proviene de una familia de clones cuya planta madre era hija de las variedades resistentes a racha “Monserrate” y “Atzimba”, procedentes de Colombia y México; el progenitor masculino fue una mezcla de polen de clones precoces.

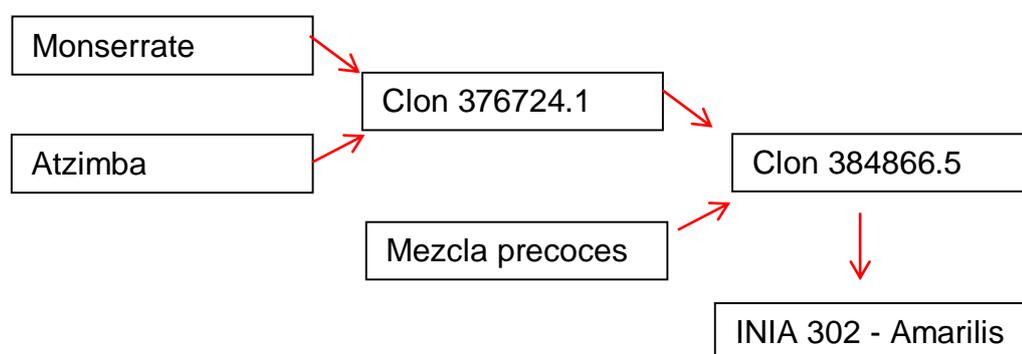


Figura 2.2. Origen de la variedad INIA 302 Amarilis (Mendoza et al. 1993).

Los autores antes mencionados también dan a conocer que las primeras semillas de esta variedad fueron proporcionadas como clon 384866.5 por el Centro Internacional de la Papa a la Estación Experimental Agropecuaria Canchán, Huánuco de INIA; y fue seleccionada por primera vez en 1986 con agricultores huanuqueños y cajamarquinos con cuyo apoyo se realizó investigación participativa.

Componentes del rendimiento

Durante el periodo de crecimiento de los cultivos, se puede observar varias etapas ontogénicas importantes en la determinación del rendimiento. En estas etapas ocurre la formación de los órganos responsables de la fotosíntesis y de la absorción de nutrientes y agua; la formación de los órganos potenciales de cosecha, el cuajado

(consolidado) de los órganos de cosecha, llenado de los órganos de cosecha y la pérdida de la funcionalidad de hojas y raíces.

Éstas etapas dan información de la necesidad de la cuantificación de los órganos implicados en el rendimiento de la parte cosechable. Esta cuantificación involucra: el número de tallos, la altura de tallos, el número total de tubérculos, el número de tubérculos comerciales, es decir con diámetro superior a 2,5 cm, según Rojas y Seminario (2014), el peso de tubérculos comerciales, la materia seca, etc.

Según Hay y Walker (1989) los componentes del rendimiento de tubérculos en papa queda definido por:

$$\text{Rdto de tubérculos (kg peso fresco ha}^{-1}\text{)} = \text{densidad de plantas} \times \text{N}^{\circ} \text{ de tubérculos por planta} \times \text{peso fresco promedio del tubérculo.}$$

El mismo autor explica que la densidad de siembra (expresada en número de plantas por unidad de área) es un componente del rendimiento, un segundo componente es el número de tubérculos por planta; y otro el peso del tubérculo, y este enfoque enfatiza la importancia del número y distribución de tamaño de los tubérculos de una variedad, aunque presenta dificultades para establecer las interrelaciones bajo tierra entre los tallos y tubérculos de un cultivo senescente.

Radley *et al.* citados por Hay y Walker (1989) exponen que el crecimiento del tubérculo sugiere un grupo alternativo de dos componentes del rendimiento, la tasa y duración de la fase linear del llenado de tubérculos. Según Hay y Walker (1989) este enfoque también presenta dificultades porque involucra una serie de cosechas destructivas de tubérculos durante la estación de crecimiento; pero es invaluable por aclarar aspectos del desarrollo del rendimiento de los tubérculos; notablemente el

tiempo de iniciación de los tubérculos y los factores que influyen la persistencia del follaje y la prolongación del llenado de tubérculos. Estos autores señalan también que los rendimientos de papa son usualmente expresados como peso fresco de tubérculos por hectárea, siendo el uso de este peso fresco ventajoso por el alto contenido de agua de los tubérculos y porque con el calor de secado tienden a caramelizarse (lo cual implica dificultad para trabajar con el peso seco); sin embargo, una desventaja sería que pueden presentarse variaciones en el nivel de humedad debido al manejo del cultivo, especialmente por el nivel de fertilización.

Ahmed y Sagar citados por Hay y Walker (1989) afirman que la tasa de llenado de los tubérculos individuales unidos a un tallo determinado no son idénticas y que sus tasas relativas de crecimiento (incremento de peso seco o fresco) pueden cambiar.

Análisis del crecimiento

Hunt *et ál.* citados por Barrera *et al.* (2010) explican que el análisis de crecimiento es una aproximación cuantitativa, que utilizando datos simples y básicos como pesos, áreas, volúmenes y componentes de plantas, describe e interpreta el crecimiento de las plantas que desarrollan en un ambiente natural, seminatural o controlado.

Para Hunt (1978) el término “análisis de crecimiento vegetal” se refiere a un útil grupo de métodos cuantitativos que describen e interpretan la performance de todo un sistema vegetal que crece bajo condiciones naturales, seminaturales o controladas; proveyendo un enfoque integrativo, holístico y explicatorio para interpretar la función y forma de la planta.

Hunt (1990) menciona dos enfoques distintos para el análisis de crecimiento. En el llamado “enfoque clásico”, las evaluaciones implican la toma de datos de muchas muestras en muestreos infrecuentes y con “cosechas” destructivas; mientras que en el denominado “enfoque funcional” se utilizan menos replicaciones de las medidas, pero mucho más frecuentes. El análisis funcional hace uso del método de regresión.

El análisis matemático del crecimiento utiliza medidas directas, tales como Peso Seco (PS), Área Foliar Total (AF) y Tiempo (T), mientras que las medidas derivadas: Tasa Relativa de Crecimiento (TRC), Tasa de Asimilación Neta (TAN), Tasa de Crecimiento del Cultivo (TCC), Índice de Área Foliar (IAF), entre otras, son calculadas a partir de la relación que se establece entre las medidas directas.

CAPÍTULO III

DISEÑO DE CONTRASTACIÓN DE LA HIPÓTESIS

3.1. Ubicación geográfica

La investigación se desarrolló en un terreno de la Universidad Nacional de Cajamarca, ubicado en Tartar, Distrito Baños del Inca, Provincia de Cajamarca, a una altitud de 2650 m.s.n.m. Latitud: 07°10' Sur. Longitud: 78°27' Oeste, con un promedio anual de precipitación de 650 mm, temperatura promedio de 14,3 °C, humedad relativa entre 40 a 60%, y presión atmosférica de 740 milibares.

3.2. Diseño de la Investigación

3.2.1. Diseño experimental

En la investigación se utilizó un arreglo factorial 2 x 2 el cual se llevó en el Diseño Experimental Bloques Completos Randomizados (DBCR), con cuatro tratamientos y tres repeticiones (Tabla 3.1).

Tabla 3.1. Variables o factores, niveles y tratamientos en estudio.

Factores	Niveles	Tratamientos	
		Código	Descripción
Cultivar: “C”	C1: Chaucha amarilla	C1D1	Chaucha amarilla, siembra a 0,9 x 0,4 m
	C2: INIA 302 Amarilis	C1D2	Chaucha amarilla, siembra a 0,9 x 0,3 m
Densidad de siembra: “D”	D1: 0,9 m x 0,4 m 27777 plantas.ha ⁻¹	C2D1	INIA 302 Amarilis, siembra a 0,9 x 0,4 m
	D2: 0,9 m x 0,3 m 37037 plantas.ha ⁻¹	C2D2	INIA 302 Amarilis, siembra a 0,9 x 0,3 m

3.2.2. Material experimental

Variedad de papa INIA 302 Amarilis

Cabrera y Pando (2011) describen sus características de la siguiente manera:

- Características morfológicas:

- Plantas de hábito erguido en la madurez, tallo verde claro con hojas de foliolos anchos.
- Flores blancas abundantes y escasa fructificación.
- Tubérculos oval chatos, ojos superficiales, piel de color crema, pulpa amarilla.

- Características agronómicas:

- | | |
|-----------------------|--|
| • Periodo vegetativo | Precoz (120 a 130 días) |
| • Rendimiento | Hasta 30 t. ha ⁻¹ (tubérculos comerciales) |
| • Adaptación y | Hasta 3200 msnm |
| Ubicación geográfica | Sierra central (Huánuco, Junín, Cerro de Pasco), Sierra norte (Ancash, Cajamarca) y Costa |
| • Calidad culinaria | Buena, 20 a 24 % de materia seca |
| • Usos | Apta para sancochado y frituras |
| • Reacción a factores | Resistente a rancho (<i>Phytophthora</i> adversos <i>infestans</i>), Tolerante a verruga (<i>Synchytrium endobioticum</i>), roña (<i>Spongospora subterranea</i>) y nematodo del quiste (<i>Globodera pallida</i>) |

Chaucha Limeña huachuma: Descripción del cultivar por Tapia (2017)

Planta	Decumbente, tallo verde y alas onduladas.
Hoja	Disectada, 4 pares de foliolos laterales, 2 pares de inter hojuelas entre foliolos laterales, no presenta interhojuelas sobre peciolulo.
Floración	Escasa.
Flor	Corola rotada, color principal morado y color secundario blanco, distribuido en el acumen en haz y envés.
Baya	Verde de forma globosa.
Tubérculo	Redondo, ojos de profundidad media, piel amarillo pálido, pulpa amarillo claro.
Brote	Morado con blanco – verdoso distribuido en la base.
Materia seca	23%

3.2.3. Resumen de las características del campo experimental

Area total	660 m ²
Area útil	522,7 m ²
Largo total	33,7 m
Ancho total	22,6 m
Número de bloques	03
Número de parcelas por bloque	04
Número total de parcelas	12
Largo de parcela o tratamiento	9,9 m
Ancho de parcela o tratamiento	4,4 m
Número de surcos por parcela	11
Número de plantas por surco	11 y 14
Número total de plantas a evaluar	300

3.3. Procedimiento, población, muestra, unidad de análisis y unidades de observación

El experimento se instaló el día sábado 19 de marzo de 2016, trabajando con dos cultivares. C1: Chaucha amarilla y C2: INIA 302 Amarilis y con dos densidades de siembra. D1: 27777 plantas. ha⁻¹, y D2: 37037 plantas. ha⁻¹, se obtuvo cuatro tratamientos (ver descripción de tratamientos en la Tabla 3.1.) instalados en tres repeticiones, cada una en parcelas de 9,9 m de largo por 4,4 m de ancho, con once surcos y once plantas cada surco para D1 (densidad de siembra de 27777 plantas. ha⁻¹), y once surcos con 14 plantas cada surco para D2 (densidad de siembra de 37037 plantas. ha⁻¹).

La **población** del experimento fue de 1650 plantas; dato que representa el total de plantas instaladas para este estudio y que se obtiene de sumar la cantidad de plantas de cada parcela tratamiento según se describió líneas arriba. Para el cálculo de la **muestra**, aun cuando utilizando la fórmula de cálculo de la muestra de Murray y Larry (Anexo 1), se debería evaluar 151 plantas; por la naturaleza del trabajo la cantidad total de plantas utilizadas fue de **300** (18,2%), 60 plantas en cada una de las cinco evaluaciones. Las plantas fueron evaluadas utilizando métodos destructivos en cinco etapas fenológicas del cultivo, que fueron: emergencia, cinco hojas, botón floral, floración plena, madurez fisiológica. Las **unidades de análisis** fueron cada una de las 12 parcelas de 9.9 m de largo por 4.4 m de ancho; y las **unidades de observación** lo constituyeron cada una de las plantas evaluadas.

El manejo del cultivo se desarrolló según el siguiente detalle:

- **Preparación de suelo.** En una primera etapa se realizó con tractor el día 20 de febrero de 2016, y posteriormente con pico los días 09, 10 y 11 de marzo de 2016.

- **Análisis de suelo.** Se llevó a cabo en el Laboratorio de Servicio de Suelos de la Estación Experimental Baños del Inca (EEA.BI) el día 15 de marzo de 2016 (ver Anexo 2).

- **Preparación de la semilla.** La semilla de INIA 302 Amarilis (tubérculos de aproximadamente 30 gramos) fue cosechada en diciembre de 2015 y fue almacenada bajo luz difusa en un invernadero de la Universidad Nacional de Cajamarca (UNC), donde además fue tratada con Furadán 4F para evitar el ataque de la polilla de la papa; y al momento de la siembra se encontraba en estado de brotamiento múltiple. La semilla de Chaucha fue cosechada el 07 de marzo con un peso aproximado de 30 gramos y se almacenó a luz difusa hasta el momento de la siembra, momento en el cual se encontraba con brotes de entre 0,5 y 1,0 cm.

- **Siembra y fertilización.** La siembra se llevó a cabo el 19 de marzo de 2017, trasladando la semilla de papa del campus de la UNC, hasta el fundo Tartar en jabs e madera. La fertilización se realizó teniendo en cuenta la recomendación del Laboratorio de Servicio de Suelos de la EEA.BI (180 N, 140 P₂O₅, 105 K₂O); a la siembra se aplicó todo el fósforo y la mitad del nitrógeno, la otra mitad del nitrógeno se aplicó al momento del deshierbo realizado a los 35 días después de la siembra, no se aplicó potasio por ser el suelo rico en este elemento.

- **Deshierbo.** Se realizó a los 35 días después de la siembra y en ese momento se aplicó la segunda mitad del nitrógeno para el cultivo.

- **Aporque.** Se realizó a los 47 días después de la siembra.

- **Control fitosanitario.** Para combatir *Epitrix sp.* se aplicó Furadán 4F a los 21, 28 y 35 días después de la siembra. Para combatir *Phytophthora infestans* se aplicó Fitoraz 76 WP, solamente en dos oportunidades, a los 35 y 50 días después de la siembra.

- **Riegos.** Se realizaron solamente tres riegos pesados en los meses de mayo (02) y junio (01), porque en los meses anteriores se tuvo lluvia.

- **Evaluaciones.** Para las evaluaciones, en cada muestreo se tomó al azar, de cada unidad experimental o **unidad de análisis**, cinco plantas o **unidades de observación** que cumplieron con la condición de estar en competencia completa. La descripción de las evaluaciones realizadas se describe en la siguiente sección.

3.4. Técnicas e instrumentos de recopilación de información

3.4.1. Evaluaciones

Variables básicas

En la investigación se tomó las medidas de materia seca y área foliar en cinco etapas fenológicas del cultivo: emergencia, cinco hojas, botón floral, floración plena, madurez fisiológica. Para realizar la toma de datos en una unidad de análisis específica se tuvo en cuenta que el 80% de las plantas cumplan con el requisito de la etapa fenológica respectiva.

Para evaluar el **área foliar** se utilizó el **software Adobe Photoshop CC 2015**, procediendo primero a tomar **fotografías** a una hoja completa del tercio medio de cada planta evaluada junto a una **regla graduada** en un **fondo blanco**, la regla graduada en la fotografía da la referencia de la medida lineal para que el programa de computación realice el cálculo del área de la hoja.

Para que la fotografía sea apropiada para el cálculo de área foliar por el método mencionado, es muy importante que la cámara fotográfica esté ubicada de tal manera que la dirección para la toma sea perpendicular al plano de ubicación del objeto a fotografiar; también que la mencionada cámara tenga buena resolución, que el objeto (hoja) esté bien enfocado.

El procedimiento de cálculo de área foliar utilizando el software mencionado según Johansendur (2015) es el siguiente:

1. Primero se abre el archivo (fotografía) con el software antes aludido
2. En el menú de **“Imagen”** se selecciona el submenú de **“Análisis”**
3. Elegir una unidad de medida personalizada, ello hace visible una ventana donde se deja claro que una cantidad “x” de pixeles equivale a una unidad lógica de medición.
4. Haciendo *click* con el *“mouse”* se define los puntos que equivalen a un centímetro, en la regla graduada fotografiada junto a la hoja. El primer recuadro de la ventana antes aludida se rellena automáticamente con el número de pixeles contenidos entre los puntos seleccionados.
5. En el tercer recuadro se escribe “cm” para indicar que la cantidad de pixeles seleccionada equivale a esa unidad de medida (1 centímetro).
6. Hacer *click* en **“OK”**.
7. Seleccionar con el *mouse* de la computadora el área a medir utilizando la herramienta de selección rápida de la barra de herramientas ubicada a la izquierda de la pantalla, arrastrando con el *mouse* la mencionada herramienta ligeramente sobre la imagen de la hoja en la fotografía; ello hace que la imagen completa de la hoja sea seleccionada automáticamente.
8. Hacer *click* nuevamente en el menú **“Imagen”**, submenú **“Análisis”** y teniendo la escala de medida ya definida hacer *click* en **“Registrar medidas”** e inmediatamente en la parte inferior de la pantalla se genera una ventana con información de largo, ancho, perímetro, área y otras medidas de la hoja que es objeto de nuestro interés.

Después de fotografiar cada hoja, ésta fue pesada en una **balanza analítica**. Luego se extrajeron todas las hojas de la planta y se las pesó (incluyendo a la hoja fotografiada); finalmente, teniendo el área de una hoja (calculada por el software **Adobe Photoshop CC 2015**), el peso de la misma, y el peso del total de hojas se procede por medio de una regla de tres simple a obtener el área foliar total de cada planta. Es necesario aclarar que los pesos tanto de la hoja fotografiada como de todas las hojas de la planta deben tomarse directamente lo más pronto posible para evitar deshidratación y pérdida de humedad y por ende de peso; el cálculo de área foliar por medio del software mencionado puede realizarse posteriormente.

Las acciones para calcular la **materia seca** de la planta, fueron:

- Extracción de las plantas del campo.
- Lavado y oreado de las raíces y partes subterráneas.
- Separación de cada planta en sus respectivos órganos (hojas, tallos, tubérculos, etc.)
- Pesado en fresco de los órganos de la planta por separado (en el caso de los tallos, estos fueron doblados o quebrados para facilitar el pesado).
- Colocación de los distintos órganos de la planta en bolsas de papel.
- Secado de las distintas partes de la planta en **estufa a 75 grados centígrados por 24 horas** en el caso de hojas y tallos jóvenes, y en el caso de tallos maduros y tubérculos por 48 horas o hasta alcanzar peso constante entre las pesadas realizadas cada 12 horas. Cabe aclarar que los tubérculos fueron cortados en rodajas y secados primero al medio ambiente.
- Pesado en seco de los órganos de la planta para conocer la proporción de materia seca que posee cada órgano de la planta.

- Registro de la información obtenida en tablas previamente elaboradas.

Componentes del rendimiento y variables relacionadas

Considerando a Hay y Walker (1989), se evaluó los componentes del rendimiento: Densidad de siembra, número de tubérculos por planta y peso promedio de tubérculos. Además se evaluó las variables relacionadas: Número de tallos, número total de tubérculos, número de tubérculos comerciales, peso total de tubérculos, peso de tubérculos comerciales, (mayores de 2,5 cm. de diámetro); altura de planta. Para conocer estos datos se recurrió a conteos directos, pesadas utilizando una balanza, y mediciones utilizando una regla graduada. La información obtenida fue registrada en tablas o cuadros para su posterior análisis estadístico, utilizando para ello el software Statistical Analysis System (S.A.S.).

3.5. Técnicas para el procesamiento y análisis de la información

3.5.1. Cálculo de los índices de crecimiento

Los índices del crecimiento fueron calculados a partir de las variables básicas: área foliar y materia seca, con fórmulas preestablecidas existentes para ello, y esto se realizó, al final de las evaluaciones, luego la información fue registrada en tablas para su posterior análisis estadístico. Los índices del crecimiento que se calcularon fueron: Índice de Área Foliar (IAF), Duración de Área Foliar (DAF), Tasa Relativa de Crecimiento Foliar (TRCF), Tasa de Crecimiento del Cultivo (TCC), Tasa Relativa del Crecimiento (TRC), Tasa de Asimilación Neta (TAN), Eficiencia del Área Foliar Para producir Cosecha (EAFPC), Índice de Cosecha (IC).

Las fórmulas utilizadas para calcular los índices fisiológicos de crecimiento fueron obtenidas de Hunt (1990) y la EAFPC de Seminario (1991) y son las siguientes:

Índice de área foliar (IAF) en $\text{dm}^2 \cdot \text{dm}^{-2}$

$$\text{IAF} = \frac{\text{Área foliar de la planta (dm}^2\text{)}}{\text{Área del terreno por planta (dm}^2\text{)}}$$

Duración del área foliar (DAF) en días

$$\text{DAF} = \frac{(\text{IAF}_1 + \text{IAF}_2) (T_2 - T_1)}{2}$$

Donde:

IAF_1 = Índice de Área foliar inicial (dm^2)

IAF_2 = Índice de Área foliar final (dm^2)

T_1 = Tiempo inicial (días)

T_2 = Tiempo final (días)

Tasa relativa de crecimiento foliar (TRCF) en $\text{dm}^2 \cdot \text{dm}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$

$$\text{TRCF} = \frac{\text{Ln AF}_2 - \text{Ln AF}_1}{T_2 - T_1}$$

Tasa de crecimiento de cultivo (TCC) en $\text{g} \cdot \text{dm}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$

$$\text{TCC} = \left(\frac{1}{S} \right) \left(\frac{\text{WS}_2 - \text{WS}_1}{T_2 - T_1} \right)$$

Donde:

S = Área que ocupa cada planta (dm^2)

WS_1 = Peso seco inicial de la planta (g)

WS_2 = Peso seco final de la planta (g)

T_1 = Tiempo inicial (días)

T_2 = Tiempo final (días)

Tasa relativa de crecimiento de la planta (TRC) en g.g⁻¹.d⁻¹

$$\text{TRC} = \frac{\text{Ln WS}_2 - \text{Ln WS}_1}{T_2 - T_1}$$

Tasa de asimilación neta (TAN) en g.dm⁻².d⁻¹

$$\text{TAN} = \left(\frac{\text{WS}_2 - \text{WS}_1}{T_2 - T_1} \right) \left(\frac{\text{Ln AF}_2 - \text{Ln AF}_1}{T_2 - T_1} \right)$$

Eficiencia del área foliar para producir cosecha (EAFPC) en g.dm⁻²

$$\text{EAFPC} = \frac{\text{Rendimiento agronómico}}{\text{Área foliar total}} = \frac{W_{sc}}{AF}$$

Donde:

W_{sc} = Peso seco total de la parte cosechable (g)

AF = Área foliar total (dm²)

Índice de cosecha convencional (IC) en %

$$\text{IC} = \frac{\text{Rendimiento agronómico (g)}}{\text{Rendimiento biológico "en pie" (g)}} \times 100$$

3.5.2. Análisis estadístico

El modelo aditivo lineal para el análisis de variancia es: $Y_{ij} = \mu + t_i + b_j + e_{ij}$. Los datos de cada variable obtenidos fueron analizados utilizando el Análisis de Variancia (ANVA), para saber si hay diferencia entre los factores en estudio y si los factores interactúan entre sí. Cuando existió diferencias significativas entre tratamientos, o entre niveles de un factor, o la interacción de factores se realizó una prueba de rango múltiple (Tukey) para conocer los mejores tratamientos o los

mejores niveles de cada factor; para ello se hizo uso de hojas de cálculo Excel, como también del programa estadístico S.A.S.

Para analizar la información se recurrió a los resultados del procesamiento de los datos, se tabuló la información en cuadros y se confeccionó gráficos comparativos.

3.6. Equipos, materiales, insumos, etc.

3.6.1. Maquinaria

- Tractor

3.6.2. Equipos

- Estufa
- Balanza analítica
- Computadora
- Cámara fotográfica
- Mochila para fumigar

3.6.3. Herramientas

- Palanas
- Picos
- Badilejos
- Barretas
- Martillo
- Manguera
- Regla
- Cilindros

3.6.4. Materiales

- Plástico
- Madera
- Clavos
- Alambre
- Bolsas de papel
- Bolsas de plástico
- Material de escritorio

3.6.5. Insumos

- Semilla de papa de las variedades INIA 302 Amarilis y Chaucha amarilla
- Semilla de quinua
- Fertilizantes: Urea y superfosfato triple de calcio
- Pesticidas: Furadán 4F y Ridomil
- Agua de riego

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Presentación de resultados

El análisis de la información procesada expresa que no hubo significación estadística para la interacción de los factores estudiados (cultivar y densidad de siembra) en ninguna de las variables evaluadas. Por la razón expuesta, la discusión de los resultados se limita al análisis de los factores cultivar y/o densidad de siembra.

4.1.1. Etapas de desarrollo del cultivo

La Tabla 4.1 muestra la duración de cada etapa fenológica en estudio y la diferencia en días entre cada etapa consecutiva, desde la siembra, realizada el 19 de marzo de 2016; asimismo se observa que ambos cultivares se comportaron de modo similar. Esta información es útil en el análisis posterior de los resultados.

Tabla 4.1. Duración de las etapas fenológicas de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis.

Fase	Etapas fenológicas	Días después de la siembra	Duración de las etapas fenológicas
Vegetativa	Emergencia	16	0
	Cinco hojas	26	10
	Botón floral	49	23
Reproductiva	Floración plena	67	18
	Madurez fisiológica	124	57

4.1.2. Análisis de crecimiento

Área foliar e Índice del Área Foliar

Aun cuando las bajas densidades de población se asocian con mayor área foliar (AF) y viceversa (Masarirambi *et al.* 2012), en este trabajo, no se encontró diferencia significativa dependiente de la densidad de siembra para área foliar (Tabla 4.2), pero sí se presentó dependencia estadística entre cultivares en tres de las cinco etapas fenológicas estudiadas (sobresaliendo INIA 302-Amarilis).

Tabla 4.2. Cuadrados medios y significación del ANVA para área foliar (AF) en cinco etapas fenológicas de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis, con dos densidades de siembra.

Fuente	Emergencia (CM)	Cinco hojas (CM)	Botón floral (CM)	Floración plena (CM)	Madurez fisiológica (CM)
Bloques	0,004571	0,159381	10,388168	124,667002	0,91583333
Cultivar	0,039216	1,969920*	120,168723	357,302533*	5,74083333*
Densidad	0,000027	1,328005	1,272705	13,807365	0,10083333
Cult*Den	0,000120	0,216545	18,550533	6,693120	0,10083333

El índice de área foliar (IAF), muestra diferencia significativa y comportamiento sobresaliente de la variedad INIA 302 Amarilis respecto a Chaucha amarilla solamente a la madurez fisiológica (Tabla 4.3 y Figura 4.1) con 0,216 dm² sobre 0.169 dm² del cultivar nativo; al respecto, el trabajo de Quispe *et al.* (1997) pone de manifiesto que el genotipo de la planta es esencialmente influyente en el valor de IAF. Adicionalmente, se observó que el IAF tiene una importante dependencia de la densidad de siembra, mostrando diferencia significativa en tres de las etapas fenológicas estudiadas a favor de la densidad de siembra de 37 037 plantas. ha⁻¹, siendo importante resaltar los valores obtenidos en la etapa de floración plena, que fueron los mayores registrados (1,38 para la densidad de siembra de 37037 plantas. ha⁻¹, y 0,97 para la menor densidad de siembra). Estos resultados son congruentes con los obtenidos en otras especies vegetales también, como por ejemplo el trabajo de Sánchez *et al.* (2011) quienes en un estudio con el objetivo de identificar genotipos de maíz con potencial forrajero concluyeron que el mayor IAF se alcanzó con 83333 plantas. ha⁻¹ (la mayor densidad de siembra en su estudio) y el menor IAF se obtuvo con 50 000 plantas. ha⁻¹ correspondiente a la menor densidad de siembra de la investigación aludida. Otro estudio que respalda la influencia de la densidad de siembra sobre el IAF es el realizado por Arcila y Chaves (1995) en el que se observó que el IAF en cafeto varía con la edad y la densidad de siembra, obteniéndose valores

máximos de 9,8; y 5,8 respectivamente para 5 000, y 2 500 plantas. ha⁻¹. Finalmente, estudiando el efecto de la densidad de siembra sobre el crecimiento de plantas de rábano (*Raphanus sativus* L.) bajo invernadero, Criollo y García (2009) mencionan que el IAF y la tasa de crecimiento del cultivo (TCC) se incrementaron con la densidad de población de plantas, con valores máximos a los 24 días después del trasplante.

Tabla 4.3. Cuadrados medios y significación del ANVA para el índice de área foliar (IAF) en cinco etapas fenológicas de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis con dos densidades de siembra.

Fuente	Emergencia (CM)	Cinco hojas (CM)	Botón floral (CM)	Floración plena (CM)	Madurez fisiológica (CM)
Bloques	0,0000070	0,0002243	0,0121711	0,1532823	0,0009001
Cultivar	0,0000480	0,0022413	0,1408333	0,3960333	0,0065801*
Densidad	0,0000213	0,0043320*	0,1037880	0,5266830*	0,0076508*
Cult*Den	0,0000003	0,0004813	0,0363000	0,0010830	0,0008853

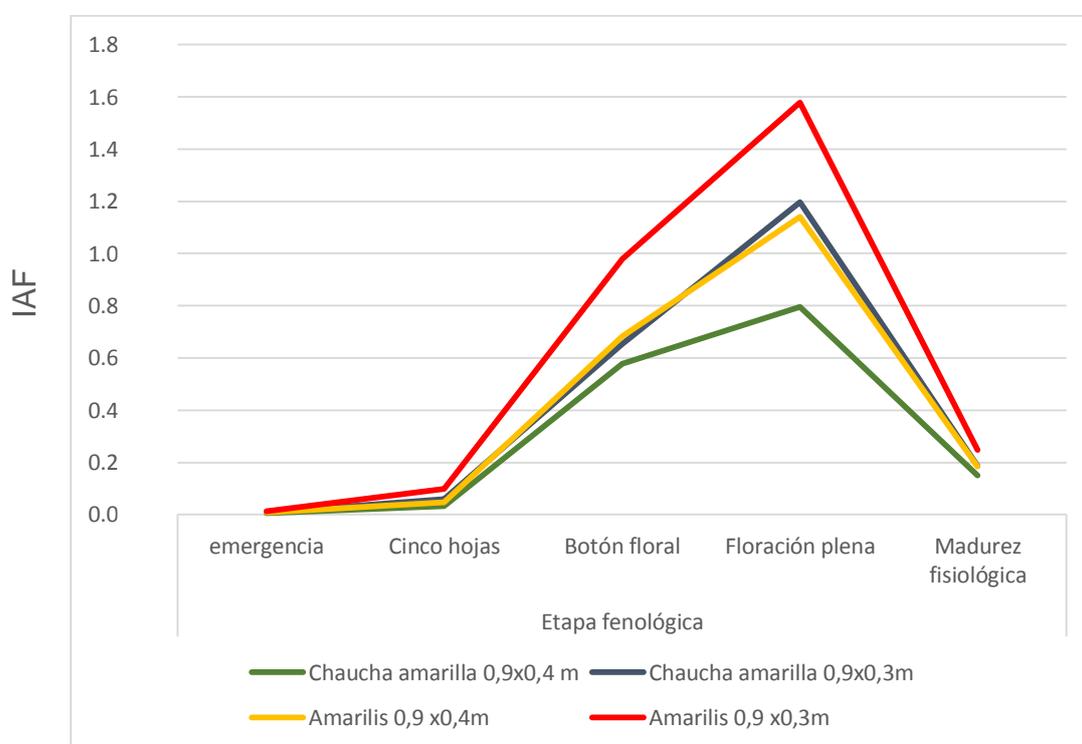


Figura 4.1. Comportamiento del índice de área foliar (IAF) en cinco etapas fenológicas de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis con dos densidades de siembra.

Lo anteriormente expresado nos lleva a deducir que el distanciamiento de 0,9 x 0,3 m para los cultivares de papa en estudio nos permite un mejor aprovechamiento del espacio y de la luz que el distanciamiento de 0,9 x 0,4.m. Podemos inferir que la mayor cantidad de hojas debida a la mayor densidad de siembra no implica autosombreamiento que afecte la tasa fotosintética del cultivo en las etapas fenológicas estudiadas.

Duración de Área Foliar (DAF)

El índice denominado Duración de Área Foliar (DAF) relaciona el IAF con el tiempo, representa la capacidad de producción de hojas en el periodo de crecimiento del cultivo, e indica también la persistencia del follaje (Hunt 1978). En este estudio, se encontró diferencia significativa entre cultivares, en todas las etapas del cultivo, siendo superior INIA 302 Amarilis, aun cuando ambas variedades son precoces con periodo vegetativo similar (Tabla 4.4). Kooman y Rabinge, citados por Santos *et al.*, (2010), expresan que la DAF tiene correlación con la precocidad, ya que la longevidad de las hojas en los cultivos precoces es menor, mientras en los cultivos tardíos es mayor.

Tabla 4.4. Cuadrados medios y significación del ANVA para la duración de área foliar (DAF) en cinco etapas fenológicas de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis con dos densidades de siembra.

Fuente	Emergencia- Cinco hojas (CM)	Cinco hojas- Botón floral (CM)	Botón floral- Floración plena (CM)	Floración plena-Madurez fisiológica (CM)
Bloques	0,00380833	1,58839108	15,86985075	107,5243832
Cultivar	0,07363333*	23,62652033*	81,74520000*	409,9449203 *
Densidad	0,12403333*	19,91248033	88,94407500*	537,1267213*
Cult*Den	0,01267500	5,96994133	4,04376300	2,5742803

También se observó una importante influencia del distanciamiento de siembra en el valor de este índice fisiológico, con valores estadísticamente superiores con la densidad de siembra de 37037 plantas.ha⁻¹. La Figura 4.2. muestra los valores de DAF de los cultivares en estudio; sin embargo, para tener una mejor descripción del comportamiento de este índice, debería estudiarse utilizando mayor cantidad de evaluaciones del cultivo, sobre todo entre las fases fenológicas de floración plena y madurez fisiológica. Adicionalmente, aun cuando Hunt (1990) expresa que la curva para este índice tiene un comportamiento ascendente, Santos *et al.* (2010) afirman que en su investigación, tras alcanzar un máximo a las 10 a 12 semanas, los valores de DAF disminuyeron hasta alcanzar los valores más bajos a las 18 semanas.

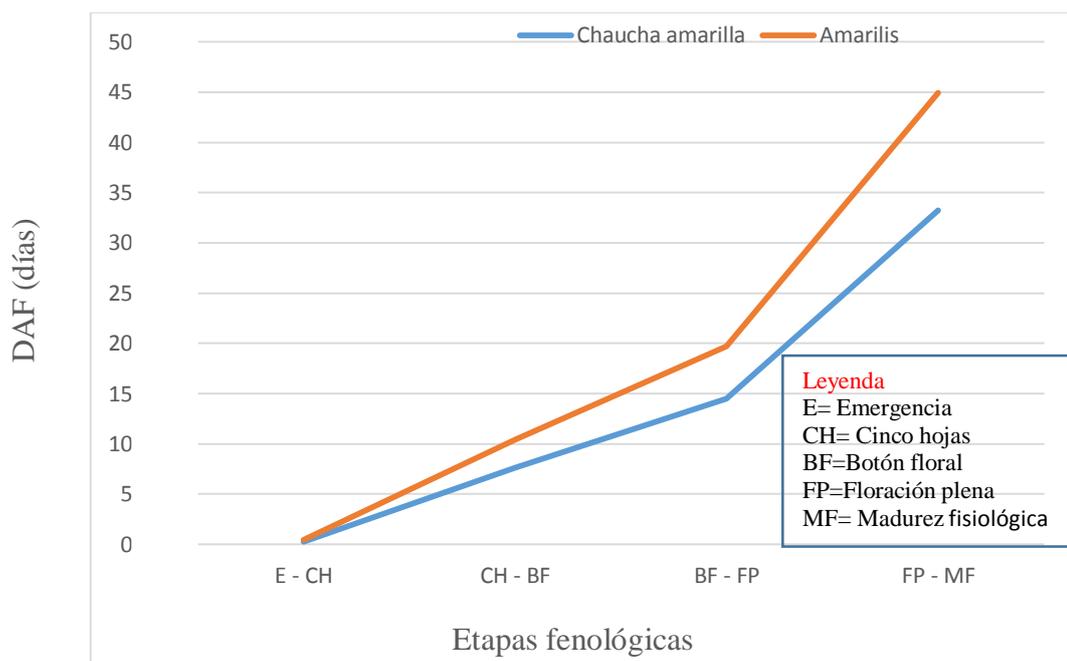


Figura 4.2. Duración del área foliar de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis en cinco etapas fenológicas del cultivo.

Tasa Relativa de Crecimiento Foliar (TRCF)

Hunt (1990) explica que este índice expresa el incremento de área foliar por unidad de área foliar existente y por unidad de tiempo; y es útil para conocer cómo el área foliar actual influencia el incremento de la misma en una etapa fenológica determinada. En este trabajo el comportamiento de los diferentes tratamientos en estudio respecto a la TRCF en cinco etapas del cultivo (Figura 4.3), no fue afectado ni por los cultivares en estudio, ni por las densidades de siembra (Tabla 4.5); siendo el comportamiento de ambos cultivares, bajo las dos densidades de siembra utilizadas, similar y descendente; lo cual fue observado también por Borrego *et al.* (2000) quienes en su investigación, lo explican como mayor al inicio debido a una mayor succulencia y extensión del follaje en etapas de crecimiento vegetativo acelerado, y disminución una vez iniciada la tuberización y llenado de tubérculos.

Tabla 4.5. Cuadrados medios y significación del ANVA para la tasa relativa de crecimiento foliar (TRCF) en cinco etapas fenológicas de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis con dos densidades de siembra.

Fuente	Emergencia- Cinco hojas (CM)	Cinco hojas- Botón floral (CM)	Botón floral- Floración plena (CM)	Floración plena- Madurez fisiológica (CM)
Bloques	0,00259408	0,00014408	0,00014433	0,00007558
Cultivar	0,00019200	0,00022533	0,00000008	0,00000208
Densidad	0,00425633	0,00073633	0,00054675	0,00002408
Cult*Den	0,00045633	0,00001200	0,00039675	0,00003675

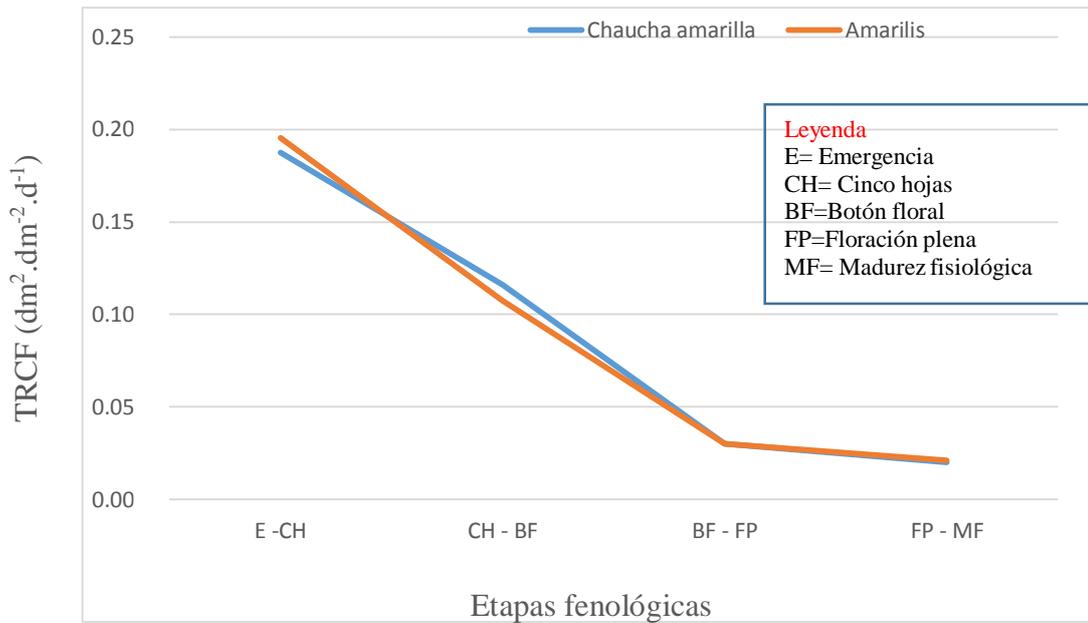


Figura 4.3. Tasa relativa de crecimiento foliar de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis en cinco etapas fenológicas del cultivo.

Tasa de Crecimiento del Cultivo (TCC)

La TCC es el incremento de material de la planta por área de terreno por unidad de tiempo (Valverde y Saenz, mencionados por Borrego *et al.* 2000), y según Hunt, mencionado por Santos *et al.* (2010) indica la eficiencia productiva de biomasa por unidad de superficie de suelo y por unidad de tiempo. Esta tasa indica la velocidad de crecimiento del cultivo en $\text{g}\cdot\text{día}^{-1}$ (Borrego *et al.* 2000). En la Tabla 4.6 se observa que la mayor densidad de siembra presentó estadísticamente un mayor TCC en las etapas comprendidas entre “emergencia” y “cinco hojas”, y “floración plena” y “madurez fisiológica”; esto concuerda con lo mencionado por Criollo y García (2009) quienes afirman que el IAF y la Tasa de crecimiento del cultivo (TCC) en su estudio se incrementaron con la densidad de plantas, alcanzándose los valores máximos a los 24 días después del trasplante. Esto reafirma nuestra conclusión de la mayor densidad de siembra utilizada en este estudio permite un mejor aprovechamiento de luz y espacio.

La Tabla 4.6 y la Figura 4.4. nos muestran diferencia significativa en el comportamiento del incremento del material por planta entre los cultivares Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis, **solamente en la etapa comprendida entre “cinco hojas” y “botón floral”**, siendo superior INIA 302 Amarilis; sin embargo, habiendo realizado solamente cinco evaluaciones, y siendo las dos últimas bastante distanciadas (a los 67 y 124 días después de las siembra respectivamente), es evidente de que existe un comportamiento en la TCC aún oculto a nuestros ojos en ese lapso, el mismo que de acuerdo a Borrego *et al.* (2000); suele tener un incremento importante desde el inicio de tuberización, pero luego decrece por la progresiva senescencia de las hojas desde la base.

Tabla 4.6. Cuadrados medios y significación del ANVA para la tasa de crecimiento del cultivo (TCC) en cinco etapas fenológicas de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis con dos densidades de siembra.

Fuente	Emergencia- Cinco hojas (CM)	Cinco hojas- Botón floral (CM)	Botón floral- Floración plena (CM)	Floración plena- Madurez fisiológica (CM)
Bloques	0,01334533	0,22178858	15, 57275925	11,57134300 **
Cultivar	0,00205408	4,96396033*	39,83985208	0,54442800
Densidad	0,16403408*	0,47680533	4,62893408	7,98700833**
Cult*Den	0,02125208	0,14696533	2,65738408	0,12979200

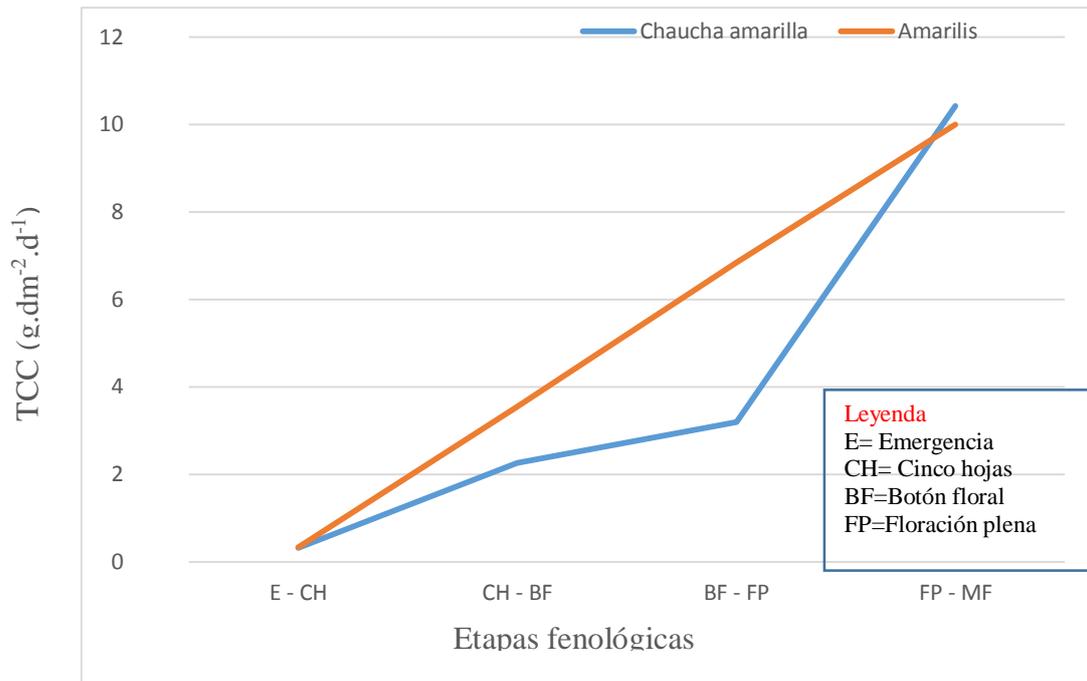


Figura 4.4. Tasa de crecimiento del cultivo para los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis en cinco etapas fenológicas del cultivo.

La Figura 4.4 muestra además incrementos constantes en Amarilis, pero un incremento pronunciado en Chaucha amarilla después de floración plena, momento en que el aumento de puntos vertedero (formación de tubérculos) empieza a ser importante en este cultivar (ver Tabla 4.21); estos resultados coinciden con los obtenidos por Santos *et al.* (2010), quienes expresan que los altos valores de TCC en su investigación coinciden con los momentos en que se presentó un alto potencial de demanda de carbohidratos, ello permite corroborar la influencia de este factor en la eficiencia para la producción de materia seca. El retraso observado en el cultivar nativo para empezar a incrementar su biomasa, debería tenerse en cuenta para realizar un manejo del cultivo que conlleve a optimizar su producción.

Tasa Relativa de Crecimiento (TRC)

La TRC es el índice de eficiencia de producción de materia seca (Santos *et al.* 2010) y expresa el crecimiento en términos de incremento de materia seca de la planta por peso seco existente por unidad de tiempo (Hunt 1990).

Tabla 4.7. Cuadrados medios y significación del ANVA para la tasa relativa de crecimiento (TRC) en cinco etapas fenológicas de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis con dos densidades de siembra.

Fuente	Emergencia- Cinco hojas (CM)	Cinco hojas- Botón floral (CM)	Botón floral- Floración plena (CM)	Floración plena- Madurez fisiológica (CM)
Bloques	0,00047425	0,00013675	0,00043008	0,00007658
Cultivar	0,00371008	0,00037408	0,00010208	0,00028033*
Densidad	0,00460208	0,00023408	0,00002408	0,00001200
Cult*Den	0,00088408	0,00001875	0,00054675	0,00000833

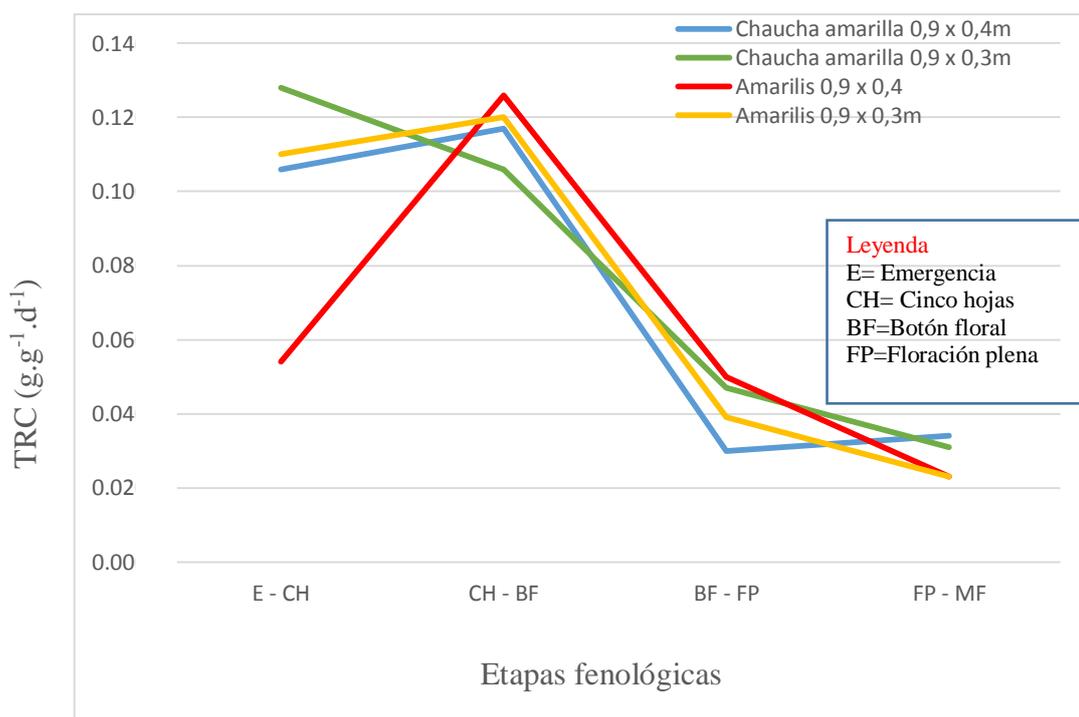


Figura 4.5. Tasa relativa de crecimiento para los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis con dos densidades de siembra en cinco etapas fenológicas del cultivo.

La eficiencia de producción de materia seca (TRC) es depende estadísticamente del genotipo solamente entre las etapas de floración plena y madurez fisiológica, siendo más eficiente la TRC en ese periodo en Chaucha amarilla; además no hay significación estadística para densidad de siembra (Tabla 4.7 y Figura 4.5).

La mayor eficiencia de Chaucha amarilla para producir materia seca en ese periodo explicaría los resultados mostrados por la Tabla 4.12 que resume los análisis de variancia de acumulación total de materia seca en las cinco etapas fenológicas estudiadas, donde se observa que el contenido de materia seca total de ambos cultivares se acerca estadísticamente al momento de la cosecha aun cuando en las etapas anteriores es muy superior en Amarilis. Esto recalca la importancia de estudiar un manejo particular para el cultivar nativo en estudio y sus implicaciones en la productividad. Es importante tener en cuenta lo señalado por Dwelle, citado por Santos *et al.* (2010), quien menciona que incrementos en la demanda pueden incrementar la salida de fotosintatos de la fuente, y que en papa se ha encontrado que después el inicio de tuberización la tasa fotosintética se incrementa, en dos o tres veces, al igual que los asimilados transportados desde las hojas, la mayoría hacia los tubérculos.

El manejo para Chaucha amarilla podría incluir un esfuerzo para lograr la mayor área foliar posible hasta el momento de floración plena, para de esta manera fortalecer la potencia de la fuente, que está dada por el producto del tamaño de la fuente (AF) por la actividad de la fuente (TAN) y poder responder a la regulación de la potencia de la demanda dada por el producto del tamaño de la demanda (peso seco) por la actividad de la demanda (TRC), conceptos explicados por Santos *et al.* (2010).

Tasa de Asimilación Neta (TAN)

La TAN es un indicador de la eficiencia fotosintética promedio, mide la ganancia neta de asimilados por unidad de área foliar y por unidad de tiempo (Santos *et al.* 2010). En este estudio está expresada en gramos de materia seca formada por decímetro cuadrado de área foliar por día.

La TAN se mostró estadísticamente superior en Chaucha amarilla solamente en los periodos comprendidos entre la etapa de emergencia y cinco hojas, y entre la floración plena y madurez fisiológica (Tabla 4.8), pero no hubo significación estadística de este índice para densidad de siembra; además como es de esperar, la Figura 4.6 de la TAN y la Figura 4.5. de la TRC son muy similares, representando a la actividad de la fuente y la actividad de la demanda respectivamente, aspectos muy relacionados entre sí.

Cabe destacar que se observa un incremento de la TAN en el periodo final en Chaucha, lo cual es explicado por Oliveira *et al.*, citados por Santos *et al.*, (2010), indicando que el comportamiento de la TAN en papa es diferente al observado en otras especies, debido a que la acumulación de reservas ocurre en los tubérculos y no en la parte aérea de la planta, razón por la cual la TAN en plantas de papa, puede incrementar al final del ciclo del cultivo, debido a una alta actividad de la demanda (llenado de tubérculos).

Además, teniendo en cuenta que la eficiencia fotosintética es influida por la demanda de fotosintatos, es de suponer que Chaucha amarilla debería tener una mayor cantidad de tubérculos o puntos de crecimiento para generar una mayor demanda y consecuentemente estimular una mayor producción de asimilados; lo cual en efecto ocurre pero sólo numéricamente (Tabla 4.36).

Tabla 4.8. Cuadrados medios y significación del ANVA para la tasa de asimilación neta (TAN) en cinco etapas fenológicas de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis con dos densidades de siembra.

Fuente	Emergencia- Cinco hojas (CM)	Cinco hojas- Botón floral (CM)	Botón floral- Floración plena (CM)	Floración plena- Madurez fisiológica (CM)
Bloques	0,00107425	0,00022258	0,00071633	0,00023175
Cultivar	0,00826875**	0,00213333	0,00216008	0,00044408*
Densidad	0,00190008	0,00040833	0,00001008	0,00016875
Cult*Den	0,00161008	0,00013333	0,00066008	0,00003675

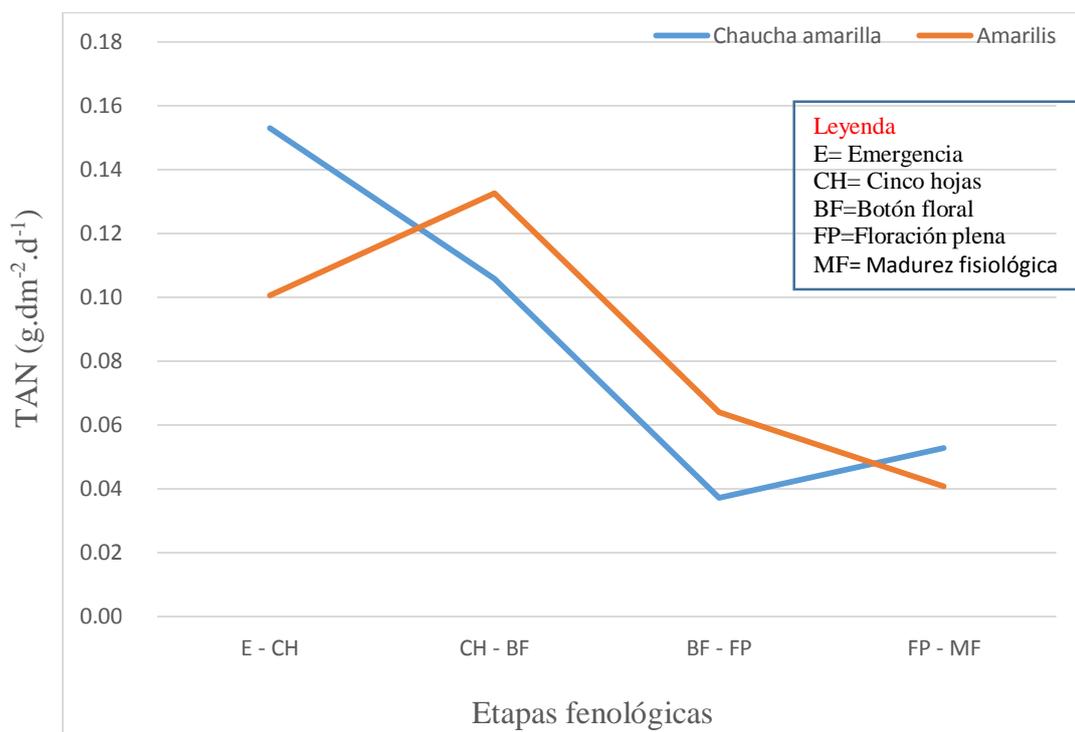


Figura 4.6. Tasa de asimilación neta para los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis en cinco etapas fenológicas del cultivo.

Eficiencia del Area Foliar para Producir Cosecha (EAFPC)

La EAFPC expresa el rendimiento agronómico o peso seco total de la parte cosechable en gramos por área foliar total en decímetros cuadrados. En este estudio no se presentó significación estadística para los factores cultivar y distanciamiento de siembra (Tabla 4.9), aun cuando Chaucha numéricamente presentó una media de 1.34 g.dm⁻², superior a Amarilis que tuvo una media de 1.14 g.dm⁻² (Tabla 4.10).

Tabla 4.9. ANVA de La Eficiencia del Área Foliar para Producir Cosecha (EAFPC) de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis.

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fc	Significación
Bloques	2	0,07827950	0,03913975	1,11	N.S.
Cult	1	0,11741408	0,11741408	3,32	N.S.
Den	1	0,03050208	0,03050208	0,86	N.S.
Cult*Den	1	0,01074008	0,01074008	0,30	N.S.
Error	6	0,21210850	0,03535142		
Total	11	0,44904425			

Coefficiente de variación 15,17206

Tabla 4.10. Medias de la Eficiencia del Area Foliar para Producir Cosecha (EAFPC), según cultivar.

Media	Cultivar
1,3382	Chaucha amarilla
1,1403	INIA 302 Amarilis

Estos resultados son bajos comparados con los obtenidos por Seminario y Ruiz (1998) en Chago (*Mirabilis expansa*), de 2,19 a 5,09 g dm⁻²; por Kohashi y García, citados por Seminario (1991) en maíz (*Zea mays*) de 1,6 a 1,8 g.dm⁻², y por Seminario y Seminario (1995) en frijol arbustivo de 1,42 gdm⁻²; no obstante, este es un índice que depende mucho del momento en que se realiza el cálculo del área foliar y de los criterios para seleccionar las hojas a evaluar.

Indice de Cosecha (IC)

Para Mackerron y Heibronn, citados por Mora et al. (2006), el índice de cosecha determina la relación en distribución de biomasa seca en la planta completa y los órganos de importancia antropocéntrica por lo que es considerado el índice de eficiencia fisiológica. Según Rajwade *et al.* (2000), este índice en papa varía desde 57 a 91%, dependiendo esto también del estado de madurez de los tubérculos a la cosecha y del estado de senescencia del follaje; Mora *et al.* (2006) afirman haber obtenido índices de cosecha entre 84 a 91% en los cultivares precoces Alpha, Norteña, y en el clon precoz C-771A11, pero un índice de cosecha de 48% en el genotipo tardío Puebla.

En este ensayo, según lo muestra la Tabla 4.11. no hay diferencia estadística entre el índice de cosecha de los cultivares estudiados, presentando Chaucha amarilla un IC de 63.14%, e INIA 302 Amarilis un IC de 60.68%; aunque el peso fresco del total de tubérculos cosechados y el peso fresco de tubérculos comerciales es estadísticamente superior en Amarilis (Tabla 4.37 y Tabla 4.38. que se analizarán más adelante), lo que se explica por el mayor porcentaje de materia seca de los tubérculos del cultivar nativo.

Tabla 4.11. ANVA del índice de cosecha (IC) de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis.

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fc	Significación
Bloques	2	42,88535000	21,44267500	3,43	N.S.
Cult	1	18,17940833	18,17940833	2,91	N.S.
Den	1	8,35000833	8,35000833	1,34	N.S.
Cult*Den	1	0,46807500	0,46807500	0,07	N.S.
Error	6	37,5243833	6,2540639		
Total	11	107,4072250			

Coefficiente de variación 4,039269

En esta investigación se encontró una baja correlación negativa entre el IAF y el índice de cosecha (con un Coeficiente de Correlación = -0.21); lo cual indica que el creciente Índice de Área Foliar, aunque pueda implicar un incremento del rendimiento, involucra una decreciente eficiencia en la producción y transporte de materia seca para la parte aprovechable o comercializable; debido probablemente, a que como lo expresan Hay y Walker (1989), los estratos medio e inferior del follaje no son abastecidos con suficiente luz para realizar la fotosíntesis con eficiencia. Al respecto Juzl y Stefl (2002) en un estudio sobre el efecto del índice de área foliar sobre el rendimiento de papa, afirman que con mayores índices de área foliar, el rendimiento de los cultivares de papa Korela y Rosara también creció.

Si bien el índice de área foliar (IAF) se incrementa con la mayor densidad de siembra (Arcila y Chaves, 1995; Criollo y García, 2009; Sánchez et al. 2011); y de la misma manera a mayor IAF se obtiene mayor rendimiento por área de suelo (Juzl y Stefl, 2002); ello no significa que con mayor IAF se obtiene mayor IC, porque como lo explica Wiersema (1987) altas densidades de tallos causan reducción del tamaño y número de tubérculos **por planta**.

Materia Seca (MS)

Materia seca total por planta. La tablas 4.12. y 4.13, y la Figura 4.7 presentan un resumen de la tablas 71 a 81 del Anexo 5. en esta información se observa que Amarilis es estadísticamente muy superior a Chaucha en cuanto a acumulación de materia seca total por planta en las primeras cuatro etapas fenológicas evaluadas, pero al llegar a la madurez fisiológica la diferencia de acumulación total de materia seca disminuye entre ambas; esto fue explicado en el análisis de TRC, en base a la mayor eficiencia de Chaucha amarilla para producir materia seca en el periodo comprendido entre “floración plena” y “madurez fisiológica”.

También se observó que la densidad de siembra de 27777 plantas. ha⁻¹ es significativamente superior que 37037 plantas. ha⁻¹ en cuanto al contenido **total** de materia seca; esto confirma lo expresado por Thompson y Taylor citados por Hay y Waker (1989) quienes mencionan que como resultado del incremento de la densidad de siembra, el peso medio de los tubérculos disminuye. Respecto a las diferencias en la acumulación de materia seca en diferentes cultivares de papa, Ñustez *et al.* (2009) expresan que estas deben tener importantes implicancias en el manejo de los cultivares estudiados.

Tabla 4.12. Cuadrados medios y significación del ANVA para contenido de materia seca total ($\text{g} \cdot \text{planta}^{-1}$) en cinco etapas fenológicas de los cultivares de papa, Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis, con dos densidades de siembra.

Fuente	Emergencia (CM)	Cinco hojas (CM)	Botón floral (CM)	Floración plena (CM)	Madurez fisiológica (CM)
Bloques	0,000484	0,092876	27,442542	440,894105	2088,38655**
Cultivar	0,434721**	0,540176*	477,843681**	3511,656533**	2005,18453*
Densidad	0,055488	0,291408	0,267605	2,753292	1707,42163*
Cult*Den	0,019521	0,090480	37,864321	72,108421	0,01763

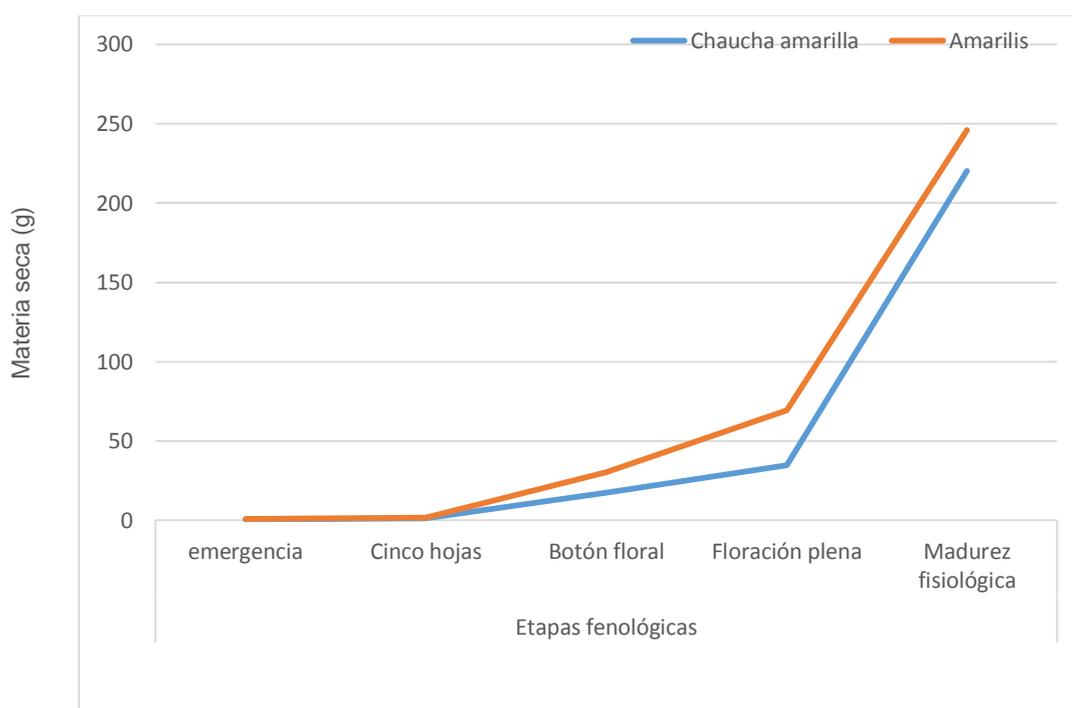


Figura 4.7. Acumulación de materia seca total ($\text{g} \cdot \text{planta}^{-1}$) en cinco etapas fenológicas de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis.

Tabla 4.13. Medias de materia seca total en gramos, por planta en cinco etapas fenológicas de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis.

Cultivar	Emergencia	Cinco hojas	Botón floral	Plena floración	Madurez fisiológica
Chaucha a.	0,4170	1,3560	17,6210	34,8680	220,1900
Amarilis	0,7977	1,7803	30,2420	69,1780	246,0400

Asignación de materia seca a las hojas. Respecto a la acumulación de materia seca en hojas, la densidad de siembra solamente influye estadísticamente en la etapa de cinco hojas, siendo superior con la densidad de 37037 plantas.ha⁻¹, pero el factor

cultivar influye estadísticamente en tres de las etapas estudiadas (con significación estadística en “cinco hojas” y “botón floral”, y con alta significación en “madurez fisiológica”), y en todos los casos con mayor cantidad de materia seca en hojas de Amarilis (Tabla 4.14, Tabla 4.15, Tabla 4.16, Figura 4.8 y Figura 4.9).

Es más digna de destacar la mayor acumulación de materia seca en hojas en el cultivar Amarilis a la madurez fisiológica; lo cual sugiere un manejo que contribuya a optimizar la translocación de fotosintatos en ese cultivar; tal como lo expresa Núñez *et al.* (2009) para variedades que presentan tendencia a la asignación de materia seca a la parte aérea de la planta, deben formularse planes de fertilización guiados a incrementar el número de tubérculos y mejorar el llenado de los mismos, mientras que el incremento en el uso de Nitrógeno, puede desfavorecer la producción de tubérculo de esta variedad si se tiene en cuenta que es un elemento nutriente que favorece el desarrollo foliar de las plantas.

Tabla 4.14. Cuadrados medios y significación del ANVA para asignación de materia seca a hojas ($\text{g} \cdot \text{planta}^{-1}$) en cinco etapas fenológicas de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis.

Fuente	Emergencia (CM)	Cinco hojas (CM)	Botón floral (CM)	Floración plena (CM)	Madurez fisiológica (CM)
Bloques	0,002242	0,047772	12,155852	72,947029	16,734408
Cultivar	0,011532	0,303372*	131,274675*	72,619200	433,080675**
Densidad	0,000833	0,225228*	1,474203	0,035861	57,509408
Cult*Den	0,001281	0,048641	1,559523	16,277381	0,005208

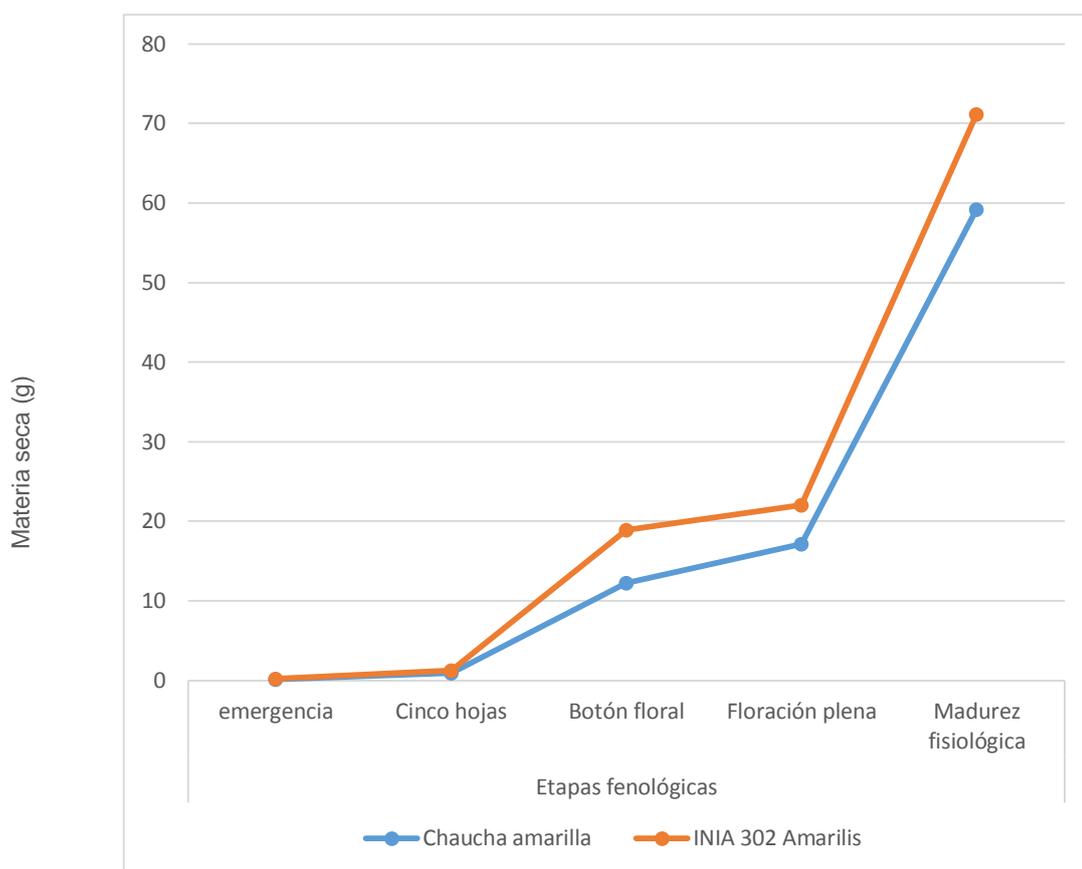


Figura 4.8. Asignación de materia seca, según cultivar, a hojas (g. planta⁻¹) en cinco etapas fenológicas del cultivo.

Tabla 4.15. Medias de la asignación de materia seca a hojas (g. planta⁻¹) de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis en cinco etapas fenológicas.

Cultivar	Emergencia	Cinco hojas	Botón floral	Floración plena	Madurez fisiológica
Chaucha a.	0,153	0,939	12,266	17,129	59,177
INIA 302	0,215	1,257	18,881	22,049	71,192

Tabla 4.16. Medias de la asignación de materia seca a hojas (g . planta⁻¹) según densidad de siembra para los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis en cinco etapas fenológicas.

Densidad de siembra (plantas. ha ⁻¹)	Emergencia	Cinco hojas	Botón floral	Floración plena	Madurez fisiológica
27777	0,193	0,961	15,924	19,534	67,373
37037	0,176	1,235	15,223	19,643	62,995

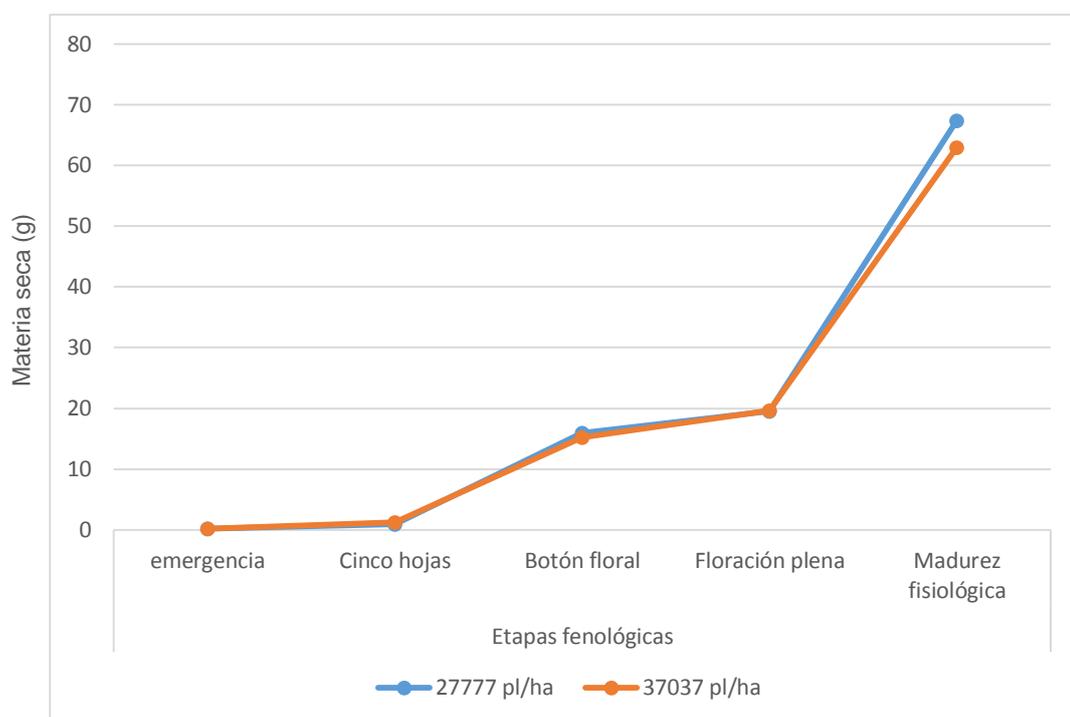


Figura 4.9. Asignación de materia seca, según densidad de siembra, a hojas ($\text{g} \cdot \text{planta}^{-1}$) en cinco etapas fenológicas del cultivo.

Asignación de materia seca a tallos. Tal como se observó en la asignación de materia seca a hojas, también aquí Amarilis muestra estadísticamente una mayor acumulación de materia seca en tres de las etapas fenológicas estudiadas, y en madurez fisiológica indica una menor eficiencia de translocación hacia los tubérculos (Tabla 4.17, Tabla 4.18 y Figura 4.10); lo que confirma la sugerencia hecha en el análisis de la asignación de materia seca a hojas.

Tabla 4.17. Cuadrados medios y significación del ANVA para asignación de materia seca a tallos ($\text{g} \cdot \text{planta}^{-1}$) en cinco etapas fenológicas de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis.

Fuente	Emergencia (CM)	Cinco hojas (CM)	Botón floral (CM)	Floración plena (CM)	Madurez fisiológica (CM)
Bloques	0,001033	0,006604	3,610800	15,404684	17,067186*
Cultivar	0,120000**	0,026133*	12,921025	3,123240	49,086075**
Densidad	0,013601	0,003333	0,040368	2,581696	1,380408
Cult*Den	0,012805	0,005633	8,758625	0,279075	0,735075

Tabla 4.18. Medias de la asignación de materia seca a tallos (g . planta⁻¹) de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis en cinco etapas fenológicas.

Cultivar	Emergencia	Cinco hojas	Botón floral	Floración plena	Madurez fisiológica
Chaucha amarilla	0,191	0,412	4,881	9,774	21,170
INIA 302 Amarilis	0,391	0,506	6,956	10,794	25,215

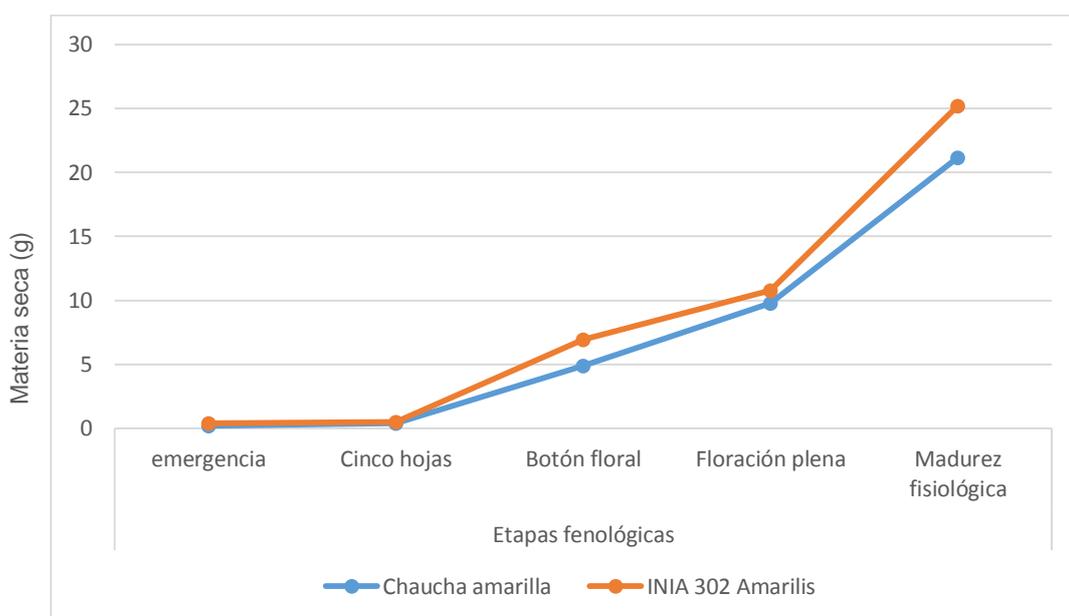


Figura 4.10. Asignación de materia seca a tallos (g . planta⁻¹) en cinco etapas fenológicas de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis.

Asignación de materia seca a tubérculos. Chaucha amarilla empezó el proceso de tuberización aproximadamente 20 días después que INIA 302 Amarilis, pues en la tercera y cuarta evaluaciones realizadas a “botón floral” y “floración plena” realizadas a los 49 y 67 días después de la siembra respectivamente, se puede ver (Tabla 4.20, Tabla 4.21 y Figura 4.11) que Chaucha amarilla está visiblemente rezagada en cuanto a la producción y llenado de tubérculos, tanto en número y en peso, esto probablemente explique en parte la menor producción (peso fresco) del cultivar nativo, pues tendría menos tiempo para el llenado de tubérculos, lo cual exige un manejo conducente a lograr que la mayor área foliar posible para Chaucha se logre aproximadamente en floración plena.

Una vez más, aquí se observa que el cultivar nativo presenta una muy alta eficiencia para producir materia seca, porque iniciando el proceso de tuberización con retraso, logra acumular en los tubérculos la suficiente materia seca que le confiere similitud estadística con Amarilis en madurez fisiológica (Tabla 4.19). Estos resultados contrastan con los obtenidos por Nústez *et al.* (2009), en variedades mejoradas, en las cuales el comportamiento de acumulación de materia seca en tubérculos fue similar hasta las 14 semanas después de emergencia, para luego diferenciarse unas de otras hasta la semana 18 después de la emergencia.

Tabla 4.19. Cuadrados medios y significación del ANVA para asignación de materia seca a tubérculos ($\text{g} \cdot \text{planta}^{-1}$) en cinco etapas fenológicas de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis.

Fuente	Emergencia (CM)	Cinco hojas (CM)	Botón floral (CM)	Floración plena (CM)	Madurez fisiológica (CM)
Bloques	---	---	1,659710	84,759702	1472,38042*
Cultivar	---	---	31,021536**	2313,074401**	287,72813
Densidad	---	---	4,269747	0,119201	1060,32000*
Cult*Den	---	---	4,099683	11,516961	0,63480

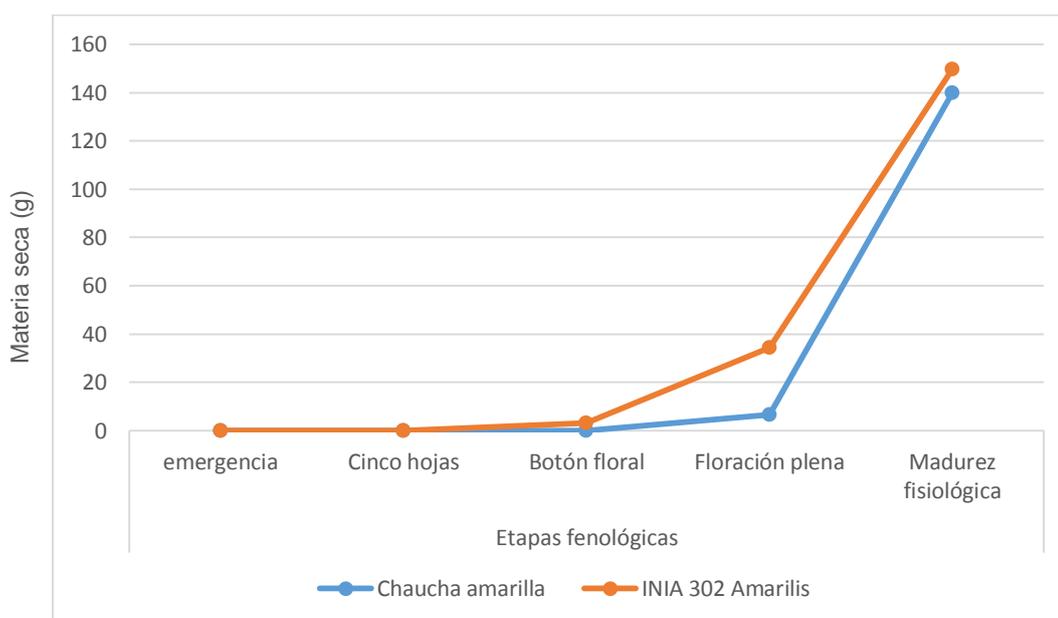


Figura 4.11. Asignación de materia seca a tubérculos ($\text{g} \cdot \text{planta}^{-1}$) en cinco etapas fenológicas de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis.

Tabla 4.20. Medias de la asignación de materia seca a tubérculos (g . planta⁻¹) de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis en cinco etapas fenológicas.

Cultivar	Emergencia	Cinco hojas	Botón floral	Floración plena	Madurez fisiológica
Chaucha amarilla	0,0	0,0	0,0400	6,6920	139,8400
INIA 302 Amarilis	0,0	0,0	3,2557	34,4590	149,6400

Tabla 4.21. Producción promedio del número y peso fresco en gramos de tubérculos por planta de los cultivares Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis a los 49 y 67 días después de la siembra (tercera y cuarta evaluaciones respectivamente).

Días después de la siembra	Cultivar			
	INIA 302 Amarilis		Chaucha amarilla	
	Nº promedio de tubérculos	Peso promedio de tubérculos	Nº promedio de tubérculos	Peso promedio de tubérculos
49	7,70	24,80	0,30	0,33
67	14,23	215,03	7,43	41,97

Asignación de materia seca a diferentes órganos de la planta en cinco etapas fenológicas del cultivo. La información aquí presentada compendia los resultados del procesamiento estadístico de los datos, respecto a asignación de materia seca, que están registrados en las tablas 82 a 104 del Anexo 5.

Tabla 4.22. Cuadrados medios y significación del ANVA para asignación de materia seca a diferentes órganos vegetales (g . planta⁻¹) en la etapa de “emergencia” de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis.

Fuente	Hojas (CM)	Tallos (CM)	Tubérculos (CM)
Bloques	0,00224233	0,00103300	---
Cultivar	0,01153200	0,12000000**	---
Densidad	0,00083333	0,01360133	---
Cult*Den	0,00128133	0,01280533	---

Tabla 4.23. Medias de la asignación de materia seca a diferentes órganos vegetales (g . planta⁻¹) en la etapa fenológica “emergencia” a plantas de papa de los cultivares Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis.

Cultivar	Hojas	Tallos	Tubérculos
INIA 302 Amarilis	0,215	0,391	0,0
Chaucha amarilla	0,153	0,191	0,0

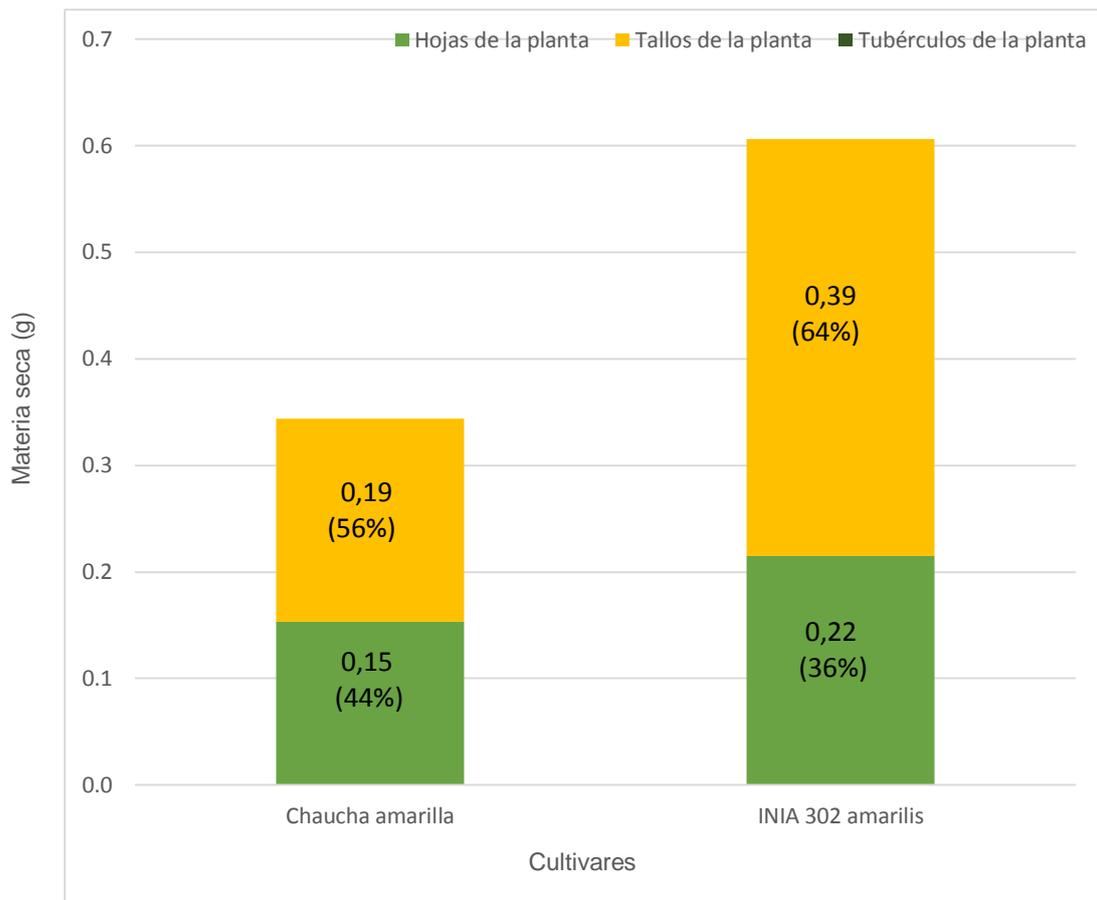


Figura 4.12. Asignación de materia seca (g y %) a los órganos de la planta según cultivar, en el estadio de emergencia.

Tabla 4.24. Cuadrados medios y significación del ANVA para asignación de materia seca a diferentes órganos vegetales (g . planta⁻¹) en la etapa de “cinco hojas” de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis.

Fuente	Hojas (CM)	Tallos (CM)	Tubérculos (CM)
Bloques	0,04777233	0,00660400	---
Cultivar	0,30337200*	0,02613333*	---
Densidad	0,22522800*	0,00333333	---
Cult*Den	0,04864133	0,00563333	---

Tabla 4.25. Medias de la asignación de materia seca a diferentes órganos vegetales (g . planta⁻¹) en la etapa fenológica cinco hojas a plantas de papa de los cultivares Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis.

Cultivar	Hojas	Tallos	Tubérculos
Chaucha amarilla	0,939	0,412	0,0
INIA 302 Amarilis	1,257	0,506	0,0

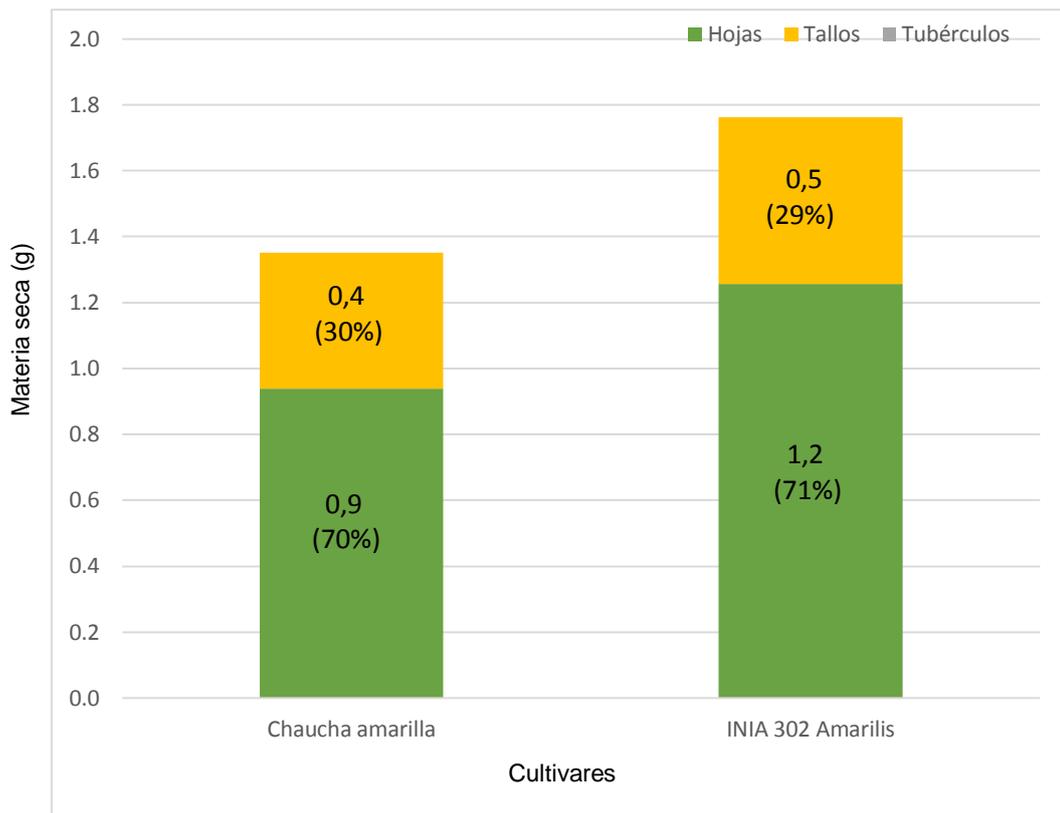


Figura 4.13. Asignación de materia seca (g y %), a los órganos de la planta según cultivar, en la etapa fenológica de “cinco hojas”.

Tabla 4.26. Cuadrados medios y significación del ANVA para asignación de materia seca a diferentes órganos vegetales ($\text{g} \cdot \text{planta}^{-1}$) en la etapa de “botón floral” de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis.

Fuente	Hojas (CM)	Tallos (CM)	Tubérculos (CM)
Bloques	12,1558523	3,61080033	1,65971033
Cultivar	131,2746750*	12,92102533	31,02153633**
Densidad	1,4742030	0,04036800	4,26974700
Cult*Den	1,5595230	8,75862533	4,09968300

Tabla 4.27. Medias de la asignación de materia seca a diferentes órganos vegetales ($\text{g} \cdot \text{planta}^{-1}$) en la etapa fenológica “botón floral” a plantas de papa de los cultivares Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis.

Cultivar	Hojas	Tallos	Tubérculos
Chaucha amarilla	12,266	4,881	0,040
INIA 302 Amarilis	18,881	6,956	3,255

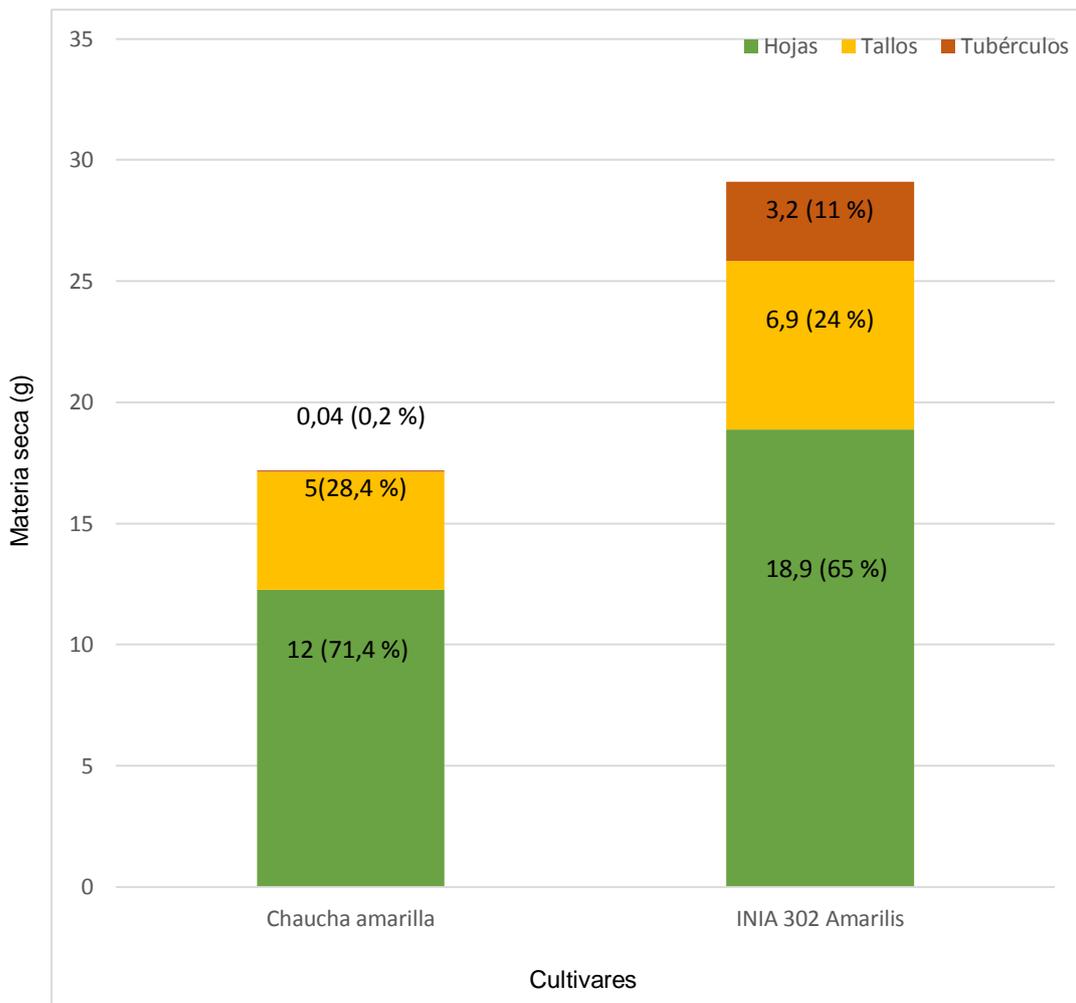


Figura 4.14. Asignación de materia seca (g y %) a los órganos de la planta según cultivar, en etapa fenológica “botón floral”.

Tabla 4.28. Cuadrados medios y significación del ANVA para asignación de materia seca a diferentes órganos vegetales ($\text{g} \cdot \text{planta}^{-1}$) en la etapa de “floración plena” de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis.

Fuente	Hojas (CM)	Tallos (CM)	Tubérculos (CM)
Trat	72,9470293	15,40468433	84,759702
Cultivar	72,6192000	3,12324033	2313,074401**
Densidad	0,0358613	2,58169633	0,119201
Cult*Den	16,2773813	0,27907500	11,516961

Tabla 4.29. Medias de la asignación de materia seca a diferentes órganos vegetales ($\text{g} \cdot \text{planta}^{-1}$) en la etapa fenológica “floración plena” a plantas de papa de los cultivares Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis.

Cultivar	Hojas	Tallos	Tubérculos
Chaucha amarilla	17,129	9,774	6,692
INIA 302 Amarilis	22,049	10,794	34,459

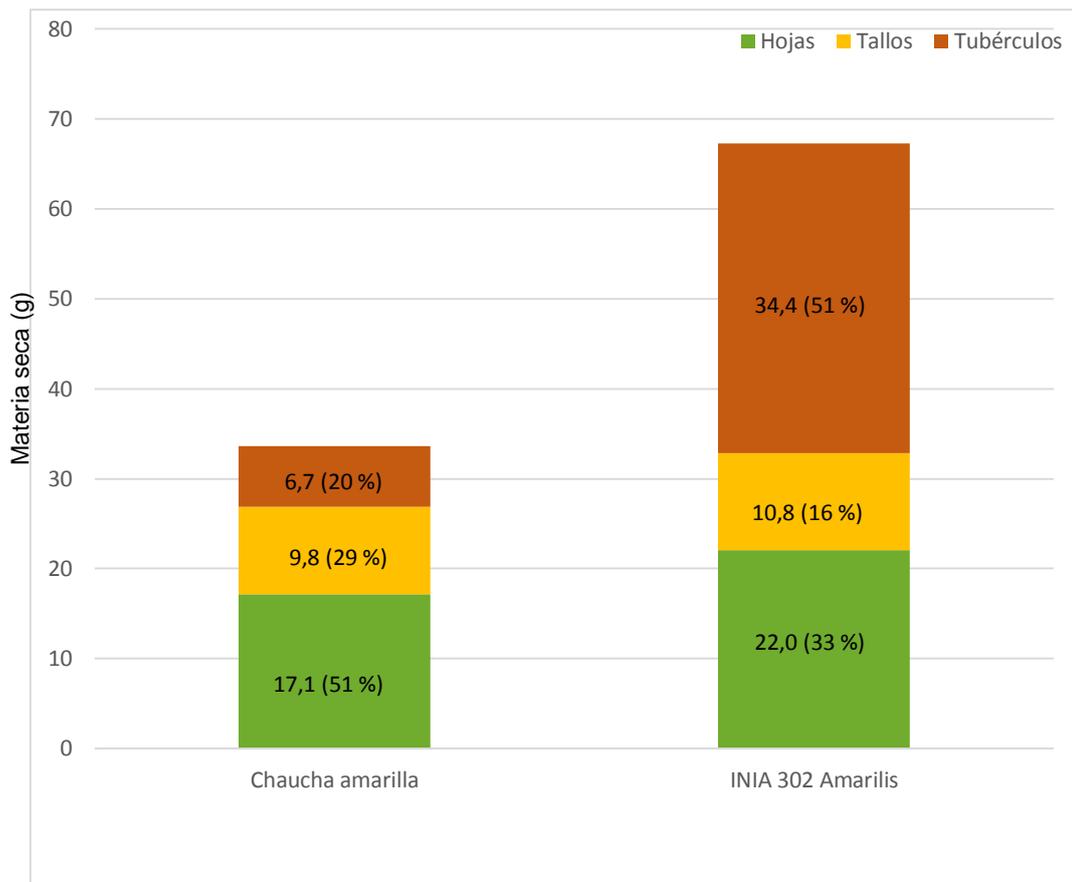


Figura 4.15. Asignación de materia seca (g . planta⁻¹), a los órganos de la planta según cultivar, en etapa fenológica “floración plena”.

Tabla 4.30. Cuadrados medios y significación del ANVA para asignación de materia seca a diferentes órganos vegetales (g . planta⁻¹) en la etapa de “madurez fisiológica” de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis.

Fuente	Hojas (CM)	Tallos (CM)	Tubérculos (CM)
Trat	16,7344083	13,67927500*	1472,380425*
Cultivar	433,0806750**	49,08607500**	287,728133
Densidad	57,5094083	1,38040833	1060,320000*
Cult*Den	0,00520830	0,73507500	0,634800

Tabla 4.31. Medias de la asignación de materia seca a diferentes órganos vegetales (g . planta⁻¹) en la etapa fenológica “madurez fisiológica” a plantas de papa de los cultivares Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis.

Cultivar	Hojas	Tallos	Tubérculos
Chaucha amarilla	59,177	21,170	139,840
INIA 302 Amarilis	71,192	25,215	149,640

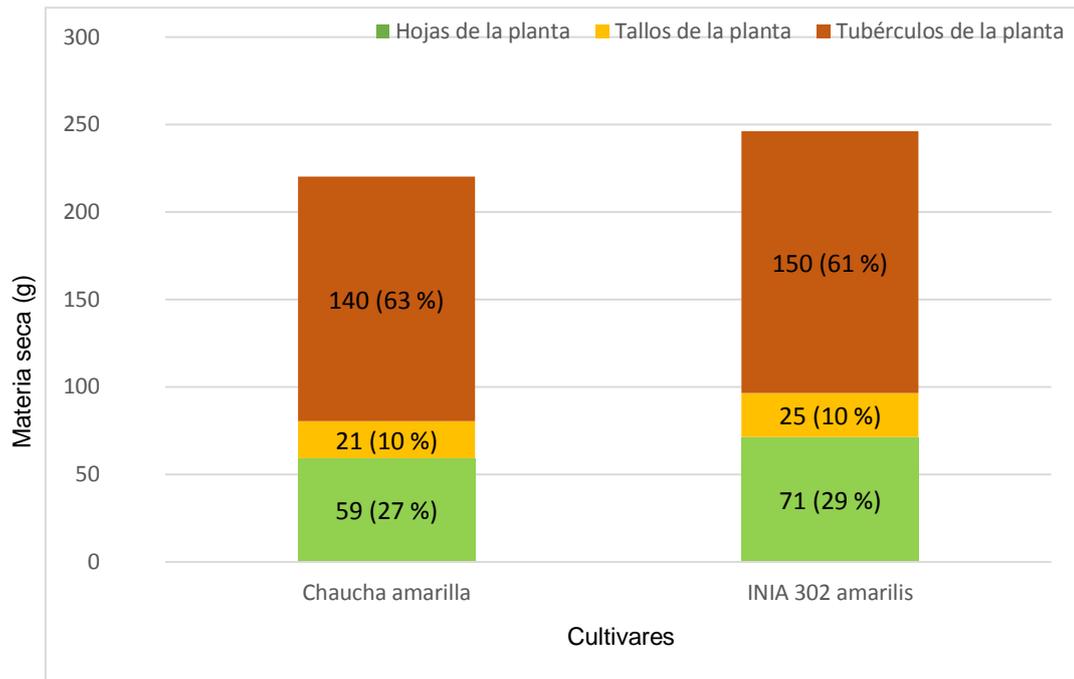


Figura 4.16. Asignación de materia seca (g y %) a los órganos de la planta según cultivar, en etapa fenológica “madurez fisiológica”.

Las tablas 4.22. hasta 4.41. y las figuras 4.12 hasta 4.17 hacen una comparación del comportamiento de los cultivares de esta investigación. En la etapa de “emergencia”, los valores absolutos de acumulación de materia seca a tallos es estadísticamente superior en INIA 302 Amarilis; luego, en la etapa de “cinco hojas” se mantiene esta tendencia (respecto a tallos) y además también la acumulación de materia seca en hojas viene a ser estadísticamente superior en INIA 302 Amarilis en esta etapa. Sin embargo, los porcentajes de distribución de materia seca dentro de cada cultivar son similares.

Al llegar a la etapa de “botón floral” Amarilis mostró diferencia altamente significativa para la acumulación de materia seca a los tubérculos, la cual se mantiene en “floración plena”, siendo los tubérculos el único tipo de órgano que presenta superioridad estadística en acumulación de materia seca para Amarilis en esa etapa; y finalmente, en la madurez fisiológica Amarilis sobresale estadísticamente en la

acumulación de materia seca en la parte aérea, pero hay similitud estadística entre ambos cultivares en la asignación de materia seca a los tubérculos. Esto significa, una mejor eficiencia de producción y translocación de materia seca a tubérculos en el periodo “floración plena – madurez fisiológica” en el cultivar nativo.

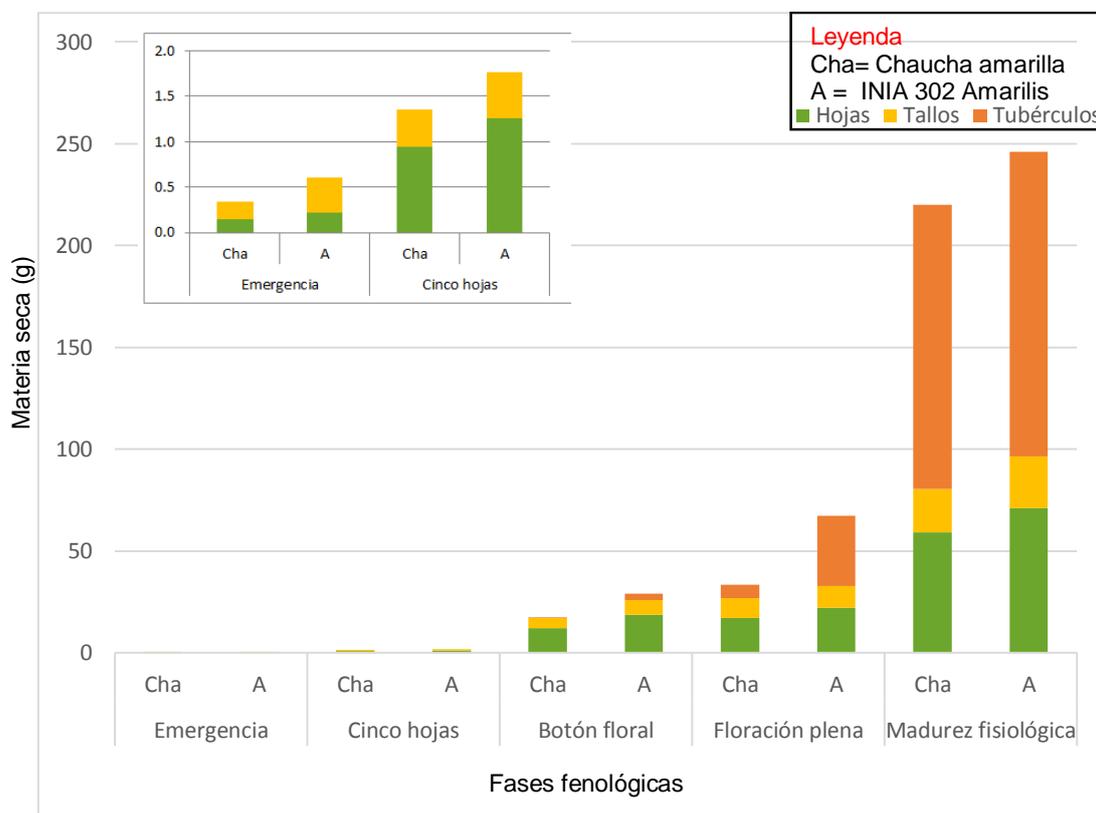


Figura 4.17. Resumen de asignación de MS (g) a los órganos de la planta en cinco etapas fenológicas de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis

Es probable que la mejor eficiencia de Chaucha para asignar materia seca a tubérculos entre “floración plena y madurez fisiológica”, sea un factor importante para conferir mayor porcentaje de materia seca a los tubérculos de ese cultivar, siendo ese porcentaje estadísticamente superior en Chaucha con una media de 21,90 % para este cultivar y 19,31 % para Amarilis, según la Tabla 4.33 y Tabla 4.34; sin embargo, Hall (1980) expresa que la mayor duración de la etapa de llenado del tubérculo, con respecto al ciclo total es uno de los factores más importantes entre los que determinan el mayor rendimiento en peso seco.

Tabla 4.32. Medias de asignación de MS a los órganos de la planta (g y %) en cinco etapas fenológicas de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis

Etapa fenológica	Órgano vegetal	Chaucha amarilla		INIA 302 Amarilis	
		g	%	g	%
Emergencia	Hojas	0,153	44,5	0,215	35,5
	Tallos	0,191	55,5	0,391	64,5
	Tubérculos	0,000	00,0	0,000	00,0
Cinco hojas	Hojas	0,939	69,5	1,257	71,3
	Tallos	0,412	30,5	0,506	28,7
	Tubérculos	0,000	00,0	0,000	00,0
Botón floral	Hojas	12,266	71,4	18,881	64,9
	Tallos	4,881	28,4	6,956	23,9
	Tubérculos	0,040	00,2	3,255	11,2
Floración plena	Hojas	17,129	51,0	22,049	32,8
	Tallos	9,774	29,1	10,794	16,0
	Tubérculos	6,692	19,9	34,459	51,2
Madurez fisiológica	Hojas	59,177	26,9	71,192	28,9
	Tallos	21,170	09,6	25,215	10,3
	Tubérculos	139,840	63,5	149,640	60,8

Tabla 4.33. ANVA del porcentaje de materia seca de tubérculos a la cosecha de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis.

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fc	Significación
Bloques	2	0,18420000	0,09210000	0,16	N.S.
Cult	1	20,20207500	20,20207500	34,48	**
Den	1	0,84800833	0,84800833	1,45	N.S.
Cult*Den	1	0,00187500	0,00187500	0,00	N.S.
Error	6	3.51546667	0.58591111		
Total	11	24,75162500			

Coefficiente de variación 3,714416

Tabla 4.34. Comparación de medias con la prueba de rango estudentizado de Tukey para porcentaje de materia seca de tubérculos a la cosecha de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis, según cultivar.

Agrupamiento Tukey	Media	Cultivar
A	21.9050	Chaucha amarilla
B	19.3100	INIA 302 Amarilis

Según Loyola, citado por Porras y Brenes (2015), el contenido de materia seca es una variable muy importante debido a su estrecha relación con el contenido de almidón; y porcentajes de materia seca superiores al 20% pondrían de manifiesto el potencial del cultivar para procesamiento industrial (Porras y Brenes 2015).

4.1.3. Componentes del rendimiento

El rendimiento de los cultivares se calculó utilizando la fórmula de Hay y Walker (1989):

$$\text{Rendimiento de tubérculos (kg peso fresco ha}^{-1}\text{)} = \text{densidad de población} \times \text{número de tubérculos por planta} \times \text{peso fresco promedio del tubérculo.}$$

En los cultivares en estudio, según la Tabla 4.35, **no se presentó diferencia estadística** para el factor cultivar en el **número total de tubérculos cosechados por planta** (16,3 para Amarilis y 16,4 para Chaucha), **ni en el número de tubérculos comerciales** (13,6 para Amarilis y 12,9 para Chaucha amarilla).

Tabla 4.35. Cuadrados medios y significación del ANVA para número de tubérculos cosechados y número de tubérculos comerciales de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis, con dos densidades de siembra.

Fuente	Total de tubérculos (CM)	Tubérculos comerciales (CM)
Bloques	0,49000000 N.S.	1.30083333 N.S.
Cultivar	0,08333333 N.S.	1,26750000 N.S.
Densidad	13,23000000 N.S.	4,44083333 N.S.
Cult*Den	5,07000000 N.S.	5,46750000 N.S.

De igual manera, de acuerdo con la Tabla 4.35, la **densidad** de siembra **no influyó en el número total de tubérculos** (17,4 tubérculos con 37037 plantas. ha⁻¹, y 15,3 tubérculos con 27777 plantas. ha⁻¹) ni en el número de tubérculos comerciales (13,9 tubérculos con 37037 plantas.ha⁻¹, y 12,6 tubérculos con 27777 plantas. ha⁻¹). Al respecto, Cisneros y Herrera (1987), trabajando con seis distanciamientos entre 15 y 40 cm, encontraron que con distanciamientos cortos hay mayor rendimiento de tubérculos pequeños, mas no de tubérculos comerciales.

Tabla 4.36. Medias del número de tubérculos cosechados por planta de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis.

Media	Cultivar
16,433	Chaucha amarilla
16,267	INIA 302 Amarilis

Se encontró diferencia estadística para los factores cultivar y densidad de siembra, en peso fresco de tubérculos por planta y peso fresco de tubérculos comerciales sobresaliendo el cultivar Amarilis, y la densidad de siembra de 27 777 plantas.ha⁻¹ en ambos casos (Tabla 4.37 y Tabla 4.38).

Tabla 4.37. Cuadrados medios y significación del ANVA para peso fresco de tubérculos por planta y peso fresco de tubérculos comerciales de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis, con dos densidades de siembra.

Fuente	Peso fresco de tubérculos cosechados (CM)	Tubérculos fresco de tubérculos comerciales (CM)
Cultivar	58161,94041 **	58626,52813**
Densidad	34762,33808 *	37238,79253*
Cult*Den	357,84841 N.S.	302,60563 N.S.

Tabla 4.38. Medias del peso fresco (kg) del total de tubérculos y de tubérculos comerciales por planta de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis con dos densidades de siembra.

Cultivar				Densidad de siembra			
Amarilis		Chaucha amarilla		27777 pl. ha ⁻¹		37037 pl. ha ⁻¹	
Total tub.	Tub. comerc.	Total tub.	Tub. comerc.	Total tub.	Tub. comerc.	Total tub.	Tub. comerc.
0,78	0,77	0,64	0,63	0,76	0,75	0,65	0,64

Esta diferencia estadística del peso fresco de tubérculos por planta existente entre Amarilis y Chaucha, se refleja también en la significación estadística del rendimiento (kilogramos) por hectárea entre ambos cultivares (Tabla 4.39 y Tabla 4.40), con superioridad de Amarilis 24905 kg.ha⁻¹ sobre 20443 kg.ha⁻¹ de Chaucha amarilla; y asimismo se encontró influencia del distanciamiento de siembra, en el rendimiento por hectárea y por planta de éstos, sobresaliendo la densidad de siembra

de 27777 plantas.ha⁻¹. Los datos del rendimiento por cultivar fueron de 24 905 kilogramos.ha⁻¹ para Amarilis y de 20 443 kilogramos.ha⁻¹ para Chaucha amarilla; y de acuerdo a la densidad de siembra, el rendimiento fue de 24 205 kilogramos.ha⁻¹ con 37037 plantas.ha⁻¹, y de 21143 kilogramos.ha⁻¹ con 27777 plantas.ha⁻¹.

Tabla 4.39. Cuadrados medios y significación del ANVA para rendimiento (kg) por hectárea y por planta de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis, a dos densidades de siembra.

Fuente	Rendimiento por hectárea (CM)	Rendimiento por planta (CM)
Cultivar	59721148,40 **	0,05880000 **
Densidad	28119969,37*	0,03413333 *
Cult*Den	253586,34 N.S.	0,00053333 N.S.

Tabla 4.40. Medias del rendimiento por planta y por hectárea de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis con dos densidades de siembra.

Cultivar				Densidad de siembra			
Amarilis		Chaucha amarilla		27777 pl. ha ⁻¹		37037 pl. ha ⁻¹	
kg/pl.	tn/ha	kg/pl.	tn/ha	kg/pl.	tn/ha	kg/pl.	tn/ha
0,78	24,9	0,64	20,4	0,76	21,1	0,65	24,2

Las variables evaluadas relacionada con el rendimiento **número de tallos, y altura de planta** no mostraron diferencia estadística entre cultivares ni densidad de siembra (Tabla 4.41), a diferencia de lo que expresan Lemaga y Caesar, citados por Porras y Brenes (2015), quienes asocian altos valores en el número de tallos con incremento del rendimiento, pero los resultados del estudio de porras y Brenes (2015) tampoco corroboran, esta afirmación.

Tabla 4.41. Cuadrados medios y significación del ANVA para número de tallos por planta y para altura de planta (cm) de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis, a dos densidades de siembra.

Fuente	Número de tallos por planta(CM)	Altura de planta (CM)
Cultivar	0,48000000 N.S.	0,08333333 N.S.
Densidad	0,01333333 N.S.	5,60333333 N.S.
Cult*Den	0,01333333 N.S.	42,56333333 N.S.

La significación estadística del ANVA para rendimiento por planta (definido por N° de tubérculos por planta x peso promedio de tubérculos) es mostrado en la Tabla 4.39; y nos muestra que este aludido “rendimiento por planta” es influido estadísticamente por el cultivar y la densidad de siembra de la misma manera que el rendimiento por hectárea; y la representación gráfica de ello lo observamos en las figuras 4.18. y 4.19. Es interesante ver que con mayor densidad de siembra disminuye el rendimiento por planta pero se incrementa el rendimiento por hectárea por el mayor número de plantas.

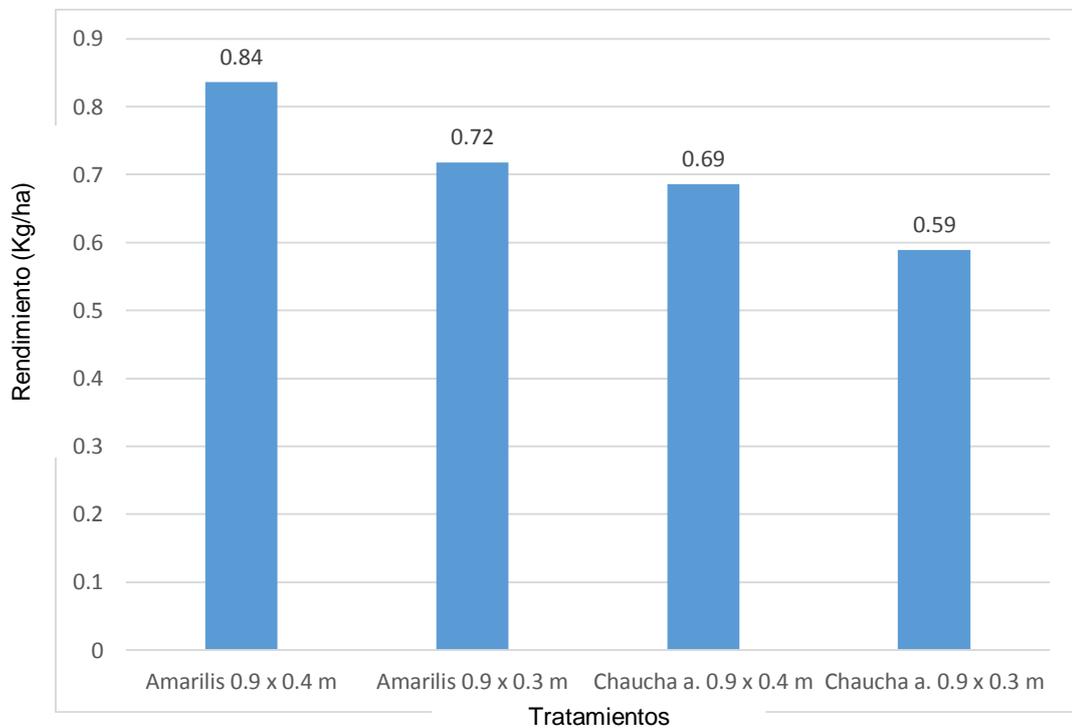


Figura 4.18. Rendimiento en kilogramos por planta de los tratamientos en estudio, de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis.

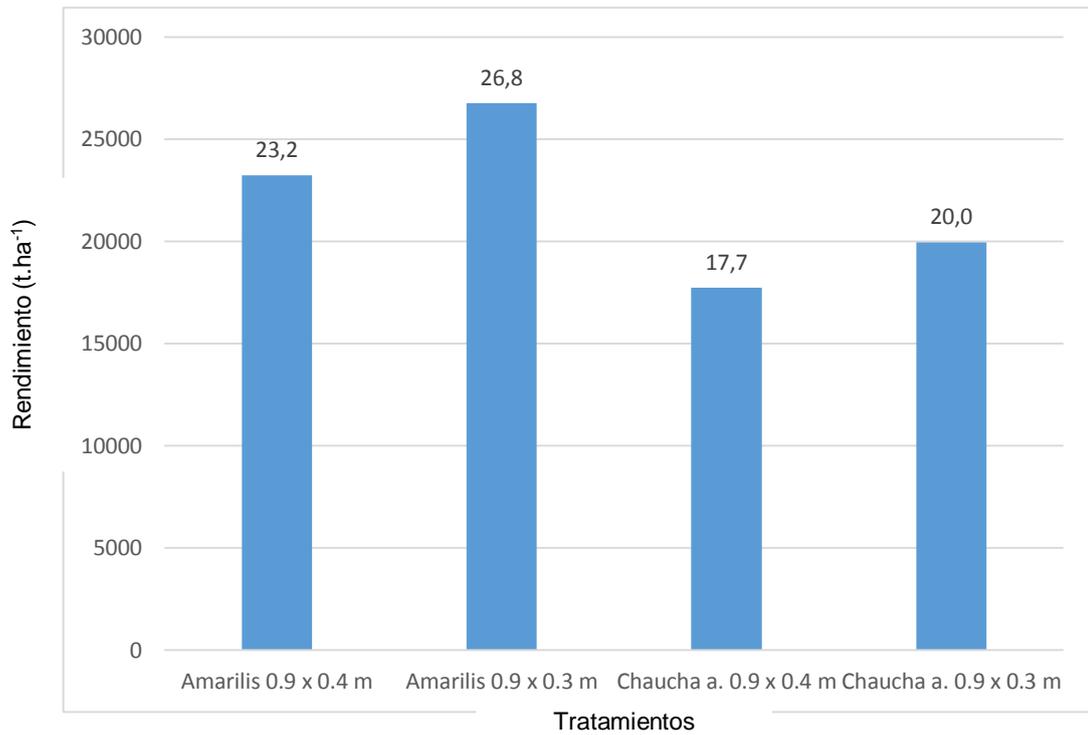


Figura 4.19. Rendimiento (Kg.ha⁻¹) de los tratamientos en estudio en los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 amarilis.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- Los dos cultivares se comportaron de modo similar respecto al periodo de crecimiento y sus etapas. Sin embargo el cultivar Chaucha amarilla inició el llenado de tubérculos aproximadamente 20 días después que el cultivar Amarilis. El área foliar total de los cultivares fue 133,33 dm² para Amarilis y 104,50 dm² para Chaucha amarilla.
- El factor densidad de siembra tuvo influencia significativa en los índices fisiológicos IAF y el DAF, y en el TCC solamente al inicio y al final del desarrollo de las plantas. En todos estos casos la densidad de 37037 plantas.ha⁻¹ fue superior a la de 27777 plantas.ha⁻¹.
- Respecto a los componentes del rendimiento, la densidad de siembra solamente tuvo influencia estadística sobre el peso fresco promedio de tubérculos comerciales y el rendimiento por planta, con ventaja a favor de la densidad de 27777 plantas.ha⁻¹ en los dos cultivares.
- El rendimiento por hectárea a la densidad de 37037 plantas.ha⁻¹, fue estadísticamente superior para ambos cultivares.
- Ninguna de las variable relacionadas al rendimiento en este estudio fue influenciada estadísticamente por los factores cultivar ni densidad de siembra.

Recomendaciones

- Probar otras densidades de siembra en ambos cultivares.
- Realizar por lo menos dos evaluaciones entre floración plena y madurez fisiológica, para observar con mayor detalle el llenado de tubérculo.
- Tomar en cuenta el inicio de llenado de tubérculo en el cultivar Chaucha amarilla, en las labores de manejo (fertilización, abonamiento, aporque).
- Estudiar el efecto de la mayor área foliar en la etapa de floración – madurez fisiológica y la asignación de materia seca a los tubérculos en el cultivar Chaucha amarilla.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Al-Mahmud, A; Hossain A; Al-Mamun, A; Shamimuzzaman; Habib, E; Rahaman, S.; Ali Khan, S; Bazzaz, M. 2014. Plant canopy, tuber yield and growth analysis of potato under moderate and severe drought condition (en línea). Journal of Plant Sciences. 2(5). p. 201 - 208. Disponible en: <http://www.sciencepublishinggroup.com/j/jps>.
- Arcila, J; Chaves, B. 1995. Desarrollo foliar del cafeto en tres densidades de siembra. Caldas, Colombia. Cenicafé. 46(1): p. 5 – 20.
- Barrera, J; Suárez, D; Melgarejo, L. 2010. Análisis del crecimiento en plantas. In Luz Marina Melgarejo(ed.). Experiments in plant Physiology. Primera Edición. Colombia. Universidad Nacional de Colombia. p. 25-38.
- Bidwell, R. 1990. Fisiología Vegetal. 1 ed. México, D.F. México, México. AGT Editor S.A. 784 p.
- Borrego, F; Fernandez, J; López, A; Parga, V; Murillo, M; Carvajal, A. 2000. Análisis de crecimiento en siete variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.). Agronomía Mesoamericana. 11(1). p. 145-149.
- Cabrera, H. 2009. Manual técnico de producción de semilla básica de papa. Instituto Nacional de Innovación Agraria. Cajamarca, Perú. 75 p.
- Cabrera, H; Pando, R. 2011. Catálogo de variedades mejoradas y nativas de papa en la Región Cajamarca. Instituto Nacional de Innovación Agraria. Cajamarca, Perú. p. 33 y 47.

- Cisneros, B; Herrera, J. 1987. Distancia de siembra y tamaño de tubérculo en la producción de semilla de papa (*Solanum tuberosum* L.) en Cartago. *Agronomía Costarricense* 11(1). p. 65 – 69.
- Criollo, H; García, J. 2009. Efecto de la densidad de siembra sobre el crecimiento de plantas de rábano (*Raphanus sativus* L.) bajo invernadero. Pasto, Colombia. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*. 3(2). p. 210 – 222.
- Hall, A. 1980. Los componentes fisiológicos del rendimiento de los cultivos. *Revista Facultad de Agronomía*, 1(1). p. 73-86.
- Haverkort, A. 2007. Potato crop response to radiation and daylength. In Dick Vreugdenhil (ed.). *Potato Biology and Biotechnology advances and perspectives*. Primera Edición. Amsterdam, The Netherlands. Elsevier. p. 353 – 366.
- Hay, RKM; Walker, AJ. 1989. *An introduction to the physiology of crop yield*. Longman Scientific & Technical. 291 p.
- Hendrix, J. 2002. Production-related assimilate transport and partitioning. In Mohammad Pessaraki (ed). *Handbook of plant and crop physiology*. Segunda Edición. New York, United States of America. Marcel Dekker, Inc. p. 421 – 448.
- Hofius, D; Börnke, F. 2007. Photosynthesis, carbohydrate metabolism and source–sink relations. In Dick Vreugdenhil (ed.). *Potato Biology and Biotechnology advances and perspectives*. Primera Edición. Amsterdam, The Netherlands. Elsevier. p. 257 – 286.
- Hopkins, W; Hüner, N. 2009. *Introduction to plant physiology*. Fourth edition. United States of America. Wiley. 505 p.

- Huamán, Z; Spooner, DM. 2002. Reclassification of landrace population of cultivated potatoes (*Solanum* Sect. Petota). *American Journal of Botany* 89(6): 947-965.
- Hunt, R. 1978. *Plant growth analysis*. Edward Arnold Publishers, London. United Kingdom. 67p.
- Hunt, R. 1982. *Plant growth curves, the functional approach to plant growth analysis*. Edward Arnold (publishers). Great Britain.
- Hunt, R. 1990. *Basic growth analysis*. London, United Kingdom. Unwin Hyman Ltd. 112 p.
- INIA (Instituto Nacional de Innovación Agraria). 2017. *Tecnología en papa* (en línea). Lima, Perú. Consultado 19 ene. 2017. Disponible en <http://www.inia.gob.pe/tecnologias/cultivos/132-cat-tecnologias/cultivos/394-tecnologia-en-papa>
- International Society for Horticultural Science. 2009. *International Code of Nomenclature for Cultivated Plants*. 8va Edición. Leuven, Bélgica. ISHS. 184 p.
- Johansendur. 16 ene. 2015. *Medición de área foliar con Photoshop* (youtube). Consultado 29 mar. 2016. Disponible en <https://www.youtube.com/watch?v=Gp846j7ub70>
- Juzl, M; Stefl M. 2002. The effect of leaf area index on potatoes yield in soils contaminated by some heavy metals. *ROSTLINNÁ VÝROBA*, 48, 2002 (7): p. 298-306
- Masarirambi, M; Mandisodza, F; Mashingaidze, A; Bhebhe, E. 2012. Influence of plant population and seed tuber size on growth and yield components of potato (*Solanum tuberosum*). *International Journal of Agriculture and Biology*. 14: p. 545–549.

- Mendoza, A; Gastelo, M; Flores, D; Blas, P; Roncal, E. 1993. Amarilis – INIA Nueva variedad de papa resistente a la racha. Lima, Perú. INIA (Serie plegable N° 13).
- MINAGRI (Ministerio de Agricultura y Riego). 2013. Papa: principales aspectos agroeconómicos. Lima, Perú.
- MINAGRI (Ministerio de Agricultura y Riego). 2016. Boletín estadístico de producción agrícola, pecuaria y avícola. Lima, Perú. 93 p.
- Mora, A; Ortiz, J; Rivera, A; Mendoza, M; Colinas, M; Lozoya, H. 2006. Índices de eficiencia de genotipos de papa establecidos en condiciones de secano. Revista Chapingo Serie Horticultura. 12(1): p. 85 – 94.
- Ñústez, C; Santos, M; Segura, M. 2009. Acumulación y distribución de materia seca de cuatro variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.) en Zipaquirá, Cundinamarca (Colombia). Revista de la Facultad Nacional de Agronomía Medellín, Colombia 62(1). P. 4823-4834.
- Ochoa, CM. 1990. The potatoes of south America. Bolivia. Cambridge University Press, Cambridge.
- Pallardy, S. 2008. Physiology of woody plants. 3 ed. California, United States of America. Elsevier. 454 p.
- Porras, C; Brenes, A. 2015. Calidad de los tubérculos y componentes de rendimiento de híbridos F₁ de papa (*Solanum tuberosum*). Agronomía Costarricense. 39(3). p. 37-46.

- Pulido, M; Contrera, G; Perea, J. 2014. Estudio de los componentes del rendimiento: Tamaño de tubérculos y número de tubérculos por planta en cuatro variedades de papa andina (*Solanum tuberosum ssp. andigena*). *Biología en Agronomía*. 4(1). p. 7-16.
- Quispe, C; Devaux, A; Gonzales, S; Tourneux, C; Hijmans, R. 1997. Evaluación comparativa del desarrollo y crecimiento de papa, oca e izaño en Cochabamba, Bolivia. *Revista Latinoamericana de la Papa*. 9/10. p. 140-155.
- Rajwade, V; Banafar, R; Pathak, A. 2000. Growth analysis of potato in relation to biodinamic package and organic manures with chemical fertilizers. India. *Indian Potato Assoc.* 27(1/2): p. 55-58.
- Rojas, L; Seminario, J. 2014. Productividad de diez cultivares promisorios de papa chaucha (*Solanum tuberosum*, grupo Phureja) de la región Cajamarca. *Scientia Agropecuaria*, Trujillo, Perú. 5. p. 165 - 175
- Salazar, M; Zambrano, J; Valecillos, H. 2008. Evaluación del rendimiento y características de calidad de trece clones avanzados de papa (*Solanum tuberosum* L.). Trujillo, Venezuela. *Agricultura Andina Volumen 14*, p. 101-117.
- Salgado de Oliveira, J. 2015. Growth and development of potato (*Solanum tuberosum* L.) crops after different cool season storage. Tesis Ph.D. Canterbury, New Zealand, Lincoln University. 187 p.
- Salisbury, F; Ross, C. 2000. *Fisiología de las plantas*. Madrid, España. Paraninfo. 988 p.

- Sánchez, M; Aguilar, C; Valenzuela, N; Sánchez, C; Jimenez, M; Villanueva, C. 2011. Densidad de siembra y crecimiento de maíces forrajeros. Oaxaca, México, *Agronomía mesoamericana*. 22(2): p. 281-295.
- Santos, M. 2010. Evaluación del crecimiento, desarrollo y componentes de rendimiento de cuatro cultivares de papa criolla en dos localidades del departamento de Cundinamarca. Tesis Mag. Sc. Bogotá, Colombia, Universidad Nacional de Colombia. 113 p.
- Santos, M; Segura, M; Núñez, C. 2010. Análisis de crecimiento y relación fuente-demanda de cuatro variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.) en el Municipio de Zipaquirá (Cundinamarca, Colombia). *Revista de la Facultad Nacional de Agronomía Medellín, Colombia*. 63(1). p. 5253-5266.
- Seminario, J. 1991. Caracterización de la colecta de maíz (*Zea mays* L.) México 5 de la raza Palomero Toluqueño. Tesis Mag. Sc. Chapingo, México, Colegio de Postgraduados. 127 p.
- Seminario, J. 1993. Terminología usada en Recursos Fitogenéticos. Universidad Nacional de Cajamarca. Cajamarca, Perú. Ed. Asociación "Obispo Martínez Compañón". 64 p.
- Seminario, J.; Seminario, A. 1995. Análisis de crecimiento del cultivar de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) "línea 11" en el valle de Cajamarca. Cajamarca, Perú, Universidad Nacional de Cajamarca. 21 p.
- Seminario, J; Ruiz, J. 1997. Recursos genéticos de raíces andinas: IV. Análisis del crecimiento de tres cultivares de chago (*Mirabilis expansa*). Resúmenes del IX

- Congreso Internacional de Cultivos Andinos “Oscar Blanco galdos”, 22- 25 abril, Cusco, 1997,pp.58-59.
- Seminario, J; Zarpán L. 2001. Conservación in situ on farm de *Solanum tuberosum* L. grupo Phureja en la cuenca del Llaucano y áreas adyacentes. *Arnaldoa* 18: 103-114.
- SENAMHI (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología). 2011. Manual de observaciones fenológicas. Lima, Perú. 98 p.
- Shayanowako, A; Mangani, R; Mtaita, T; Mazarura, U. 2015. Influence of Main Stem Density on Irish Potato Growth and Yield: A Review. *Annual Research & Review in Biology*. 5(3): p. 229 – 237.
- Struik, P. 2007. Above ground and below ground plant development. In Dick Vreugdenhil (ed.). *Potato Biology and Biotechnology advances and perspectives*. Primera Edición. Amsterdam, The Netherlands. Elsevier. p. 219 – 235.
- Struik, P. 2007. Responses of the potato plant to temperature. In Dick Vreugdenhil (ed.). *Potato Biology and Biotechnology advances and perspectives*. Primera Edición. Amsterdam, The Netherlands. Elsevier. p. 367 – 394.
- Tapia Vásquez, Hozver Reiner. 2017. Fenología y caracterización morfológica de 43 entradas de papa chaucha (*Solanum tuberosum*, grupo Phureja) de la región cajamarca. Cajamarca. Tesis Ing. Agr. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Cajamarca. 95 p.
- Villanueva, R. 2017. Rendimiento y componentes de 15 cultivares redondos de papa chaucha (*Solanum tuberosum* L; grupo Phureja) de la región Cajamarca. Tesis Ing. Agr., Cajamarca, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Cajamarca.

Vos, J; Havekort, A. 2007. Water availability and potato crop performance. In Dick Vreugdenhil (ed.). Potato Biology and Biotechnology advances and perspectives. Primera Edición. Amsterdam, The Netherlands. Elsevier. p. 333 – 352.

White, P; Wheatley, R; Hammond, J; Zhang, K. 2007. In Dick Vreugdenhil (ed.). Potato Biology and Biotechnology advances and perspectives. Primera Edición. Amsterdam, The Netherlands. Elsevier. p. 739 – 752.

Wiersema, S. 1987. Effect on stem density on potato production. Technical Information Bulletin 1. International Potato Center, Lima, Perú. 16 p.

ANEXOS

ANEXO 1

CÁLCULO DEL TAMAÑO DE MUESTRA USANDO LA FÓRMULA DE MURRAY Y LARRY PARA POBLACIONES FINITAS O CONOCIDAS

Fórmula:

$$n = \frac{(Z_{\alpha})^2 \cdot N \cdot p \cdot q}{i^2 (N - 1) + (Z_{\alpha})^2 \cdot p \cdot q}$$

Donde:

n = Tamaño de la muestra

M = Tamaño de la población

Z = Valor correspondiente a la distribución de Gauss. Para $\alpha = 0.01$ es 2.58

p = Prevalencia esperada (si es desconocida $p = 0.5$)

q = 1 - p

i = Error que se prevé. Si es 10% entonces el valor "i" será 0.1

Los datos para este trabajo de investigación son:

n = ¿?

M = 1650

Z = Para $\alpha = 0.01$ es 2.58

p = 0.5

q = 0.5

i = 0.1

Reemplazando estos datos en la fórmula obtenemos que el tamaño de muestra deberá ser de 151.

$$n = \frac{(2.58)^2 \cdot (1650) (0.5) (0.5)}{(0.1)^2 (1650 - 1) + (2.58)^2 (0.5) (0.5)} = 151$$

ANEXO 2 RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE SUELO

- pH	6.4
- P ₂ O ₅	51.99 ppm
- M.O.	4.48%
- K ₂ O	356 ppm

Laboratorio de suelos de la Estación Experimental Baños del Inca, INIA Cajamarca.

ANEXO 3 DATOS DE LAS EVALUACIONES

EVALUACIÓN 1 EMERGENCIA BLOQUE I

Blq. I	Trat. 2		Chaucha amarilla				0,9 x 0,3 m			FECHA	04/04/2016		
Planta	Altura 1 (cm)	Altura 2 (cm)	Nº tallos	Área hoja (cm ²)	Peso fresco hoja(g)	Peso fresco hojas(g)	Área foliar planta (cm ²)	Peso fresco tallos (g)	Peso fresco raíces (g)	Peso seco hojas (g)	Peso seco tallos (g)	Peso seco raíces (g)	
1	4	13	2	4,52	0,28	1,71	27,6	3,21	0,48	0,2	0,21	0,08	
2	4	7,5	2	2,81	0,18	1,42	22,17	2,23	0,67	0,13	0,15	0,1	
3	4	8	2	3,02	0,18	2,22	37,25	2,14	0,51	0,24	0,15	0,1	
4	2	7	2	1,11	0,07	0,23	3,647	1,63	0,08	0,03	0,12	0,02	
5	0,5	5,5	3	0,33	0,02	0,19	3,135	2,28	0,48	0,03	0,2	0,09	
X	2,9	8,2	2,2	2,358	0,146	1,154	18,76	2,298	0,444	0,126	0,166	0,078	

Blq. I	Trat. 3		INIA 302 Amarilis				0,9 x 0,4 m			FECHA	04/04/2016		
Planta	Altura 1 (cm)	Altura 2 (cm)	Nº tallos	Área hoja (cm ²)	Peso fresco hoja(g)	Peso fresco hojas(g)	Área foliar planta (cm ²)	Peso fresco tallos (g)	Peso fresco raíces (g)	Peso seco hojas (g)	Peso seco tallos (g)	Peso seco raíces (g)	
1	4	7	3	3,43	0,24	3,81	54,45	9,08	4,72	0,39	0,77	0,45	
2	4	8	3	3,82	0,27	3,97	56,17	11,45	4,96	0,39	0,93	0,48	
3	3	7	2	2,17	0,19	1,02	11,65	0,86	0,44	0,11	0,08	0,08	
4	5	11	3	5,23	0,41	3,85	49,11	8,42	1,1	0,31	0,75	0,13	
5	2	5	1	1,24	0,08	0,28	4,34	0,3	0,21	0,03	0,02	0,05	
X	3,6	7,6	2,4	3,178	0,238	2,586	35,14	6,022	2,286	0,246	0,51	0,238	

Blq. I	Trat. 1		Chaucha amarilla				0,9 x 0,4 m			FECHA	04/04/2016		
Planta	Altura 1 (cm)	Altura 2 (cm)	Nº tallos	Área hoja (cm ²)	Peso fresco hoja(g)	Peso fresco hojas(g)	Área foliar planta (cm ²)	Peso fresco tallos (g)	Peso fresco raíces (g)	Peso seco hojas (g)	Peso seco tallos (g)	Peso seco raíces (g)	
1	2	7	3	2,7	0,16	2,34	39,49	4,35	1,47	0,3	0,34	0,29	
2	2	8	3	3,34	0,19	1,96	34,45	2,98	0,62	0,27	0,24	0,09	
3	3,5	11	1	3,75	0,21	0,83	14,82	0,92	0,58	0,11	0,09	0,09	
4	2	6	2	2,28	0,16	0,31	4,418	1,73	0,1	0,03	0,14	0,03	
5	2	7	2	3,1	0,15	0,27	5,58	1,8	0,09	0,03	0,15	0,02	
X	2,3	7,8	2,2	3,034	0,174	1,142	19,75	2,356	0,572	0,148	0,192	0,104	

Blq. I	Trat. 4		INIA 302 Amarilis				0,9 x 0,3 m			FECHA	04/04/2016		
Planta	Altura 1 (cm)	Altura 2 (cm)	Nº tallos	Área hoja (cm ²)	Peso fresco hoja(g)	Peso fresco hojas(g)	Área foliar planta (cm ²)	Peso fresco tallos (g)	Peso fresco raíces (g)	Peso seco hojas (g)	Peso seco tallos (g)	Peso seco raíces (g)	
1	4	10	3	2,23	0,15	0,74	11	4,87	1,62	0,09	0,33	0,18	
2	3	10	3	1,15	0,07	0,56	9,2	4,88	1,42	0,09	0,49	0,19	
3	5	9	3	4,87	0,32	3,04	46,27	8,96	3,1	0,34	0,59	0,29	
4	0,5	3	2	0,8	0,05	0,26	4,16	1,37	0,55	0,05	0,14	0,09	
5	3	9	2	1,92	0,11	0,43	7,505	0,94	0,25	0,08	0,09	0,06	
X	3,1	8,2	2,6	2,194	0,14	1,006	15,63	4,204	1,388	0,13	0,328	0,162	

EVALUACIÓN 1 EMERGENCIA
BLOQUE II

Blq. II	Trat. 3	INIA 302 Amarilis						0,9 x 0,4 m		FECHA 04/04/2016			
Planta	Altura 1 (cm)	Altura 2 (cm)	Nº tallos	Área hoja (cm ²)	Peso fresco hoja(g)	Peso fresco hojas(g)	Área foliar planta (cm ²)	Peso fresco tallos (g)	Peso fresco raíces (g)	Peso seco hojas (g)	Peso seco tallos (g)	Peso seco raíces (g)	
1	1	4	3	1,2	0,07	3,44	58,97	7,55	4,63	0,36	0,68	0,44	
2	1,5	6	1	1,2	0,06	1,22	24,4	3,68	0,54	0,12	0,37	0,09	
3	4	11	1	6,03	0,48	1,77	22,24	3,96	0,32	0,15	0,41	0,03	
4	3	8	3	5,03	0,35	3,21	46,13	8,32	4,17	0,18	0,59	0,38	
5	2	7	4	2,5	0,18	3,21	44,58	9,33	5,11	0,33	0,55	0,48	
X	2,3	7,2	2,4	3,192	0,228	2,57	39,26	6,568	2,954	0,228	0,52	0,284	

Blq. II	Trat. 4	INIA 302 Amarilis						0,9 x 0,3 m		FECHA 04/04/2016			
Planta	Altura 1 (cm)	Altura 2 (cm)	Nº tallos	Área hoja (cm ²)	Peso fresco hoja(g)	Peso fresco hojas(g)	Área foliar planta (cm ²)	Peso fresco tallos (g)	Peso fresco raíces (g)	Peso seco hojas (g)	Peso seco tallos (g)	Peso seco raíces (g)	
1	4	11	3	9,32	0,55	5,56	94,22	9	3,47	0,52	0,57	0,19	
2	3	9	3	4,71	0,27	2,08	36,28	5,83	1,93	0,19	0,34	0,1	
3	1,5	8	3	1,13	0,07	0,62	10,01	3,75	0,75	0,07	0,21	0,06	
4	1	4	4	0,12	0,01	0,16	1,92	1,43	0,52	0,04	0,15	0,03	
5	1	3	1	1,4	0,1	1,03	14,42	3,01	0,69	0,01	0,03	0,01	
X	2,1	7	2,8	3,336	0,2	1,89	31,37	4,604	1,472	0,166	0,26	0,078	

Blq. II	Trat. 2	Chaucha amarilla						0,9 x 0,3 m		FECHA 04/04/2016			
Planta	Altura 1 (cm)	Altura 2 (cm)	Nº tallos	Área hoja (cm ²)	Peso fresco hoja(g)	Peso fresco hojas(g)	Área foliar planta (cm ²)	Peso fresco tallos (g)	Peso fresco raíces (g)	Peso seco hojas (g)	Peso seco tallos (g)	Peso seco raíces (g)	
1	3	8	2	2,77	0,16	1,04	18,01	2,93	0,41	0,11	0,24	0,05	
2	2	10	2	1,09	0,05	0,89	19,4	3,07	0,47	0,1	0,22	0,05	
3	2	8	2	1,1	0,05	0,54	11,88	2,21	0,55	0,09	0,22	0,06	
4	3	6	3	2,75	0,16	1,55	26,64	2,75	0,22	0,12	0,29	0,01	
5	3	6	2	2,88	0,17	1,11	18,8	1,49	0,13	0,11	0,15	0,01	
X	2,6	7,6	2,2	2,118	0,118	1,026	18,95	2,49	0,356	0,106	0,224	0,036	

Blq. II	Trat. 1	Chaucha amarilla						0,9 x 0,4 m		FECHA 04/04/2016			
Planta	Altura 1 (cm)	Altura 2 (cm)	Nº tallos	Área hoja (cm ²)	Peso fresco hoja(g)	Peso fresco hojas(g)	Área foliar planta (cm ²)	Peso fresco tallos (g)	Peso fresco raíces (g)	Peso seco hojas (g)	Peso seco tallos (g)	Peso seco raíces (g)	
1	3	9	1	3,05	0,15	0,71	14,44	0,93	0,51	0,1	0,33	0,08	
2	3	9	2	2,67	0,14	1,72	32,8	1,77	0,69	0,53	0,14	0,1	
3	4	11	1	3,76	0,21	0,93	16,65	1,1	0,34	0,12	0,1	0,03	
4	2	8	3	1,15	0,07	2,29	37,62	4,41	0,44	0,31	0,39	0,05	
5	2	6	1	0,72	0,05	0,56	8,064	0,55	0,31	0,06	0,05	0,03	
X	2,8	8,6	1,6	2,27	0,124	1,242	21,92	1,752	0,458	0,224	0,202	0,058	

EVALUACIÓN 1 EMERGENCIA
BLOQUE III

Blq. III	Trat. 1	Chaucha amarilla						0,9 x 0,4 m		FECHA 04/04/2016			
Planta	Altura 1 (cm)	Altura 2 (cm)	Nº tallos	Área hoja (cm ²)	Peso fresco hoja(g)	Peso fresco hojas(g)	Área foliar planta (cm ²)	Peso fresco tallos (g)	Peso fresco raíces (g)	Peso seco hojas (g)	Peso seco tallos (g)	Peso seco raíces (g)	
1	2	3	2	3,85	0,22	0,79	13,83	1,76	0,15	0,11	0,15	0,04	
2	2	6	3	4,31	0,31	2,42	33,65	2,88	0,72	0,29	0,24	0,11	
3	2	7	1	2,98	0,18	1,22	20,2	0,69	0,34	0,11	0,06	0,07	
4	1	8	2	3,04	0,18	1,16	19,59	2,23	0,66	0,11	0,21	0,1	
5	3	6	2	1,07	0,09	0,77	9,154	2,75	0,47	0,1	0,25	0,08	
X	2	6	2	3,05	0,196	1,272	19,28	2,062	0,468	0,144	0,182	0,08	

Blq. III	Trat. 2	Chaucha amarilla						0,9 x 0,3 m		FECHA 04/04/2016			
Planta	Altura 1 (cm)	Altura 2 (cm)	Nº tallos	Área hoja (cm ²)	Peso fresco hoja(g)	Peso fresco hojas(g)	Área foliar planta (cm ²)	Peso fresco tallos (g)	Peso fresco raíces (g)	Peso seco hojas (g)	Peso seco tallos (g)	Peso seco raíces (g)	
1	1	4	3	2,87	0,15	1,84	35,21	2,4	0,46	0,15	0,21	0,08	
2	1	6	1	1,15	0,09	0,75	9,583	0,61	0,28	0,1	0,07	0,04	
3	1	5	2	2,95	0,17	0,49	8,503	2,31	0,36	0,06	0,19	0,06	
4	4	9	2	3,08	0,2	2,18	33,57	2,85	0,73	0,28	0,24	0,11	
5	2	9	2	3,22	0,22	2,33	34,1	2,16	0,64	0,27	0,19	0,11	
X	1,8	6,6	2	2,654	0,166	1,518	24,19	2,066	0,494	0,172	0,18	0,08	

Blq. III	Trat. 4	INIA 302 Amarilis						0,9 x 0,3 m		FECHA 04/04/2016			
Planta	Altura 1 (cm)	Altura 2 (cm)	Nº tallos	Área hoja (cm ²)	Peso fresco hoja(g)	Peso fresco hojas(g)	Área foliar planta (cm ²)	Peso fresco tallos (g)	Peso fresco raíces (g)	Peso seco hojas (g)	Peso seco tallos (g)	Peso seco raíces (g)	
1	1	6	4	5,25	0,41	4,02	51,48	4,18	1,57	0,4	0,4	0,17	
2	2	7	3	2,22	0,15	3,87	57,28	4,44	1,06	0,39	0,43	0,11	
3	4	8	4	4,88	0,32	4,07	62,07	5,15	2,86	0,41	0,52	0,3	
4	1	3	2	2,25	0,16	0,85	11,95	1,22	0,85	0,18	0,14	0,1	
5	4	10	3	5,06	0,39	4,18	54,23	4,97	3,13	0,4	0,44	0,33	
X	2,4	6,8	3,2	3,932	0,286	3,398	47,4	3,992	1,894	0,356	0,386	0,202	

Blq. III	Trat. 3	INIA 302 Amarilis						0,9 x 0,4 m		FECHA 04/04/2016			
Planta	Altura 1 (cm)	Altura 2 (cm)	Nº tallos	Área hoja (cm ²)	Peso fresco hoja(g)	Peso fresco hojas(g)	Área foliar planta (cm ²)	Peso fresco tallos (g)	Peso fresco raíces (g)	Peso seco hojas (g)	Peso seco tallos (g)	Peso seco raíces (g)	
1	5	11	3	2,21	0,14	3,88	61,25	5,46	3,23	0,39	0,61	0,31	
2	3	6	2	1,17	0,09	1,27	16,51	1,89	1,09	0,14	0,18	0,13	
3	2	5	3	1,16	0,09	1,34	17,27	3,42	1,95	0,14	0,36	0,21	
4	1	3	2	1,15	0,08	0,52	7,475	1,11	0,43	0,07	0,46	0,05	
5	5	11	1	3,77	0,27	0,82	11,45	0,9	2,11	0,09	0,1	0,22	
X	3,2	7,2	2,2	1,892	0,134	1,566	22,79	2,556	1,762	0,166	0,342	0,184	

EVALUACIÓN 2
BLOQUE I

CINCO HOJAS

Blq. I		Trat. 2 Chaucha amarilla				0,9 x 0,3 m			FECHA		14/04/2016		
Planta	Altura (cm)	N° tallos	N° rizomas	Área hoja (cm ²)	Peso fresco hoja (g)	Peso fresco hojas (g)	Área foliar planta (cm ²)	Peso fresco rizomas (g)	Peso fresco tallos (g)	Peso seco hojas (g)	Peso seco rizomas (g)	Peso seco tallos (g)	
6	12	1	0	19,88	1,35	7,04	103,7	0	2,89	0,65	0	0,19	
7	17	3	11	21,28	1,39	20,33	311,2	0,36	9,99	1,95	0,02	0,77	
8	14	2	0	10,99	0,66	9,22	153,5	0	4,38	0,88	0	0,31	
9	17	3	8	21,4	1,28	16,39	274	0,22	7,92	1,5	0,02	0,52	
10	18	3	6	18,94	1,02	14,33	266,1	0,08	9,09	1,47	0,01	0,69	
X	15,6	2,4	5	18,5	1,14	13,46	221,7	0,132	6,854	1,29	0,01	0,496	

Blq. I		Trat. 3 INIA 302 Amarilis				0,9 x 0,4 m			FECHA		14/04/2016		
Planta	Altura (cm)	N° tallos	N° rizomas	Área hoja (cm ²)	Peso fresco hoja (g)	Peso fresco hojas (g)	Área foliar planta (cm ²)	Peso fresco rizomas (g)	Peso fresco tallos (g)	Peso seco hojas (g)	Peso seco rizomas (g)	Peso seco tallos (g)	
6	9	2	0	12,51	0,69	7,05	127,8	0	4,22	0,83	0	0,34	
7	5	4	0	3,27	0,22	2,59	38,5	0	2	0,32	0	0,21	
8	6	2	0	6,2	0,35	3,19	56,51	0	2,06	0,37	0	0,17	
9	17	3	8	31,34	1,65	27,82	528,4	0,16	13,79	3,2	0,02	1,23	
10	5	4	0	6,9	0,49	7,95	111,9	0	5,1	0,96	0	0,48	
X	8,4	3	1,6	12,04	0,68	9,72	172,6	0,032	5,434	1,136	0,004	0,486	

Blq. I		Trat. 1 Chaucha amarilla				0,9 x 0,4 m			FECHA		14/04/2016		
Planta	Altura (cm)	N° tallos	N° rizomas	Área hoja (cm ²)	Peso fresco hoja (g)	Peso fresco hojas (g)	Área foliar planta (cm ²)	Peso fresco rizomas (g)	Peso fresco tallos (g)	Peso seco hojas (g)	Peso seco rizomas (g)	Peso seco tallos (g)	
6	11	2	7	13,1	0,87	10,19	153,4	0,15	9,13	1,19	0,02	0,78	
7	9	2	0	9,58	0,68	6,97	98,2	0	5,3	0,62	0	0,37	
8	10	2	6	8,3	0,59	10,73	150,9	0,05	6,2	1,32	0,01	0,54	
9	10	2	0	10,76	0,63	6,42	109,6	0	3,81	0,68	0	0,32	
10	7	1	0	16,48	1,19	6,83	94,59	0	3,31	0,67	0	0,26	
X	9,4	1,8	2,6	11,64	0,792	8,228	121,4	0,04	5,55	0,896	0,006	0,454	

Blq. I		Trat. 4 INIA 302 Amarilis				0,9 x 0,3 m			FECHA		14/04/2016		
Planta	Altura (cm)	N° tallos	N° rizomas	Área hoja (cm ²)	Peso fresco hoja (g)	Peso fresco hojas (g)	Área foliar planta (cm ²)	Peso fresco rizomas (g)	Peso fresco tallos (g)	Peso seco hojas (g)	Peso seco rizomas (g)	Peso seco tallos (g)	
6	13	3	10	26,78	1,94	24,6	339,6	0,94	14,17	1,9	0,05	0,75	
7	7	2	7	16,49	1,25	8,31	109,6	0,2	5,27	0,93	0,02	0,34	
8	7	2	11	13,68	0,89	10,77	165,5	0,16	5,37	0,8	0,01	0,34	
9	14	4	10	35,32	1,98	27,84	496,6	0,28	11,78	2,16	0,02	0,74	
10	7	4	22	10,76	0,73	23,81	351	1,16	13,62	1,95	0,07	0,75	
X	9,6	3	12	20,61	1,358	19,07	292,5	0,548	10,04	1,548	0,034	0,584	

EVALUACIÓN 2
BLOQUE II

CINCO HOJAS

Blq. II		Trat. 3 INIA 302 Amarilis			0,9 x 0,4 m				FECHA		14/04/2016		
Planta	Altura (cm)	N° tallos	N° rizomas	Área hoja (cm ²)	Peso fresco hoja (g)	Peso fresco hojas (g)	Área foliar planta (cm ²)	Peso fresco rizomas (g)	Peso fresco tallos (g)	Peso seco hojas (g)	Peso seco rizomas (g)	Peso seco tallos (g)	
6	12	4	5	31,81	2,04	20,6	321,2	1,11	10,9	1,67	0,06	0,76	
7	10	2	4	12,4	1,09	7,44	84,64	0,27	5,6	0,67	0,02	0,39	
8	12	2	4	25,49	1,85	13,81	190,3	0,12	5,36	1,51	0,01	0,43	
9	9	3	5	29,59	1,96	17,92	270,5	0,71	15,08	1,59	0,04	0,77	
10	6	5	0	4,79	0,26	3,02	55,64	0	2,15	0,19	0	0,14	
X	9,8	3,2	3,6	20,82	1,44	12,56	184,5	0,442	7,818	1,126	0,026	0,498	

Blq. II		Trat. 4 INIA 302 Amarilis			0,9 x 0,3 m				FECHA		14/04/2016		
Planta	Altura (cm)	N° tallos	N° rizomas	Área hoja (cm ²)	Peso fresco hoja (g)	Peso fresco hojas (g)	Área foliar planta (cm ²)	Peso fresco rizomas (g)	Peso fresco tallos (g)	Peso seco hojas (g)	Peso seco rizomas (g)	Peso seco tallos (g)	
6	11	2	6	11,81	0,74	14,55	232,2	0,23	4,43	1,32	0,02	0,35	
7	15	4	16	20,93	1,15	34,58	629,4	0,56	12,94	2,79	0,04	0,82	
8	10	2	3	30,17	2,37	13,03	165,9	0,1	7,38	1,29	0,01	0,53	
9	13	4	4	11,46	0,58	16,68	329,6	0,09	7,19	1,34	0,01	0,53	
10	8	4	6	29,7	2,01	19,1	282,2	0,51	9,86	1,44	0,03	0,65	
X	11,4	3,2	7	20,81	1,37	19,59	327,8	0,298	8,36	1,636	0,022	0,576	

Blq. II		Trat. 2 Chaucha amarilla			0,9 x 0,3 m				FECHA		14/04/2016		
Planta	Altura (cm)	N° tallos	N° rizomas	Área hoja (cm ²)	Peso fresco hoja (g)	Peso fresco hojas (g)	Área foliar planta (cm ²)	Peso fresco rizomas (g)	Peso fresco tallos (g)	Peso seco hojas (g)	Peso seco rizomas (g)	Peso seco tallos (g)	
6	7	2	0	9,59	0,43	2,25	50,18	0	1,39	0,32	0	0,15	
7	9	1	6	14,97	0,89	5,99	100,8	0,14	3,65	0,76	0,02	0,34	
8	11	2	0	11,81	0,73	6,71	108,6	0	3,9	0,82	0	0,34	
9	9	1	2	14,74	0,98	4,91	73,85	0,03	2,67	0,68	0,001	0,29	
10	14	2	6	10,64	0,68	8,19	128,1	0,07	5,04	1,05	0,01	0,48	
X	10	1,6	2,8	12,35	0,742	5,61	92,3	0,048	3,33	0,726	0,0062	0,32	

Blq. II		Trat. 1 Chaucha amarilla			0,9 x 0,4 m				FECHA		14/04/2016		
Planta	Altura (cm)	N° tallos	N° rizomas	Área hoja (cm ²)	Peso fresco hoja (g)	Peso fresco hojas (g)	Área foliar planta (cm ²)	Peso fresco rizomas (g)	Peso fresco tallos (g)	Peso seco hojas (g)	Peso seco rizomas (g)	Peso seco tallos (g)	
6	12	2	0	6,43	0,4	8,72	140,2	0	5,41	1,34	0	0,59	
7	7	2	2	11,58	0,77	4,17	62,71	0,02	2,93	0,7	0,001	0,36	
8	6	1	0	7,13	0,47	2,93	44,45	0	1,81	0,4	0	0,2	
9	8	2	0	13,21	0,82	6,23	100,4	0	4,35	0,92	0	0,44	
10	6	3	4	5,5	0,3	4,26	78,1	0,08	3,12	0,64	0,01	0,32	
X	7,8	2	1,2	8,77	0,552	5,262	85,16	0,02	3,524	0,8	0,0022	0,382	

EVALUACIÓN 2
BLOQUE III

CINCO HOJAS

Blq. III Trat. 1 Chaucha amarilla				0,9 x 0,4 m				FECHA		14/04/2016			
Planta	Altura (cm)	N° tallos	N° rizomas	Área hoja (cm ²)	Peso fresco hoja (g)	Peso fresco hojas (g)	Área foliar planta (cm ²)	Peso fresco rizomas (g)	Peso fresco tallos (g)	Peso seco hojas (g)	Peso seco rizomas (g)	Peso seco tallos (g)	
6	10	2	10	17,19	1,07	10,64	170,9	0,13	6,39	1,15	0,02	0,49	
7	9	3	0	13,33	0,81	8,74	143,8	0	7,01	0,76	0	0,49	
8	8	3	7	14,85	1,12	8,97	118,9	0,06	6,52	0,66	0,004	0,38	
9	10	2	0	28,42	2,02	16,45	231,4	0	7,96	1,3	0	0,49	
10	7	1	0	13,21	0,97	6,56	89,34	0	3,05	0,63	0	0,23	
X	8,8	2,2	3,4	17,4	1,198	10,27	150,9	0,038	6,186	0,9	0,0048	0,416	

Blq. III Trat. 2 Chaucha amarilla				0,9 x 0,3 m				FECHA		14/04/2016			
Planta	Altura (cm)	N° tallos	N° rizomas	Área hoja (cm ²)	Peso fresco hoja (g)	Peso fresco hojas (g)	Área foliar planta (cm ²)	Peso fresco rizomas (g)	Peso fresco tallos (g)	Peso seco hojas (g)	Peso seco rizomas (g)	Peso seco tallos (g)	
6	5	4	0	9,59	0,53	7,09	128,3	0	3,47	0,63	0	0,24	
7	15	4	0	11,58	0,69	14,01	235,1	0	9,68	1,39	0	0,64	
8	13	2	0	19,76	1,37	11,71	168,9	0	6,03	1,22	0	0,41	
9	12	2	4	11,58	0,83	11,25	157	0,07	6,05	1,11	0,003	0,44	
10	10	2	4	10,29	0,66	7,89	123	0,08	4,17	0,75	0,004	0,3	
X	11	2,8	1,6	12,56	0,816	10,39	162,5	0,03	5,88	1,02	0,0014	0,406	

Blq. III Trat. 4 INIA 302 Amarilis				0,9 x 0,3 m				FECHA		14/04/2016			
Planta	Altura (cm)	N° tallos	N° rizomas	Área hoja (cm ²)	Peso fresco hoja (g)	Peso fresco hojas (g)	Área foliar planta (cm ²)	Peso fresco rizomas (g)	Peso fresco tallos (g)	Peso seco hojas (g)	Peso seco rizomas (g)	Peso seco tallos (g)	
6	9	3	3	15,55	0,89	12,61	220,3	0,05	4,91	1,33	0,004	0,4	
7	6	3	6	6,78	0,4	6,39	108,3	0,08	3,78	0,63	0,01	0,28	
8	8	4	0	16,26	1,01	10,93	176	0	7,22	1,25	0	0,56	
9	7	3	15	7,72	0,47	18,49	303,7	0,39	11,96	2,12	0,03	0,91	
10	10	2	0	7,95	0,4	4,59	91,23	0	2,61	0,61	0	0,21	
X	8	3	4,8	10,85	0,634	10,6	179,9	0,104	6,096	1,188	0,0088	0,472	

Blq. III Trat. 3 INIA 302 Amarilis				0,9 x 0,4 m				FECHA		14/04/2016			
Planta	Altura (cm)	N° tallos	N° rizomas	Área hoja (cm ²)	Peso fresco hoja (g)	Peso fresco hojas (g)	Área foliar planta (cm ²)	Peso fresco rizomas (g)	Peso fresco tallos (g)	Peso seco hojas (g)	Peso seco rizomas (g)	Peso seco tallos (g)	
6	7	4	10	28,75	1,84	11,52	180	0,44	5,21	1,21	0,03	0,46	
7	6	4	2	10,66	0,52	11,24	230,4	0,11	5,33	1,1	0,006	0,49	
8	8	1	2	31,02	2,43	7,31	93,32	0,15	4,99	0,67	0,01	0,44	
9	5	3	11	17,93	1,15	10,33	161,1	0,31	4,21	0,78	0,02	0,35	
10	6	3	0	3,08	0,21	10,2	149,6	0	4,19	0,77	0	0,35	
X	6,4	3	5	18,29	1,23	10,12	162,9	0,202	4,786	0,906	0,0132	0,418	

EVALUACIÓN 3 BOTÓN FLORAL
BLOQUE I

Blq. I		Trat. 2		Chaucha amarilla									0,9 x 0,3 m						FECHA		07/05/2016	
Planta	Altura (cm)	N° tallos	N° Rizomas	Área hoja (cm ²)	Peso fresco hoja (g)	Peso fresco hojas (g)	Área foliar planta (cm ²)	Peso fresco botones florales (cm)	Peso fresco rizomas (g)	Peso fresco tallos (g)	Número de tubérculos (g)	Peso fresco tubérculos (g)	Peso seco hojas (g)	Peso seco botones florales (g)	Peso seco rizomas (g)	Peso seco tallos (g)	Peso seco tubérculos (g)					
11	42	4	42	66,8	3,62	119,1	2197,76	0,4	8,92	74,03	3	2,32	16,17	0,06	1,26	6,43	0,3					
12	35	3	12	100,76	5,43	60,42	1121,16	0,29	0,51	38,95	0	0	7,66	0,05	0,06	2,76	0					
13	40	3	19	158,75	9,83	126,9	2049,38	0,27	2,58	64,51	0	0	16,34	0,05	0,36	4,76	0					
14	36	2	7	117,12	6,79	128,13	2210,1	0,29	1,56	70,47	0	0	16,08	0,05	0,17	5,58	0					
15	38	1	17	132,44	9,14	81,06	1174,57	0,08	2,53	52,8	0	0	11,04	0,02	0,27	3,53	0					
X	38,2	2,6	19,4	115,174	6,962	103,122	1750,59	0,266	3,22	60,152	0,6	0,464	13,458	0,046	0,424	4,612	0,06					

Blq. I		Trat. 3		INIA 302 Amarilis									0,9 x 0,4 m						FECHA		07/05/2016	
Planta	Altura (cm)	N° tallos	N° Rizomas	Área hoja (cm ²)	Peso fresco hoja (g)	Peso fresco hojas (g)	Área foliar planta (cm ²)	Peso fresco botones florales (cm)	Peso fresco rizomas (g)	Peso fresco tallos (g)	Número de tubérculos (g)	Peso fresco tubérculos (g)	Peso seco hojas (g)	Peso seco botones florales (g)	Peso seco rizomas (g)	Peso seco tallos (g)	Peso seco tubérculos (g)					
11	32	3	38	145,76	7,54	140,57	2717,44	0,31	6,44	60,89	1	1,89	17,45	0,05	0,77	4,45	0,27					
12	23	4	28	138,25	6,81	98,19	1993,36	0,6	8,24	36,5	13	19,42	10,11	0,09	0,98	3,4	3,72					
13	28	3	53	73,95	8,53	98,59	854,716	0,22	9,24	41,16	6	7,11	10,13	0,05	1,03	4,2	0,99					
14	37	5	21	86,19	10,04	172,72	1482,74	0,42	4,21	59,32	12	18,92	18,92	0,07	0,52	5,51	3,51					
15	38	3	32	112,78	11,86	121,97	1159,85	0,32	7,32	45,73	5	10,26	13,77	0,06	0,75	4,74	1,15					
X	31,6	3,6	34,4	111,386	8,956	126,408	1641,62	0,374	7,09	48,72	7,4	11,52	14,076	0,064	0,81	4,46	1,928					

EVALUACIÓN 3 BOTÓN FLORAL
BLOQUE I

Blq. I	Trat. 1	Chaucha amarilla										0,9 x 0,4 m							FECHA 07/05/2016	
Planta	Altura (cm)	N° tallos	N° Rizomas	Área hoja (cm ²)	Peso fresco hoja (g)	Peso fresco hojas (g)	Área foliar planta (cm ²)	Peso fresco botones florales (cm)	Peso fresco rizomas (g)	Peso fresco tallos (g)	Número de tubérculos (g)	Peso fresco tubérculos (g)	Peso seco hojas (g)	Peso seco botones florales (g)	Peso seco rizomas (g)	Peso seco tallos (g)	Peso seco tubérculos (g)			
11	34	2	32	137,82	6,91	167,72	3345,18	0,43	2,01	146,21	0	0	18,47	0,18	0,28	14,37	0			
12	34	2	21	86,37	4,22	159,93	3273,26	0,38	1,79	152,37	0	0	16,32	0,17	0,22	15,36	0			
13	25	1	15	111,26	5,96	78,39	1463,37	0,33	1,81	37,76	0	0	8,14	0,19	0,21	3,69	0			
14	32	1	6	155,23	8,93	83,47	1450,96	0,29	0,32	29,21	0	0	7,51	0,05	0,04	2,73	0			
15	36	3	9	76,63	3,88	108,82	2149,2	0,58	0,87	78,15	0	0	14,01	0,09	0,11	6,71	0			
X	32,2	1,8	16,6	113,462	5,98	119,666	2336,39	0,402	1,36	88,74	0	0	12,89	0,136	0,172	8,572	0			

Blq. I	Trat. 4	INIA 302 Amarilis										0,9 x 0,3 m							FECHA 07/05/2016	
Planta	Altura (cm)	N° tallos	N° Rizomas	Área hoja (cm ²)	Peso fresco hoja (g)	Peso fresco hojas (g)	Área foliar planta (cm ²)	Peso fresco botones florales (cm)	Peso fresco rizomas (g)	Peso fresco tallos (g)	Número de tubérculos (g)	Peso fresco tubérculos (g)	Peso seco hojas (g)	Peso seco botones florales (g)	Peso seco rizomas (g)	Peso seco tallos (g)	Peso seco tubérculos (g)			
11	34	2	23	188,68	9,01	175,52	3675,6	1,31	5,76	61,91	10	42,62	18,79	0,17	0,63	6,02	5,11			
12	38	5	17	86,27	4,17	253,68	5248,2	0,29	6,23	124,48	13	123,94	28,34	0,04	0,77	10,54	15,04			
13	42	2	31	120,6	6,37	174,87	3310,73	0,57	12,51	82,46	4	12,64	18,53	0,08	1,38	8,36	2,1			
14	30	2	8	154,84	8,82	137,83	2419,68	0,73	4,78	79,92	1	1,01	15,48	0,09	0,53	7,85	0,13			
15	15	1	25	65,31	3,89	76,74	1288,4	0,81	7,34	66,29	11	98,32	8,94	0,12	0,79	6,71	13,25			
X	31,8	2,4	20,8	123,14	6,452	163,728	3188,52	0,742	7,324	83,012	7,8	55,706	18,016	0,1	0,82	7,896	7,126			

EVALUACIÓN 3
BLOQUE II

BOTÓN FLORAL

Blq. II Trat. 3		INIA 302 Amarilis			0,9 x 0,4 m			FECHA 07/05/2016									
Planta	Altura (cm)	N° tallos	N° Rizomas	Área hoja (cm ²)	Peso fresco hoja (g)	Peso fresco hojas (g)	Área foliar planta (cm ²)	Peso fresco botones florales (cm)	Peso fresco rizomas (g)	Peso fresco tallos (g)	Número de tubérculos (g)	Peso fresco tubérculos (g)	Peso seco hojas (g)	Peso seco botones florales (g)	Peso seco rizomas (g)	Peso seco tallos (g)	Peso seco tubérculos (g)
11	25	2	28	87,7	5,01	162,16	2838,61	0,29	24,45	69,75	9	15,37	18,93	0,03	2,79	6,87	2,22
12	24	2	32	142,3	7,56	172,64	3249,56	0,78	18,37	58,83	3	6,06	19,07	0,06	2,32	5,99	1,14
13	34	2	7	155,81	7,88	154,29	3050,75	0,74	3,01	49,84	6	13,78	18,21	0,04	2,23	5	2,15
14	31	3	24	76,28	3,82	77,63	1550,16	0,57	6,72	86,73	7	10,64	27,91	0,07	0,97	8,88	1,53
15	35	3	17	121,23	6,13	173,65	3434,19	0,69	16,94	78,59	15	23,64	19,32	0,08	1,84	7,75	3,15
X	29,8	2,4	21,6	116,664	6,08	148,074	2824,65	0,614	13,898	68,748	8	13,898	20,688	0,056	2,03	6,898	2,038

Blq. II Trat. 4		INIA 302 Amarilis			0,9 x 0,3 m			FECHA 07/05/2016									
Planta	Altura (cm)	N° tallos	N° Rizomas	Área hoja (cm ²)	Peso fresco hoja (g)	Peso fresco hojas (g)	Área foliar planta (cm ²)	Peso fresco botones florales (cm)	Peso fresco rizomas (g)	Peso fresco tallos (g)	Número de tubérculos (g)	Peso fresco tubérculos (g)	Peso seco hojas (g)	Peso seco botones florales (g)	Peso seco rizomas (g)	Peso seco tallos (g)	Peso seco tubérculos (g)
11	33	5	34	132,89	8,63	178,52	2748,96	1,02	6,48	148,72	2	4,82	19,72	0,15	0,72	15,14	0,58
12	34	2	17	129,66	5,32	165,48	4033,11	0,63	2,75	77,54	16	32,84	25,17	0,09	0,62	6,94	3,74
13	41	1	15	142,33	6,77	104,69	2200,96	0,27	2,63	16,93	5	8,71	13,11	0,03	0,6	1,58	1,32
14	25	2	5	93,23	6,55	73,21	1042,04	0,39	3,13	32,01	15	24,25	9,56	0,06	0,41	2,79	2,94
15	21	2	28	52,85	2,9	45,57	830,474	0,29	3,21	20,6	4	6,89	5,52	0,04	0,59	1,65	0,85
X	30,8	2,4	19,8	110,192	6,034	113,494	2171,11	0,52	3,64	59,16	8,4	15,502	14,616	0,074	0,588	5,62	1,886

EVALUACIÓN 3 BOTÓN FLORAL
BLOQUE II

Blq. II Trat. 2		Chaucha amarilla			0,9 x 0,3 m			FECHA 07/05/2016									
Planta	Altura (cm)	N° tallos	N° Rizomas	Área hoja (cm ²)	Peso fresco hoja (g)	Peso fresco hojas (g)	Área foliar planta (cm ²)	Peso fresco botones florales (cm)	Peso fresco rizomas (g)	Peso fresco tallos (g)	Número de tubérculos (g)	Peso fresco tubérculos (g)	Peso seco hojas (g)	Peso seco botones florales (g)	Peso seco rizomas (g)	Peso seco tallos (g)	Peso seco tubérculos (g)
11	39	2	12	143,65	8,52	109,92	1853,29	0,19	3,03	68,68	0	0	14,7	0,03	0,32	5,97	0
12	36	1	8	107,56	6,21	86,59	1499,78	0,2	1,16	39,72	0	0	13,31	0,03	0,22	3,75	0
13	17	1	10	87,34	6,01	77,05	1119,72	0,11	1,03	9,3	0	0	2,03	0,02	0,08	0,92	0
14	36	2	7	113,13	7,03	106,54	1714,49	0,22	1,09	40,52	0	0	11,43	0,04	0,09	4,13	0
15	28	1	13	101,02	5,8	89,93	1566,33	0,13	1,14	22,75	0	0	7,79	0,02	0,11	2,73	0
X	31,2	1,4	10	110,54	6,714	94,006	1550,72	0,17	1,49	36,194	0	0	9,852	0,028	0,164	3,5	0

Blq. II Trat. 1		Chaucha amarilla			0,9 x 0,4 m			FECHA 07/05/2016									
Planta	Altura (cm)	N° tallos	N° Rizomas	Área hoja (cm ²)	Peso fresco hoja (g)	Peso fresco hojas (g)	Área foliar planta (cm ²)	Peso fresco botones florales (cm)	Peso fresco rizomas (g)	Peso fresco tallos (g)	Número de tubérculos (g)	Peso fresco tubérculos (g)	Peso seco hojas (g)	Peso seco botones florales (g)	Peso seco rizomas (g)	Peso seco tallos (g)	Peso seco tubérculos (g)
11	27	1	13	87,54	5,92	173,3	2562,62	0,55	8,48	41,6	0	0	17,92	0,06	0,89	2,04	0
12	31	1	17	113,42	7,48	102,62	1556,04	0,26	16,87	53,97	2	1,83	12,65	0,04	1,78	3,02	0,2
13	31	3	12	112,93	7,04	179,68	2882,28	0,62	13,11	86,49	0	0	18,43	0,06	1,56	5,9	0
14	30	2	8	67,55	5,34	60,67	767,464	0,21	1,71	37,78	0	0	6,72	0,04	0,17	2,55	0
15	34	1	6	95,07	6,12	71,96	1117,85	0,15	2,19	42,03	0	0	8,98	0,02	0,26	2,91	0
X	30,6	1,6	11,2	95,302	6,38	117,646	1777,25	0,358	8,472	52,374	0,4	0,366	12,94	0,044	0,932	3,284	0,04

EVALUACIÓN 3 BOTÓN FLORAL
BLOQUE III

Blq. III Trat. 1				Chaucha amarilla			0,9 x 0,4 m			FECHA 07/05/2016							
Planta	Altura (cm)	N° tallos	N° Rizomas	Área hoja (cm ²)	Peso fresco hoja (g)	Peso fresco hojas (g)	Área foliar planta (cm ²)	Peso fresco botones florales (cm)	Peso fresco rizomas (g)	Peso fresco tallos (g)	Número de tubérculos (g)	Peso fresco tubérculos (g)	Peso seco hojas (g)	Peso seco botones florales (g)	Peso seco rizomas (g)	Peso seco tallos (g)	Peso seco tubérculos (g)
11	24	1	17	162,32	9,03	95,87	1723,32	0,1	1,1	14,7	0	0	4,03	0,02	0,09	1,43	0
12	38	2	8	99,63	5,63	169,26	2995,27	0,5	2,1	83,61	0	0	17,9	0,04	0,22	8,02	0
13	30	1	15	72,89	4,87	78,26	1171,33	0,3	2,2	35,6	0	0	8,97	0,03	0,21	3,78	0
14	42	3	14	81,18	4,87	148,71	2478,91	0,7	7,8	78,77	0	0	17,61	0,09	0,69	5,83	0
15	31	2	10	61,05	4,01	146,82	2235,25	0,41	6,21	68,59	1	1,75	16,99	0,04	0,64	6,82	0,22
X	33	1,8	12,8	95,414	5,682	127,784	2120,82	0,402	3,882	56,254	0,2	0,35	13,1	0,044	0,37	5,176	0,044

Blq. III Trat. 2				Chaucha amarilla			0,9 x 0,3 m			FECHA 07/05/2016							
Planta	Altura (cm)	N° tallos	N° Rizomas	Área hoja (cm ²)	Peso fresco hoja (g)	Peso fresco hojas (g)	Área foliar planta (cm ²)	Peso fresco botones florales (cm)	Peso fresco rizomas (g)	Peso fresco tallos (g)	Número de tubérculos (g)	Peso fresco tubérculos (g)	Peso seco hojas (g)	Peso seco botones florales (g)	Peso seco rizomas (g)	Peso seco tallos (g)	Peso seco tubérculos (g)
11	39	2	8	130,45	6,83	140,45	2682,53	0,41	2,09	48,31	3	4,03	15,72	0,06	0,32	4,54	0,48
12	36	2	16	156,72	8,12	129,21	2493,82	0,5	2,18	79,13	0	0	17,99	0,08	0,26	7,2	0
13	28	1	14	88,47	4,88	89,71	1626,36	0,13	0,65	22,25	0	0	4,56	0,02	0,08	1,8	0
14	35	1	10	79,91	4,62	65,27	1128,94	0,36	0,76	41,67	0	0	8,98	0,06	0,11	4,05	0
15	38	2	8	82,52	4,82	118,43	2027,56	0,49	1,37	30,05	0	0	9,52	0,07	0,17	3,12	0
X	35,2	1,6	11,2	107,614	5,854	108,614	1991,84	0,378	1,41	44,282	0,6	0,806	11,354	0,058	0,188	4,142	0,096

EVALUACIÓN 3 BOTÓN FLORAL
BLOQUE III

Blq. III Trat. 4				INIA 302 Amarilis			0,9 x 0,3 m			FECHA 07/05/2016							
Planta	Altura (cm)	N° tallos	N° Rizomas	Área hoja (cm ²)	Peso fresco hoja (g)	Peso fresco hojas (g)	Área foliar planta (cm ²)	Peso fresco botones florales (cm)	Peso fresco rizomas (g)	Peso fresco tallos (g)	Número de tubérculos (g)	Peso fresco tubérculos (g)	Peso seco hojas (g)	Peso seco botones florales (g)	Peso seco rizomas (g)	Peso seco tallos (g)	Peso seco tubérculos (g)
11	36	2	26	178,56	9,02	122,84	2431,74	0,58	6,14	60,3	5	17,92	20,43	0,1	0,66	6,01	2,08
12	39	3	32	153,87	8,34	158,73	2928,51	0,41	21,68	121,52	4	10,52	22,65	0,07	2,35	12,13	1,43
13	35	2	18	112,63	6,01	117,83	2208,19	1,89	14,75	132,4	6	47,29	39,61	0,19	1,59	13,12	5,5
14	32	3	11	52,76	2,68	136,7	2691,15	0,36	5,97	55,63	14	76,31	15,73	0,04	0,77	5,01	10,26
15	34	3	13	68,84	3,87	147,92	2631,22	0,63	6,37	142,78	12	18,33	21,78	0,11	0,78	14,17	2,22
X	35,2	2,6	20	113,332	5,984	136,804	2578,16	0,774	10,982	102,526	8,2	34,074	24,04	0,102	1,23	10,088	4,298

Blq. III Trat. 3				INIA 302 Amarilis			0,9 x 0,4 m			FECHA 07/05/2016							
Planta	Altura (cm)	N° tallos	N° Rizomas	Área hoja (cm ²)	Peso fresco hoja (g)	Peso fresco hojas (g)	Área foliar planta (cm ²)	Peso fresco botones florales (cm)	Peso fresco rizomas (g)	Peso fresco tallos (g)	Número de tubérculos (g)	Peso fresco tubérculos (g)	Peso seco hojas (g)	Peso seco botones florales (g)	Peso seco rizomas (g)	Peso seco tallos (g)	Peso seco tubérculos (g)
11	31	4	18	164,73	9,64	150,42	2570,4	0,43	5,73	73,68	0	0	19,48	0,07	0,69	5,04	0
12	38	2	8	99,42	5,73	180,24	3127,31	0,61	8,62	92,84	0	0	21,76	0,09	1,07	6,2	0
13	43	3	15	185,57	11,39	319,63	5207,53	1,23	15,14	178,48	17	50,24	42,19	0,19	1,9	15,63	7,01
14	25	4	28	85,35	3,87	39,58	872,908	0,22	1,38	19,41	3	5,17	4,7	0,04	0,19	1,46	0,46
15	38	3	21	121,08	7,6	177,39	2826,1	0,58	6,15	81,8	12	35,07	21,11	0,08	0,78	5,54	3,82
X	35	3,2	18	131,23	7,646	173,452	2920,85	0,614	7,404	89,242	6,4	18,096	21,848	0,094	0,926	6,774	2,258

EVALUACIÓN 4. FLORACIÓN PLENA

BLOQUE I

Blq. I	Trat. 2	Chaucha amarilla									0,9x0,3 m		FECHA: 25/05/2016			
Planta	Altura (cm)	N° tallos	Area de hoja (cm ²)	Peso fresco hoja (g)	Peso fresco hojas (g)	Area foliar planta (cm ²)	Peso fresco flores (g)	Peso fresco de rizomas (g)	Peso fresco tallos (g)	Número de tubérculos	Peso fresco tubérculos (g)	Peso seco flores (g)	Peso seco hojas (g)	Peso seco de rizomas (g)	Peso seco tallos (g)	Peso seco tubérculos (g)
16	60	2	77,02	3,06	198,51	4996,484	1,02	3,44	108,13	11	101,97	0,13	19,35	1,33	7,75	14,31
17	60	4	102,5	4,74	196,97	4259,372	3,47	8,05	130,91	29	167,45	0,48	19,14	2,94	8,96	23,8
18	62	3	84,38	3,72	110,22	2500,098	0,97	3,22	77,76	15	57,69	0,13	10,98	1,21	7,73	9,65
19	55	3	120,13	5,87	93,87	1921,057	2,85	2,54	72,57	7	30,27	0,44	9,83	0,51	7,57	5,09
20	57	3	92,35	4,23	152,63	3332,241	5,6	4,01	110,32	9	97,92	0,81	14,99	0,86	7,92	13,94
X	58,8	3	95,276	4,324	150,44	3401,85	2,782	4,252	99,938	14,2	91,06	0,398	14,858	1,37	7,986	13,358

Blq. I	Trat. 3	INIA 302 Amarilis									0,9x0,4 m		FECHA: 25/05/2016			
Planta	Altura (cm)	N° tallos	Area de hoja (cm ²)	Peso fresco hoja (g)	Peso fresco hojas (g)	Area foliar planta (cm ²)	Peso fresco flores (g)	Peso fresco de rizomas (g)	Peso fresco tallos (g)	Número de tubérculos	Peso fresco tubérculos (g)	Peso seco flores (g)	Peso seco hojas (g)	Peso seco de rizomas (g)	Peso seco tallos (g)	Peso seco tubérculos (g)
16	52	1	191,27	10,87	163,65	2879,608	2,5	10,47	103,99	11	125,31	0,4	16,44	1,4	10,21	21,4
17	47	3	118,6	4,84	101,45	2485,944	3,76	4,66	43,38	9	68,58	0,52	10,32	0,63	4,2	11,57
18	34	2	106,01	4,44	90,79	2167,713	1,87	2,47	28,08	10	106,12	0,24	9,11	0,32	2,93	18,9
19	56	2	205,43	11,41	240,21	4324,833	5,21	12,51	113,45	7	88,01	0,77	24,12	2,12	11,45	13,4
20	46	2	121,45	6,12	165,87	3291,652	1,1	8,52	79,21	13	173,37	0,15	15,63	1,57	7,9	30,11
X	47	2	148,552	7,536	152,394	3029,95	2,888	7,726	73,622	10	112,278	0,416	15,124	1,208	7,338	19,076

EVALUACIÓN 4. FLORACIÓN PLENA

BLOQUE I

Blq. I	Trat. 1	Chaucha amarilla									0,9x0,4 m		FECHA:		25/05/2016	
Planta	Altura (cm)	N° tallos	Area de hoja (cm ²)	Peso fresco hoja (g)	Peso fresco hojas (g)	Area foliar planta (cm ²)	Peso fresco flores (g)	Peso fresco de rizomas (g)	Peso fresco tallos (g)	Número de tubérculos	Peso fresco tubérculos (g)	Peso seco flores (g)	Peso seco hojas (g)	Peso seco de rizomas (g)	Peso seco tallos (g)	Peso seco tubérculos (g)
16	45	3	131,84	6,98	162,23	3064,241	1,27	4,33	144,16	6	37,24	0,16	16,88	0,76	14,54	6,72
17	53	2	113,3	5,77	172,16	3380,542	3,3	1,23	134,15	5	35,97	0,47	17,99	0,24	14,24	5,52
18	59	1	158,06	8,29	218,67	4169,238	5,13	5,72	140,31	10	57,17	0,78	22,63	0,94	14,36	9,4
19	47	2	142,07	7,27	192,55	3762,803	0,32	2,62	120,18	15	55,57	0,04	19,12	0,57	12,12	9,33
20	41	1	123,42	6,7	48,92	901,1502	4,21	0,31	37,62	5	23,42	0,62	4,79	0,04	3,81	4,26
X	49	1,8	133,738	7,002	158,906	3055,595	2,846	2,842	115,284	8,2	41,874	0,414	16,282	0,51	11,814	7,046

Blq. I	Trat. 4	INIA 302 Amarilis									0,9x0,3 m		FECHA:		25/05/2016	
Planta	Altura (cm)	N° tallos	Area de hoja (cm ²)	Peso fresco hoja (g)	Peso fresco hojas (g)	Area foliar planta (cm ²)	Peso fresco flores (g)	Peso fresco de rizomas (g)	Peso fresco tallos (g)	Número de tubérculos	Peso fresco tubérculos (g)	Peso seco flores (g)	Peso seco hojas (g)	Peso seco de rizomas (g)	Peso seco tallos (g)	Peso seco tubérculos (g)
16	32	1	124,08	5,71	98,62	2143,042	2,51	6,09	39,61	10	122,98	0,32	11,33	0,93	3,92	18,98
17	53	5	133,63	5,68	207,44	4880,318	1,01	3,76	101,94	15	266,57	0,13	23,86	0,47	9,34	43,01
18	57	2	153,04	6,78	166,06	3748,351	0,21	8,62	84	14	154,78	0,03	20,48	1,45	7,48	22,88
19	42	4	90,1	3,99	84,93	1917,843	0,89	3	33,97	17	129,54	0,12	10,37	0,43	3,1	21,36
20	29	1	59,47	2,53	19,29	453,4294	4,23	2,26	8,79	3	20,88	0,64	2,68	0,22	1,32	3,12
X	42,6	2,6	112,064	4,938	115,268	2628,597	1,77	4,746	53,662	11,8	138,95	0,248	13,744	0,7	5,032	21,87

EVALUACIÓN 4. FLORACIÓN PLENA

BLOQUE II

Blq. II		Trat. 3		INIA 302 Amarilis						0,9x0,4 m		FECHA:		25/05/2016			
Planta	Altura (cm)	N° tallos	Area de hoja (cm ²)	Peso fresco hoja (g)	Peso fresco hojas (g)	Area foliar planta (cm ²)	Peso fresco flores (g)	Peso fresco de rizomas (g)	Peso fresco tallos (g)	Número de tubérculos	Peso fresco tubérculos (g)	Peso seco flores (g)	Peso seco hojas (g)	Peso seco de rizomas (g)	Peso seco tallos (g)	Peso seco tubérculos (g)	
16	52	2	98,78	4,89	236,87	4784,871	4,2	13,56	103,32	8	266,3	0,61	24,01	1,51	10,46	42,88	
17	43	3	157,54	7,88	185,78	3714,185	4	9,63	213,82	12	215,15	0,57	17,97	1,32	20,67	37,85	
18	39	3	132,21	7,16	195,32	3606,6	2,76	12,12	253,41	11	168,34	0,36	18,99	1,43	23,98	28,37	
19	37	2	189,98	9,97	194,5	3706,23	1,88	5	76,37	13	210,98	0,28	19,68	0,61	7,47	35,26	
20	41	5	147,65	7,53	298,65	5855,999	3,2	8,11	130,1	17	408,31	0,47	30,02	1,01	13,12	69,73	
X	42,4	3	145,232	7,486	222,224	4333,577	3,208	9,684	155,404	12,2	253,816	0,458	22,134	1,176	15,14	42,818	

Blq. II		Trat. 4		INIA 302 Amarilis						0,9x0,3 m		FECHA:		25/05/2016			
Planta	Altura (cm)	N° tallos	Area de hoja (cm ²)	Peso fresco hoja (g)	Peso fresco hojas (g)	Area foliar planta (cm ²)	Peso fresco flores (g)	Peso fresco de rizomas (g)	Peso fresco tallos (g)	Número de tubérculos	Peso fresco tubérculos (g)	Peso seco flores (g)	Peso seco hojas (g)	Peso seco de rizomas (g)	Peso seco tallos (g)	Peso seco tubérculos (g)	
16	55	3	211,31	10,3	323,1	6628,569	2,08	12,07	222,98	26	390,62	0,28	37,53	1,74	20,85	49,64	
17	55	4	145,19	6,56	240,77	5328,871	2,54	9,88	186,39	37	413,16	0,32	28,28	1,52	17,03	57,05	
18	51	3	173,72	8,14	234,88	5012,697	3,21	10,68	177,53	14	179,63	0,47	26,99	1,61	16,01	45,87	
19	50	3	263,06	12,04	253,81	5545,453	2,77	11,3	156,38	27	305,89	0,38	29,61	1,53	12,93	43,13	
20	53	1	110,8	5,79	80,4	1538,57	3,34	3,42	42,12	5	70,47	0,51	9,53	0,52	3,68	8,89	
X	52,8	2,8	180,816	8,566	226,592	4810,832	2,788	9,47	157,08	21,8	271,954	0,392	26,388	1,384	14,1	40,916	

EVALUACIÓN 4. FLORACIÓN PLENA

BLOQUE II

Blq. II		Trat. 2		Chaucha amarilla						0,9x0,3 m		FECHA:		25/05/2016		
Planta	Altura (cm)	N° tallos	Area de hoja (cm ²)	Peso fresco hoja (g)	Peso fresco hojas (g)	Area foliar planta (cm ²)	Peso fresco flores (g)	Peso fresco de rizomas (g)	Peso fresco tallos (g)	Número de tubérculos	Peso fresco tubérculos (g)	Peso seco flores (g)	Peso seco hojas (g)	Peso seco de rizomas (g)	Peso seco tallos (g)	Peso seco tubérculos (g)
16	19	3	18,61	0,8	10,82	251,7003	1,85	0,36	17,05	0	0	0,31	1,17	0,02	1,23	0
17	52	1	125,6	6,08	42,53	878,5803	1,26	0,39	32,22	3	10,69	0,27	4,41	0,02	1,12	1,79
18	57	1	149,32	8,32	211,46	3795,097	2,53	3,87	142,8	10	58,43	0,39	30,13	0,68	13,54	9,44
19	60	1	140,47	6,97	240,17	4840,27	2,76	0,65	147,58	5	96,36	0,43	34,12	0,05	13,86	18,43
20	60	2	163,82	7,31	208,19	4665,62	1,07	4,95	142,44	1	8,17	0,18	30,08	0,79	13,65	1,03
X	49,6	1,6	119,564	5,896	142,634	2886,254	1,894	2,044	96,418	3,8	34,73	0,316	19,982	0,312	8,68	6,138

Blq. II		Trat. 1		Chaucha amarilla						0,9x0,4 m		FECHA:		25/05/2016		
Planta	Altura (cm)	N° tallos	Area de hoja (cm ²)	Peso fresco hoja (g)	Peso fresco hojas (g)	Area foliar planta (cm ²)	Peso fresco flores (g)	Peso fresco de rizomas (g)	Peso fresco tallos (g)	Número de tubérculos	Peso fresco tubérculos (g)	Peso seco flores (g)	Peso seco hojas (g)	Peso seco de rizomas (g)	Peso seco tallos (g)	Peso seco tubérculos (g)
16	36	2	133,58	5,32	148,63	3731,954	4,4	4,38	79,22	5	27,05	0,81	14,76	0,62	8,1	6,57
17	42	2	163,73	6,87	151,11	3601,345	2,93	2,64	63,94	8	36,42	0,44	15,64	0,3	6,32	6,59
18	59	1	109,57	7,38	111,4	1653,943	4,87	3,23	76,83	4	23,03	0,71	11,08	0,47	7,89	4,02
19	47	2	122,65	6,19	139,34	2760,913	5,7	0,91	84,05	6	78,2	0,88	21,42	0,18	9,95	12,99
20	17	1	35,92	1,97	9,8	178,6883	3,2	0,42	6,91	0	0	0,44	0,86	0,09	0,5	0
X	40,2	1,6	113,09	5,546	112,056	2385,369	4,22	2,316	62,19	4,6	32,94	0,656	12,752	0,332	6,552	6,034

EVALUACIÓN 4. FLORACIÓN PLENA

BLOQUE III

Blq. III		Trat. 1		Chaucha amarilla						0,9x0,4 m		FECHA:		25/05/2016		
Planta	Altura (cm)	N° tallos	Area de hoja (cm ²)	Peso fresco hoja (g)	Peso fresco hojas (g)	Area foliar planta (cm ²)	Peso fresco flores (g)	Peso fresco de rizomas (g)	Peso fresco tallos (g)	Número de tubérculos	Peso fresco tubérculos (g)	Peso seco flores (g)	Peso seco hojas (g)	Peso seco de rizomas (g)	Peso seco tallos (g)	Peso seco tubérculos (g)
16	45	3	137,73	6,67	261,89	5407,813	3,7	14,01	188,65	8	15,34	0,54	28,39	2,67	19,01	2,31
17	48	1	74,72	3,58	97,92	2043,738	4,8	6,67	87,37	10	21,76	0,73	12,82	1,11	8,92	6,52
18	51	2	141,2	6,83	203,19	4200,648	1,1	12,32	178,62	8	17,73	0,17	25,97	2,14	17,93	3,13
19	20	2	27,52	1,28	17,21	370,015	2,6	8,43	8,08	7	15,44	0,42	1,63	1,15	0,67	2,32
20	54	2	115,79	4,9	158,73	3750,887	1,7	3,47	123,97	10	24,68	0,27	24,66	0,56	12,92	4,51
X	43,6	2	99,392	4,652	147,788	3154,62	2,78	8,98	117,338	8,6	18,99	0,426	18,694	1,526	11,89	3,758

Blq. III		Trat. 2		Chaucha amarilla						0,9x0,3 m		FECHA:		25/05/2016		
Planta	Altura (cm)	N° tallos	Area de hoja (cm ²)	Peso fresco hoja (g)	Peso fresco hojas (g)	Area foliar planta (cm ²)	Peso fresco flores (g)	Peso fresco de rizomas (g)	Peso fresco tallos (g)	Número de tubérculos	Peso fresco tubérculos (g)	Peso seco flores (g)	Peso seco hojas (g)	Peso seco de rizomas (g)	Peso seco tallos (g)	Peso seco tubérculos (g)
16	58	2	154,53	7,69	234,53	4712,864	4,64	13,63	171,01	6	10,43	0,71	34,22	2,19	15,86	1,42
17	50	2	109,61	4,94	129,5	2873,38	2,86	2,27	85,29	6	22,89	0,39	18,9	0,46	8,39	3,67
18	67	1	133,13	6,64	206,42	4138,659	5,12	5,08	162,81	8	38,82	0,87	21,03	0,97	15,94	4,86
19	55	1	129,58	6,68	173,36	3362,873	3,37	2,19	108,98	4	85,75	0,39	17,12	0,48	11,01	8,64
20	53	2	92,71	4,48	92,18	1907,591	1,78	1,66	73,56	2	3,21	0,21	9,75	0,22	7,41	0,5
X	56,6	1,6	123,912	6,086	167,198	3399,073	3,554	4,966	120,33	5,2	32,22	0,514	20,204	0,864	11,722	3,818

EVALUACIÓN 4. FLORACIÓN PLENA

BLOQUE III

Blq. III		Trat. 4		INIA 302 Amarilis							0,9x0,3 m		FECHA:		25/05/2016	
Planta	Altura (cm)	N° tallos	Area de hoja (cm ²)	Peso fresco hoja (g)	Peso fresco hojas (g)	Area foliar planta (cm ²)	Peso fresco flores (g)	Peso fresco de rizomas (g)	Peso fresco tallos (g)	Número de tubérculos	Peso fresco tubérculos (g)	Peso seco flores (g)	Peso seco hojas (g)	Peso seco de rizomas (g)	Peso seco tallos (g)	Peso seco tubérculos (g)
16	61	5	195,33	9,51	262,06	5382,564	5,21	11,65	187,16	22	309,71	0,79	26,63	1,5	17,84	51,04
17	51	4	103,98	4,83	142,2	3061,275	3,32	7,67	97,67	27	197,15	0,47	13,95	1	9,93	35,76
18	53	3	78,94	3,06	189,92	4899,439	3,64	6,93	104,98	14	171,39	0,51	19,12	0,97	10,77	32,78
19	65	6	129,25	5,69	274,34	6231,713	2,88	10,45	78,54	17	189,31	0,42	27,63	1,3	8,11	32,89
20	54	5	119,19	4,29	208,54	5793,912	1,76	7	120,02	14	246,34	0,24	26,09	1	10,36	37,29
X	56,8	4,6	125,338	5,476	215,412	5073,78	3,362	8,74	117,674	18,8	222,78	0,486	22,684	1,154	11,402	37,952

Blq. III		Trat. 3		INIA 302 Amarilis							0,9x0,4 m		FECHA:		25/05/2016	
Planta	Altura (cm)	N° tallos	Area de hoja (cm ²)	Peso fresco hoja (g)	Peso fresco hojas (g)	Area foliar planta (cm ²)	Peso fresco flores (g)	Peso fresco de rizomas (g)	Peso fresco tallos (g)	Número de tubérculos	Peso fresco tubérculos (g)	Peso seco flores (g)	Peso seco hojas (g)	Peso seco de rizomas (g)	Peso seco tallos (g)	Peso seco tubérculos (g)
16	54	3	187,36	8,63	245,63	5332,704	3,02	10,82	155,78	12	382,25	0,46	33,33	1,92	13,56	61,54
17	62	3	211,95	10,17	285,01	5939,81	5,27	18,55	168,43	16	288,44	0,8	44,42	2,76	14,03	42,99
18	53	1	224,15	9,81	232,08	5302,827	4,53	6,94	144,55	8	372,11	0,69	31,07	1,02	12,01	57,43
19	54	5	132,19	5,83	188,05	4263,864	1,82	3,91	95,5	15	339,51	0,29	24,71	0,57	9,3	50,64
20	58	2	124,73	6,37	200,76	3931,051	1,01	9,1	117,76	3	69,62	0,14	27,56	1,6	9,87	8,02
X	56,2	2,8	176,076	8,162	230,306	4954,051	3,13	9,864	136,404	10,8	290,386	0,476	32,218	1,574	11,754	44,124

EVALUACION 5. MADUREZ FISIOLÓGICA

BLOQUE I

Blq. I		Trat. 2		Chaucha amarilla 0,9 x 0,3 m										FECHA:		21/07/2016						
Planta	Altura (cm)	N° tallos	Area foliar activa (dm ²)	Area foliar total (dm ²)	Peso hojas más tallos planta (g)	Peso fresco foliar total (g)	Peso fresco tallos (g)	N° total de tubérculos.	Peso fresco total de tubérculos (g)	N° tub. 1ra (≥ 4 cm diam. >)	Peso fresco tub 1ra (g)	N° tub. 2da (≥ 2,5 < 4 cm)	Peso fresco tub. 2da (g)	N° tub. 3ra (< 2,5 cm)	Peso fresco tub. 3ra (g)	N° tub comerc. (1ra + 2da)	Peso fresco tub. Comerciales (g)	peso seco hojas (g)	peso seco tallos (g)	peso seco tub 1ra (g)	Peso seco tub 2da (g)	Peso seco tub 3ra (g)
21	61	3	5,6	109	228	148,53	79,6	21	707,09	16	664,43	4	39,71	1	2,95	20	704,14	53,92	22,19	147	9,3	0,6
22	72	3	5,5	107	223	148,44	74,2	12	705,11	3	612,53	6	79,23	3	13,35	9	691,76	48,67	20,54	126	14,6	2,4
23	58	3	5,6	113	233	156,99	76,2	44	837,68	7	578,63	18	201,23	19	57,82	25	779,86	57,42	21,86	113	37,3	9,9
24	73	5	9,1	184	320	232,82	87,5	39	1004,7	14	709,41	17	279,11	8	16,18	31	988,52	77,74	25,75	206	58,3	2,9
25	56	2	5,2	105	178	121,37	56,3	15	196,04	4	136,59	5	39,93	6	19,52	9	176,52	39,38	16,39	32,8	7,7	3,6
X	64	3,2	6,2	124	236	161,63	74,7	26,2	690,12	8,8	540,32	10	127,84	7,4	21,964	19	668,16	55,43	21,35	125	25,4	3,88

Blq. I		Trat. 3		INIA 302 Amarilis 0,9 x 0,4 m										FECHA:		21/07/2016						
Planta	Altura (cm)	N° tallos	Area foliar activa (dm ²)	Area foliar total (dm ²)	Peso hojas más tallos planta (g)	Peso fresco foliar total (g)	Peso fresco tallos (g)	N° total de tubérculos.	Peso fresco total de tubérculos (g)	N° tub. 1ra (≥ 4 cm diam. >)	Peso fresco tub 1ra (g)	N° tub. 2da (≥ 2,5 < 4 cm)	Peso fresco tub. 2da (g)	N° tub. 3ra (< 2,5 cm)	Peso fresco tub. 3ra (g)	N° tub comerc. (1ra + 2da)	Peso fresco tub. Comerciales (g)	peso seco hojas (g)	peso seco tallos (g)	peso seco tub 1ra (g)	Peso seco tub 2da (g)	Peso seco tub 3ra (g)
21	51	3	8,1	163	383	259,17	124,	13	840,13	9	832,42	0	0	4	7,71	9	832,42	70,23	27,44	154	0	1,2
22	61	3	8,0	159	371	272,93	98,5	11	1152,2	8	1123,4	2	27,11	1	1,72	10	1150,5	88,56	26,75	211	4,5	0,3
23	52	3	7,8	155	350	267,25	83,2	11	666,19	6	612,1	3	51,81	2	2,28	9	663,91	79,52	22,76	113	10,1	0,3
24	57	2	5,4	110	254	173,22	81,2	8	594,87	7	572,31	1	22,56	0	0	8	594,87	50,87	20,10	104	4,1	0
25	47	3	8,0	157	369	286,39	82,5	24	1211,9	18	1075,6	5	132,76	1	3,59	23	1208,4	91,35	22,54	203	26	0,3
X	53,6	2,8	7,5	149	346	251,79	93,9	13,4	893,07	9,6	843,16	2,2	46,848	1,6	3,06	12	890,01	76,11	23,92	157	8,94	0,42

EVALUACION 5. MADUREZ FISIOLÓGICA

BLOQUE I

Blq. I		Trat. 1		Chaucha amarilla		0,9 x 0,4 m		FECHA: 21/07/2016														
Planta	Altura (cm)	Nº tallos	Area foliar activa (dm ²)	Area foliar total (dm ²)	Peso hojas más tallos planta (g)	Peso fresco foliar total (g)	Peso fresco tallos (g)	Nº total de tubérculos.	Peso fresco total de tubérculos (g)	Nº tub. 1ra (≥ 4 cm diam. >)	Peso fresco tub 1ra (g)	Nº tub. 2da (≥2,5 < 4 cm)	Peso fresco tub. 2da (g)	Nº tub. 3ra (<2,5 cm)	Peso fresco tub. 3ra (g)	Nº tub comerc. (1ra + 2da)	Peso fresco tub. Comerciales (g)	peso seco hojas (g)	peso seco tallos (g)	peso seco tub 1ra (g)	Peso seco tub 2da (g)	Peso seco tub 3ra (g)
21	59	2	5,1	101	242	179,78	62,2	8	698,01	6	674,86	2	23,15	0	0	8	698,01	54,87	19,63	140	4,8	0
22	65	3	5,1	103	261	187,38	73,2	25	881,96	8	711,04	11	154,27	6	16,65	19	865,31	66,21	22,65	147	35,6	3,3
23	67	4	8,3	169	333	243,21	89,8	18	1139,9	15	1097,8	2	39,74	1	2,36	17	1137,6	81,32	27,31	243	7,6	0,4
24	69	3	4,9	94	232	157,53	74,9	22	844,23	12	706,11	7	131,44	3	6,68	19	837,55	52,98	24,67	151	29	1,6
25	42	2	4,1	79	184	126,29	57,4	15	343,64	6	205,94	8	137,24	1	0,46	14	343,18	42,34	17,65	47,3	27,4	0,07
X	60,4	2,8	5,5	109	250	178,84	71,5	17,6	781,55	9,4	679,15	6	97,168	2,2	5,23	15	776,32	59,54	22,38	146	20,9	1,07

Blq. I		Trat. 4		INIA 302 Amarilis		0,9 x 0,3 m		FECHA: 21/07/2016														
Planta	Altura (cm)	Nº tallos	Area foliar activa (dm ²)	Area foliar total (dm ²)	Peso hojas más tallos planta (g)	Peso fresco foliar total (g)	Peso fresco tallos (g)	Nº total de tubérculos.	Peso fresco total de tubérculos (g)	Nº tub. 1ra (≥ 4 cm diam. >)	Peso fresco tub 1ra (g)	Nº tub. 2da (≥2,5 < 4 cm)	Peso fresco tub. 2da (g)	Nº tub. 3ra (<2,5 cm)	Peso fresco tub. 3ra (g)	Nº tub comerc. (1ra + 2da)	Peso fresco tub. Comerciales (g)	peso seco hojas (g)	peso seco tallos (g)	peso seco tub 1ra (g)	Peso seco tub 2da (g)	Peso seco tub 3ra (g)
21	58	2	5,3	128	285	201,34	83,7	9	375,8	6	369,78	0	0	3	6,02	6	369,78	62,18	22,19	73,1	0	0,8
22	74	4	7,5	144	357	265,67	91,2	12	1037,1	9	956,27	3	80,85	0	0	12	1037,1	85,73	28,64	178	12,7	0
23	66	3	6,6	132	311	223,21	88,1	8	646,84	7	638	1	8,84	0	0	8	646,84	68,21	27,32	136	2	0
24	69	3	6,9	139	328	242,36	85,9	11	649,92	9	623,7	2	26,22	0	0	11	649,92	72,18	26,82	130	4,4	0
25	67	3	7,1	143	344	244,68	99,4	9	829,58	9	829,58	0	0	0	0	9	829,58	74,94	25,17	156	0	0
X	66,8	3	6,7	137	325	235,45	89,7	9,8	707,85	8	683,47	1,2	23,182	0,6	1,204	9,2	706,65	72,65	26,03	135	3,82	0,16

EVALUACION 5. MADUREZ FISIOLÓGICA

BLOQUE II

Blq. II		Trat. 3		INIA 302 Amarilis		0,9 x 0,4 m		FECHA: 21/07/2016														
Planta	Altura (cm)	N° tallos	Area foliar activa (dm ²)	Area foliar total (dm ²)	Peso hojas más tallos planta (g)	Peso fresco foliar total (g)	Peso fresco tallos (g)	N° total de tubérculos.	Peso fresco total de tubérculos (g)	N° tub. 1ra (≥ 4 cm diam. >)	Peso fresco tub 1ra (g)	N° tub. 2da (≥2,5 < 4 cm)	Peso fresco tub. 2da (g)	N° tub. 3ra (<2,5 cm)	Peso fresco tub. 3ra (g)	N° tub comerc. (1ra + 2da)	Peso fresco tub. Comerciales (g)	peso seco hojas (g)	peso seco tallos (g)	peso seco tub 1ra (g)	Peso seco tub 2da (g)	Peso seco tub 3ra (g)
21	75	3	7,6	148	335	249,56	86,3	25	1189,2	14	1133,2	2	36,01	9	19,99	16	1169,2	81,12	29,13	220	5,4	3,9
22	71	3	6,3	127	274	194,98	79,4	9	725,6	8	715,6	1	10	0	0	9	725,6	63,27	26,18	139	2	0
23	62	3	7,4	146	332	249,46	82,7	17	737,01	12	711,01	3	23,25	2	2,75	15	734,26	77,93	26,62	141	4	0,3
24	53	2	5,8	116	244	168,01	75,9	6	266,61	3	222,85	2	42,67	1	1,09	5	265,52	51,22	24,26	46,9	9,4	0,2
25	69	3	7,7	157	372	288,19	83,5	27	1269,2	19	1139,9	6	120,7	2	8,61	25	1260,6	87,21	27,85	225	22,6	0,3
X	66	2,8	7,0	139	312	230,04	81,6	16,8	837,52	11,2	784,51	2,8	46,526	2,8	6,488	14	831,04	72,15	26,81	154	8,68	0,94

Blq. II		Trat. 4		INIA 302 Amarilis		0,9 x 0,3 m		FECHA: 21/07/2016														
Planta	Altura (cm)	N° tallos	Area foliar activa (dm ²)	Area foliar total (dm ²)	Peso hojas más tallos planta (g)	Peso fresco foliar total (g)	Peso fresco tallos (g)	N° total de tubérculos.	Peso fresco total de tubérculos (g)	N° tub. 1ra (≥ 4 cm diam. >)	Peso fresco tub 1ra (g)	N° tub. 2da (≥2,5 < 4 cm)	Peso fresco tub. 2da (g)	N° tub. 3ra (<2,5 cm)	Peso fresco tub. 3ra (g)	N° tub comerc. (1ra + 2da)	Peso fresco tub. Comerciales (g)	peso seco hojas (g)	peso seco tallos (g)	peso seco tub 1ra (g)	Peso seco tub 2da (g)	Peso seco tub 3ra (g)
21	56	3	5,6	114	279	201,72	77,2	38	888,71	12	683,66	13	175,85	13	29,2	25	859,51	65,28	26,71	117	29	4,7
22	68	3	6,2	121	303	218,67	84,2	15	849,12	8	816,73	3	26,89	4	5,5	11	843,62	66,39	28,11	163	4,2	0,8
23	64	4	6,5	129	337	251,79	85,2	22	1095	13	1046,5	2	34,1	7	14,41	15	1080,6	78,84	28,79	202	7,2	2,1
24	62	2	5,4	109	262	194,31	67,3	10	588,12	9	586,39	0	0	1	1,73	9	586,39	56,71	21,43	119	0	0,3
25	58	3	5,9	116	285	208,08	76,5	23	751,47	13	608,95	7	137,66	3	4,86	20	746,61	67,32	25,28	113	28,3	0,8
X	61,6	3	5,9	118	293	214,91	78,1	21,6	834,49	11	748,45	5	74,9	5,6	11,14	16	823,35	66,91	26,06	143	13,7	1,74

EVALUACION 5. MADUREZ FISIOLÓGICA

BLOQUE II

Blq. II		Trat. 2		Chaucha amarilla		0,9 x 0,3 m		FECHA: 21/07/2016														
Planta	Altura (cm)	N° tallos	Area foliar activa (dm ²)	Area foliar total (dm ²)	Peso hojas más tallos planta (g)	Peso fresco foliar total (g)	Peso fresco tallos (g)	N° total de tubérculos.	Peso fresco total de tubérculos (g)	N° tub. 1ra (≥ 4 cm diam. >)	Peso fresco tub 1ra (g)	N° tub. 2da (≥2,5 < 4 cm)	Peso fresco tub. 2da (g)	N° tub. 3ra (<2,5 cm)	Peso fresco tub. 3ra (g)	N° tub comerc. (1ra + 2da)	Peso fresco tub. Comerciales (g)	peso seco hojas (g)	peso seco tallos (g)	peso seco tub 1ra (g)	Peso seco tub 2da (g)	Peso seco tub 3ra (g)
21	57	1	5,0	92	285	217,59	67,9	13	723,03	8	662,23	4	58,76	1	2,04	12	720,99	68,29	21,73	148	14,2	0,1
22	62	2	4,5	86	260	180,25	79,5	13	448,36	7	343,03	5	104	1	1,33	12	447,03	57,92	26,18	84,4	20,9	0,1
23	59	2	4,2	81	231	160,82	70,5	6	474,82	6	474,82	0	0	0	0	6	474,82	53,85	21,96	105	0	0
24	67	3	5,1	105	330	241,71	88,1	22	944,68	10	763,29	11	179,99	1	1,4	21	943,28	79,63	28,21	163	29,2	0,1
25	46	1	3,4	68	194	132,04	61,8	12	387,54	3	229,4	8	154,76	1	3,38	11	384,16	43,49	19,12	49,2	33,9	0,4
X	58,2	1,8	4,4	86	260	186,48	73,6	13,2	595,69	6,8	494,55	5,6	99,502	0,8	1,63	12	594,06	60,64	23,44	110	19,6	0,14

Blq. II		Trat. 1		Chaucha amarilla		0,9 x 0,4 m		FECHA: 21/07/2016														
Planta	Altura (cm)	N° tallos	Area foliar activa (dm ²)	Area foliar total (dm ²)	Peso hojas más tallos planta (g)	Peso fresco foliar total (g)	Peso fresco tallos (g)	N° total de tubérculos.	Peso fresco total de tubérculos (g)	N° tub. 1ra (≥ 4 cm diam. >)	Peso fresco tub 1ra (g)	N° tub. 2da (≥2,5 < 4 cm)	Peso fresco tub. 2da (g)	N° tub. 3ra (<2,5 cm)	Peso fresco tub. 3ra (g)	N° tub comerc. (1ra + 2da)	Peso fresco tub. Comerciales (g)	peso seco hojas (g)	peso seco tallos (g)	peso seco tub 1ra (g)	Peso seco tub 2da (g)	Peso seco tub 3ra (g)
21	63	2	5,6	116	262	187,32	74,5	13	636,52	5	492,98	6	137,59	2	5,95	11	630,57	61,29	23,38	122	36	1,2
22	75	2	6,7	139	308	232,19	76,2	13	838,76	6	705,42	7	133,34	0	0	13	838,76	76,27	24,28	153	30,9	0
23	72	3	7,1	143	316	241,11	74,9	7	860,52	6	841,51	1	19,01	0	0	7	860,52	77,83	24,27	188	5,3	0
24	65	3	5,8	117	266	193,63	71,9	15	767,93	11	687,81	4	80,12	0	0	15	767,93	65,18	23,15	157	20,4	0
25	66	2	5,2	103	234	165,80	68,3	18	558,81	4	385,5	10	162,81	4	10,5	14	548,31	55,92	21,71	79,5	39,2	1,8
X	68,2	2,4	6,1	124	277	204,01	73,2	13,2	732,51	6,4	622,64	5,6	106,57	1,2	3,29	12	729,22	67,3	23,36	140	26,4	0,6

EVALUACION 5. MADUREZ FISIOLÓGICA

BLOQUE III

Blq. III		Trat. 1		Chaucha amarilla		0,9 x 0,4 m		FECHA: 21/07/2016														
Planta	Altura (cm)	N° tallos	Area foliar activa (dm ²)	Area foliar total (dm ²)	Peso hojas más tallos planta (g)	Peso fresco foliar total (g)	Peso fresco tallos (g)	N° total de tubérculos.	Peso fresco total de tubérculos (g)	N° tub. 1ra (≥ 4 cm diam. >)	Peso fresco tub 1ra (g)	N° tub. 2da (≥2,5 < 4 cm)	Peso fresco tub. 2da (g)	N° tub. 3ra (<2,5 cm)	Peso fresco tub. 3ra (g)	N° tub comerc. (1ra + 2da)	Peso fresco tub. Comerciales (g)	peso seco hojas (g)	peso seco tallos (g)	peso seco tub 1ra (g)	Peso seco tub 2da (g)	Peso seco tub 3ra (g)
21	58	2	3,5	69	189	138,48	50,6	28	396,6	5	267,7	9	109,75	14	19,15	14	377,45	46,23	16,64	43,9	18,2	2,3
22	69	2	4,6	92	278	217,72	60,2	6	724,53	6	724,53	0	0	0	0	6	724,53	69,71	19,33	152	0	0
23	71	2	4,2	85	227	164,88	62,5	9	498,85	5	430,23	3	68,14	1	0,48	8	498,37	54,18	19,05	89,2	15,9	0,05
24	63	1	3,6	68	190	127,35	62,2	6	295,29	6	295,29	0	0	0	0	6	295,29	41,82	18,92	61,7	0	0
25	74	3	7,7	157	383	305,77	76,8	18	805,77	11	665,77	7	140	0	0	18	805,77	74,66	23,71	146	31,5	0
X	67	2	4,7	94	253	190,84	62,5	13,4	544,21	6,6	476,7	3,8	63,578	3	3,926	10	540,28	57,32	19,53	98,5	13,1	0,47

Blq. III		Trat. 2		Chaucha amarilla		0,9 x 0,3 m		FECHA: 21/07/2016														
Planta	Altura (cm)	N° tallos	Area foliar activa (dm ²)	Area foliar total (dm ²)	Peso hojas más tallos planta (g)	Peso fresco foliar total (g)	Peso fresco tallos (g)	N° total de tubérculos.	Peso fresco total de tubérculos (g)	N° tub. 1ra (≥ 4 cm diam. >)	Peso fresco tub 1ra (g)	N° tub. 2da (≥2,5 < 4 cm)	Peso fresco tub. 2da (g)	N° tub. 3ra (<2,5 cm)	Peso fresco tub. 3ra (g)	N° tub comerc. (1ra + 2da)	Peso fresco tub. Comerciales (g)	peso seco hojas (g)	peso seco tallos (g)	peso seco tub 1ra (g)	Peso seco tub 2da (g)	Peso seco tub 3ra (g)
21	62	2	5,0	91	210	180,01	29,9	12	576,4	10	544,3	2	32,1	0	0	12	576,4	57,38	10,62	125	7,7	0
22	72	3	6,1	120	268	199,25	69,2	19	716,71	14	643,3	5	73,41	0	0	19	716,71	76,93	22,21	147	17,8	0
23	51	2	3,2	66	173	123,62	49,3	10	222,66	4	155,82	5	64,3	1	2,54	9	220,12	38,72	16,82	29,8	11,8	0,6
24	47	2	3,2	63	166	118,47	47,1	16	291,84	9	254,4	3	29,9	4	7,54	12	284,3	37,89	14,48	57,6	6,4	1,3
25	58	2	5,5	109	246	182,63	63,7	18	603,85	10	524	5	75,9	3	3,95	15	599,9	63,21	20,69	119	15,2	0,6
X	58	2,2	4,6	90	213	160,8	51,8	15	482,29	9,4	424,36	4	55,122	1,6	2,806	13	479,49	54,83	16,96	95,7	11,8	0,5

EVALUACION 5. MADUREZ FISIOLÓGICA

BLOQUE III

Blq. III		Trat. 4		INIA 302 Amarilis		0,9 x 0,3 m		FECHA: 21/07/2016														
Planta	Altura (cm)	N° tallos	Area foliar activa (dm ²)	Area foliar total (dm ²)	Peso hojas más tallos planta (g)	Peso fresco foliar total (g)	Peso fresco tallos (g)	N° total de tubérculos.	Peso fresco total de tubérculos (g)	N° tub. 1ra (≥ 4 cm diam. >)	Peso fresco tub 1ra (g)	N° tub. 2da (≥2,5 < 4 cm)	Peso fresco tub. 2da (g)	N° tub. 3ra (<2,5 cm)	Peso fresco tub. 3ra (g)	N° tub comerc. (1ra + 2da)	Peso fresco tub. Comerciales (g)	peso seco hojas (g)	peso seco tallos (g)	peso seco tub 1ra (g)	Peso seco tub 2da (g)	Peso seco tub 3ra (g)
21	51	2	7,3	146	287	223,67	63,2	10	702,04	8	679,94	2	22,1	0	0	10	702,04	71,11	20,31	146	4,8	0
22	73	3	8,6	176	344	265,84	78,3	30	866,74	12	681,49	9	162,17	9	23,08	21	843,66	81,24	26,44	135	33,3	3,9
23	66	3	7,5	153	303	225,75	77,2	12	543,41	9	523,11	1	16,23	2	4,07	10	539,34	68,82	24,42	103	3,2	0,7
24	59	3	7,6	148	297	220,16	76,7	34	528,43	10	403,14	9	103,7	15	21,59	19	506,84	62,06	24,18	75,9	17,3	3,4
25	69	2	6,5	122	238	173,38	64,8	7	412,94	6	406,64	1	6,3	0	0	7	412,94	54,32	21,07	83,2	1,3	0
X	63,6	2,6	7,5	149	294	221,76	72	18,6	610,71	9	538,86	4,4	62,1	5,2	9,748	13	600,96	67,51	23,28	109	12	1,6

Blq. III		Trat. 3		INIA 302 Amarilis		0,9 x 0,4 m		FECHA: 21/07/2016														
Planta	Altura (cm)	N° tallos	Area foliar activa (dm ²)	Area foliar total (dm ²)	Peso hojas más tallos planta (g)	Peso fresco foliar total (g)	Peso fresco tallos (g)	N° total de tubérculos.	Peso fresco total de tubérculos (g)	N° tub. 1ra (≥ 4 cm diam. >)	Peso fresco tub 1ra (g)	N° tub. 2da (≥2,5 < 4 cm)	Peso fresco tub. 2da (g)	N° tub. 3ra (<2,5 cm)	Peso fresco tub. 3ra (g)	N° tub comerc. (1ra + 2da)	Peso fresco tub. Comerciales (g)	peso seco hojas (g)	peso seco tallos (g)	peso seco tub 1ra (g)	Peso seco tub 2da (g)	Peso seco tub 3ra (g)
21	49	1	3,5	69	213	152,82	60,3	1	243,74	1	243,74	0	0	0	0	1	243,74	47,23	18,62	49,9	0	0
22	74	3	5,5	110	305	237,32	67,3	37	807,23	12	690,06	8	103,58	17	13,59	20	793,64	74,17	22,63	127	19,2	2,6
23	65	3	6,1	121	337	247,73	89,4	16	1106	13	1039,6	3	66,45	0	0	16	1106	83,82	28,19	204	13	0
24	76	3	6,2	125	347	254,37	92,5	14	1217,2	12	1191,9	1	24,5	1	0,8	13	1216,4	85,18	29,28	234	4	0,1
25	62	3	5,5	113	312	228,64	83,6	19	516,57	9	419,85	7	91,72	3	5	16	511,57	68,71	27,22	71,8	14,5	0,9
X	65,2	2,6	5,4	108	303	224,18	78,6	17,4	778,16	9,4	717,03	3,8	57,25	4,2	3,878	13	774,28	71,82	25,19	137	10,1	0,72

ANEXO 4. ÍNDICES FISIOLÓGICOS DE CRECIMIENTO

Tabla 01. Índices fisiológicos de crecimiento para Chaucha amarilla a un distanciamiento de siembra de 0,9 x 0,4 m (tratamiento 1) en el Bloque I.

Edad (días)	IAF	Intervalo (días)	DAF	TRCF	TCC	TRC	TAN	EAFC	IC
16	0,005	-----	-----	-----	-----	-----	-----		
26	0,034	16 - 26	0,195	0,182	0,253	0,112	0,163		
49	0,649	26 - 49	7,854	0,128	2,465	0,121	0,118	1,541	67.21
67	0,849	49 - 67	13,482	0,015	2,206	0,030	0,031		
124	0,153	67 - 124	28,557	0,022	10,420	0,034	0,061		

Tabla 02. Índices fisiológicos de crecimiento para Chaucha amarilla a un distanciamiento de siembra de 0,9 x 0,3 m (tratamiento 2) en el Bloque I.

Edad (días)	IAF	Intervalo (días)	DAF	TRCF	TCC	TRC	TAN	EAFC	IC
16	0,007	-----	-----	-----	-----	-----	-----		
26	0,082	16 - 26	0,445	0,247	0,528	0,160	0,174		
49	0,648	26 - 49	8,395	0,090	2,706	0,102	0,099	1,244	66.77
67	1,260	49 - 67	17,172	0,037	3,986	0,040	0,043		
124	0,230	67 - 124	42,465	0,023	12,542	0,032	0,049		

Tabla 03. Índices fisiológicos de crecimiento para INIA 302 Amarilis a un distanciamiento de siembra de 0,9 x 0,4 m (tratamiento 3) en el Bloque I.

Edad (días)	IAF	Intervalo (días)	DAF	TRCF	TCC	TRC	TAN	EAFC	IC
16	0,010	-----	-----	-----	-----	-----	-----		
26	0,048	16 - 26	0,290	0,159	0,176	0,049	0,073		
49	0,456	26 - 49	5,796	0,098	2,381	0,112	0,131	1,116	62.45
67	0,841	49 - 67	11,673	0,034	3,368	0,039	0,054		
124	0,208	67 - 124	29,896	0,028	10,878	0,032	0,053		

Tabla 04. Índices fisiológicos de crecimiento para INIA 302 Amarilis a un distanciamiento de siembra de 0,9 x 0,3 m (tratamiento 4) en el Bloque I.

Edad (días)	IAF	Intervalo (días)	DAF	TRCF	TCC	TRC	TAN	EAFC	IC
16	0,006	-----	-----	-----	-----	-----	-----		
26	0,108	16 - 26	0,570	0,293	0,572	0,125	0,164		
49	1,181	26 - 49	14,824	0,104	5,119	0,120	0,114	1,014	58.48
67	0,974	49 - 67	19,395	0,011	1,571	0,011	0,015		
124	0,248	67 - 124	34,827	0,029	12,740	0,030	0,051		

Tabla 05. Índices fisiológicos de crecimiento para Chaucha amarilla a un distanciamiento de siembra de 0,9 x 0,4 m (tratamiento 1) en el Bloque II.

Edad (días)	IAF	Intervalo (días)	DAF	TRCF	TCC	TRC	TAN	EAFC	IC
16	0,006	-----	-----	-----	-----	-----	-----		
26	0,024	16 - 26	0,15	0,136	0,194	0,089	0,150		
49	0,494	26 - 49	5,957	0,132	1,939	0,116	0,125	1.343	64.81
67	0,663	49 - 67	10,413	0,016	1,402	0,024	0,024		
124	0,169	67 - 124	23,712	0,029	11,274	0,040	0,067		

Tabla 06. Índices fisiológicos de crecimiento para Chaucha amarilla a un distanciamiento de siembra de 0,9 x 0,3 m (tratamiento 2) en el Bloque II.

Edad (días)	IAF	Intervalo (días)	DAF	TRCF	TCC	TRC	TAN	EAFC	IC
16	0,007	-----	-----	-----	-----	-----	-----		
26	0,034	16 - 26	0,205	0,163	0,254	0,106	0,151		
49	0,574	26 - 49	6,992	0,123	2,012	0,111	0,105	1,509	60.68
67	1,069	49 - 67	14,787	0,061	4,503	0,053	0,043		
124	0,163	67 - 124	35,112	0,011	11,591	0,032	0,049		

Tabla 07. Índices fisiológicos de crecimiento para INIA 302 Amarilis a un distanciamiento de siembra de 0,9 x 0,4 m (tratamiento 3) en el Bloque II.

Edad (días)	IAF	Intervalo (días)	DAF	TRCF	TCC	TRC	TAN	EAFC	IC
16	0,011	-----	-----	-----	-----	-----	-----		
26	0,051	16 - 26	0,310	0,155	0,172	0,047	0,066		
49	0,785	26 - 49	9,614	0,120	3,630	0,128	0,135	1,177	62.31
67	1,204	49 - 67	17,901	0,024	7,718	0,052	0,079		
124	0,194	67 - 124	39,843	0,020	8,814	0,020	0,039		

Tabla 08. Índices fisiológicos de crecimiento para INIA 302 Amarilis a un distanciamiento de siembra de 0,9 x 0,3 m (tratamiento 4) en el Bloque II.

Edad (días)	IAF	Intervalo (días)	DAF	TRCF	TCC	TRC	TAN	EAFC	IC
16	0,012	-----	-----	-----	-----	-----	-----		
26	0,121	16 - 26	0,665	0,235	0,641	0,149	0,137		
49	0,804	26 - 49	10,638	0,082	3,309	0,101	0,092	1,343	63.02
67	1,782	49 - 67	23,274	0,044	12,427	0,072	0,101		
124	0,218	67 - 124	57,000	0,016	10,931	0,019	0,038		

Tabla 09. Índices fisiológicos de crecimiento para Chaucha amarilla a un distanciamiento de siembra de 0,9 x 0,4 m (tratamiento 1) en el Bloque III.

Edad (días)	IAF	Intervalo (días)	DAF	TRCF	TCC	TRC	TAN	EAFC	IC
16	0,005	-----	-----	-----	-----	-----	-----		
26	0,042	16 - 26	0,235	0,206	0,254	0,118	0,143		
49	0,589	26 - 49	7,256	0,115	2,103	0,115	0,102	1,192	59.32
67	0,876	49 - 67	13,185	0,022	2,710	0,037	0,037		
124	0,130	67 - 124	28,671	0,019	7,438	0,029	0,047		

Tabla 10. Índices fisiológicos de crecimiento para Chaucha amarilla a un distanciamiento de siembra de 0,9 x 0,3 m (tratamiento 2) en el Bloque III.

Edad (días)	IAF	Intervalo (días)	DAF	TRCF	TCC	TRC	TAN	EAFC	IC
16	0,009	-----	-----	-----	-----	-----	-----		
26	0,060	16 - 26	0,345	0,190	0,368	0,119	0,137		
49	0,738	26 - 49	9,177	0,109	2,321	0,105	0,086	1,200	60.07
67	1,259	49 - 67	17,973	0,030	4,379	0,047	0,045		
124	0,170	67 - 124	40,726	0,017	9,270	0,028	0,044		

Tabla 11. Índices fisiológicos de crecimiento para INIA 302 Amarilis a un distanciamiento de siembra de 0,9 x 0,4 m (tratamiento 3) en el Bloque III.

Edad (días)	IAF	Intervalo (días)	DAF	TRCF	TCC	TRC	TAN	EAFFC	IC
16	0,006	-----	-----	-----	-----	-----	-----		
26	0,045	16 - 26	0,255	0,197	0,179	0,066	0,090		
49	0,811	26 - 49	9,844	0,125	3,691	0,138	0,139	1,369	60.38
67	1,376	49 - 67	19,683	0,029	8,988	0,058	0,084		
124	0,150	67 - 124	43,491	0,014	7,538	0,017	0,036		

Tabla 12. Índices fisiológicos de crecimiento para INIA 302 Amarilis a un distanciamiento de siembra de 0,9 x 0,3 m (tratamiento 4) en el Bloque III.

Edad (días)	IAF	Intervalo (días)	DAF	TRCF	TCC	TRC	TAN	EAFFC	IC
16	0,018	-----	-----	-----	-----	-----	-----		
26	0,067	16 - 26	0,425	0,133	0,268	0,057	0,073		
49	0,955	26 - 49	11,753	0,116	3,134	0,138	0,184	0,823	57.45
67	1,979	49 - 67	26,406	0,038	6,979	0,034	0,051		
124	0,278	67 - 124	64,324	0,019	9,078	0,019	0,027		

Los índices fisiológicos del crecimiento están expresados en las siguientes unidades:

IAF : $\text{dm}^2 \cdot \text{dm}^{-2}$

DAF : días

TRCF : $\text{dm}^2 \cdot \text{dm}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$

TCC : $\text{g} \cdot \text{dm}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$

TRC : $\text{g} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$

TAN : $\text{g} \cdot \text{dm}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$

EAFFC : $\text{g} \cdot \text{dm}^{-2}$

IC : %

ANEXO 5. INFORMACIÓN PROCESADA ESTADÍSTICAMENTE

ANÁLISIS DE VARIANCIA DEL ÍNDICE DE AREA FOLIAR (IAF)

Tabla 13. ANVA del IAF en etapa fenológica de “emergencia” de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis con dos densidades de siembra.

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fc	Significación
Bloques	2	0,00001400	0,00000700	0,56	N.S.
Cult	1	0,00004800	0,00004800	3,82	N.S.
Den	1	0,00002133	0,00002133	1,70	N.S.
Cult*Den	1	0,00000033	0,00000033	0,03	N.S.
Error	6	0,00007533	0,00001256		
Total	11	0,00015900			

Coefficiente de variación 41,68685

Tabla 14. ANVA del IAF en etapa fenológica de “cinco hojas” de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis con dos densidades de siembra.

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fc	Significación
Bloques	2	0,00044867	0,00022433	0,54	N.S.
Cult	1	0,00224133	0,00224133	5,43	N.S.
Den	1	0,00433200	0,00433200	10,50	*
Cult*Den	1	0,00048133	0,00048133	1,17	N.S.
Error	6	0,00247533	0,00041256		
Total	11	0,00997867			

Coefficiente de variación 34,04156

Tabla 15. Comparación de medias con la prueba de rango estudentizado de Tukey para el IAF en etapa de “cinco hojas”, para densidad de siembra.

Agrupamiento Tukey	Media	Densidad de siembra
A	0,07867	37037 plantas. ha ⁻¹
B	0,04067	27777 plantas. ha ⁻¹

Tabla 16. ANVA del IAF en etapa fenológica de “botón floral” de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis con dos densidades de siembra.

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fc	Significación
Bloques	2	0,02434217	0,01217108	0,48	N.S.
Cult	1	0,14083333	0,14083333	5,57	N.S.
Den	1	0,10378800	0,10378800	4,11	N.S.
Cult*Den	1	0,03630000	0,03630000	1,44	N.S.
Error	6	0,15168117	0,02528019		
Total	11	0,45694467			

Coefficiente de variación 21,97109

Tabla 17. ANVA del IAF en etapa fenológica de “floración plena” de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis con dos densidades de siembra.

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fc	Significación
Bloques	2	0.30656467	0.15328233	2,00	N.S.
Cult	1	0,39603333	0,39603333	5,15	N.S.
Den	1	0,52668300	0,52668300	6,86	*
Cult*Den	1	0,00108300	0,00108300	0,01	N.S.
Error	6	0,46095267	0,07682544		
Total	11	1,69131667			

Coefficiente de variación 23,53586

Tabla 18. Comparación de medias con la prueba de rango estudentizado de Tukey para el IAF en etapa fenológica de “floración plena”, para densidad de siembra.

Agrupamiento Tukey	Media	Densidad de siembra
A	1,3872	37037 plantas. ha ⁻¹
B	0,9682	27777 plantas. ha ⁻¹

Tabla 19. ANVA del IAF en etapa fenológica de “madurez fisiológica” de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis con dos densidades de siembra.

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fc	Significación
Bloques	2	0,00180017	0,00090008	1,02	N.S.
Cult	1	0,00658008	0,00658008	7,43	*
Den	1	0,00765075	0,00765075	8,64	*
Cult*Den	1	0,00054675	0,00054675	0,62	N.S.
Error	6	0,00531317	0,00088553		
Total	11	0,02189092			

Coefficiente de variación 15,45192

Tabla 20. Comparación de medias con la prueba de rango estudentizado de Tukey para el IAF en etapa fenológica de “madurez fisiológica”, según cultivar.

Agrupamiento Tukey	Media	Cultivar
A	0,21600	INIA 302 Amarilis
B	0,16917	Chaucha amarilla

Tabla 21. Comparación de medias con la prueba de rango estudentizado de Tukey para el IAF en etapa fenológica de “madurez fisiológica”, para densidad de siembra.

Agrupamiento Tukey	Media	Densidad de siembra
A	0,21783	37037 plantas. ha ⁻¹
B	0,16733	27777 plantas. ha ⁻¹

Tabla 22. Medias del índice de área foliar de las variedades de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis en cinco etapas fenológicas.

Cultivar	Densidad de siembra (Pl. ha ⁻¹)	Etapas fisiológicas				
		Emergencia	Cinco hojas	Botón floral	Floración plena	Madurez fisiológica
Chaucha a.	27777	0,0053	0,0333	0,5773	0,7960	0,1507
	37037	0,0077	0,0587	0,6533	1,1960	0,1877
Amarilis	27777	0,0090	0,0480	0,6840	1,1403	0,1840
	37037	0,0120	0,0987	0,9800	1,5783	0,2480

ANÁLISIS DE VARIANCIAS DEL ÁREA FOLIAR (AF)

Tabla 23. ANVA del área foliar en etapa fenológica de “emergencia” de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis con dos densidades de siembra.

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fc	Significación
Bloques	2	0,00914217	0,00457108	0,47	N.S.
Cult	1	0,03921633	0,03921633	4,03	N.S.
Den	1	0,00002700	0,00002700	0,00	N.S.
Cult*Den	1	0,00012033	0,00012033	0,01	N.S.
Error	6	0,05838183	0,00973031		
Total	11	0,10276667			

Coefficiente de variación 37,62580

Tabla 24. ANVA del área foliar en etapa fenológica de “cinco hojas” de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis con dos densidades de siembra.

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fc	Significación
Bloques	2	0,31876267	0,15938133	0,49	N.S.
Cult	1	1,96992033	1,96992033	6,05	*
Den	1	1,32800533	1,32800533	4,08	N.S.
Cult*Den	1	0,21654533	0,21654533	0,67	N.S.
Error	6	1,95376200	0,32562700		
Total	11	5,78699567			

Coefficiente de variación 31,78743

Tabla 25. Comparación de medias con la prueba de rango estudentizado de Tukey para el área foliar en etapa fenológica de “cinco hojas”, según cultivar.

Agrupamiento Tukey	Media	Cultivar
A	2,2003	INIA 302 Amarilis
B	1,3900	Chaucha amarilla

Tabla 26. ANVA del área foliar en etapa fenológica de “botón floral” de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis con dos densidades de siembra.

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fc	Significación
Bloques	2	20,7763372	10,3881686	0,39	N.S.
Cult	1	120,1687230	120,1687230	4,54	N.S.
Den	1	1,2727053	1,2727053	0,05	N.S.
Cult*Den	1	18,5505333	18,5505333	0,70	N.S.
Error	6	158,8457588	26,4742931		
Total	11	319,6140577			

Coefficiente de variación 22,99361

Tabla 27. ANVA del área foliar en etapa fenológica de “floración plena” de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis con dos densidades de siembra.

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fc	Significación
Bloques	2	249,3340042	124,6670021	2,10	N.S.
Cult	1	357,3025333	357,3025333	6,01	*
Den	1	13,8073653	13,8073653	0,23	N.S.
Cult*Den	1	6,6931203	6,6931203	0,11	N.S.
Error	6	356,5385165	59,4230861		
Total	11	983,6755397			

Coefficiente de variación 21,45569

Tabla 28. Comparación de medias con la prueba de rango estudentizado de Tukey para el área foliar en etapa fenológica de “floración plena”, según cultivar.

Agrupamiento Tukey	Media	Cultivar
A	41,385	INIA 302 Amarilis
B	30,472	Chaucha amarilla

Tabla 29. ANVA del área foliar en etapa fenológica de “madurez fisiológica” de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis con dos densidades de siembra.

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fc	Significación
Bloques	2	1,83166667	0,91583333	1,07	N.S.
Cult	1	5,74083333	5,74083333	6,71	*
Den	1	0,10083333	0,10083333	0,12	N.S.
Cult*Den	1	0,10083333	0,10083333	0,12	N.S.
Error	6	5,13500000	0,85583333		
Total	11	12,90916667			

Coefficiente de variación 15,56992

Tabla 30. Comparación de medias con la prueba de rango estudentizado de Tukey para el área foliar en etapa fenológica de “madurez fisiológica”, según cultivar.

Agrupamiento Tukey	Media	Cultivar
A	133,33	INIA 302 Amarilis
B	104,50	Chaucha amarilla

ANALISIS DE VARIANCIA DE LA DURACIÓN DEL AREA FOLIAR (DAF)

Tabla 31. ANVA de la duración del área foliar (DAF) entre las etapas fenológicas de “emergencia” y “cinco hojas” de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis con dos densidades de siembra.

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fc	Significación
Bloques	2	0,00761667	0,00380833	0,41	N.S.
Cult	1	0,07363333	0,07363333	7,91	*
Den	1	0,12403333	0,12403333	13,33	*
Cult*Den	1	0,01267500	0,01267500	1,36	N.S.
Error	6	0,05583333	0,00930556		
Total	11	0,27379167			

Coefficiente de variación 28,30278

Tabla 32. Comparación de medias con la prueba de rango estudentizado de Tukey para la duración del área foliar (DAF) entre las etapas fenológicas de “emergencia” y “cinco hojas” de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis, según cultivar.

Agrupamiento Tukey	Media	Cultivar
A	0,41917	INIA 302 Amarilis
B	0,26250	Chaucha amarilla

Tabla 33. Comparación de medias con la prueba de rango estudentizado de Tukey para la duración del área foliar (DAF) entre las etapas fenológicas de “emergencia” y “cinco hojas” de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis, para densidad de siembra.

Agrupamiento Tukey	Media	Densidad de siembra
A	0,44250	37037 plantas.ha ⁻¹
B	0,23917	27777 plantas.ha ⁻¹

Tabla 34. ANVA de la duración del área foliar (DAF) entre las etapas fenológicas de “cinco hojas” y “botón floral” de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis con dos densidades de siembra.

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fc	Significación
Bloques	2	3,17678217	1,58839108	0,46	N.S.
Cult	1	23,62652033	23,62652033	6,78	*
Den	1	19,91248033	19,91248033	5,72	N.S.
Cult*Den	1	5,96994133	5,96994133	1,71	N.S.
Error	6	20,89353850	3,48225642		
Total	11	73,57926267			

Coefficiente de variación 20,71505

Tabla 35. Comparación de medias con la prueba de rango estudentizado de Tukey para la duración del área foliar (DAF) entre las etapas fenológicas de “cinco hojas” y “botón floral” de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis, según cultivar.

Agrupamiento Tukey	Media	Cultivar
A	10,412	INIA 302 Amarilis
B	7,605	Chaucha amarilla

Tabla 36. ANVA de la duración del área foliar (DAF) entre las etapas fenológicas de “botón floral” y “floración plena” de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis con dos densidades de siembra.

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fc	Significación
Bloques	2	31,73970150	15,86985075	2,41	N.S.
Cult	1	81,74520000	81,74520000	12,41	*
Den	1	88,94407500	88,94407500	13,50	*
Cult*Den	1	4,04376300	4,04376300	0,61	N.S.
Error	6	39,5286885	6,5881148		
Total	11	246,0014280			

Coefficiente de variación 14,9996

Tabla 37. Comparación de medias con la prueba de rango estudentizado de Tukey para la duración del área foliar (DAF) entre las etapas fenológicas de “botón floral” y “floración plena” de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis, según cultivar.

Agrupamiento Tukey	Media	Cultivar
A	19,722	INIA 302 Amarilis
B	14,502	Chaucha amarilla

Tabla 38. Comparación de medias con la prueba de rango estudentizado de Tukey para la duración del área foliar (DAF) entre las etapas fenológicas de “botón floral” y “floración plena” de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis, para densidad de siembra.

Agrupamiento Tukey	Media	Densidad de siembra
A	19,835	37037 plantas.ha ⁻¹
B	14,390	27777 plantas.ha ⁻¹

Tabla 39. ANVA de la duración del área foliar (DAF) entre las etapas fenológicas de “floración plena” y “madurez fisiológica” de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis con dos densidades de siembra.

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fc	Significación
Bloques	2	215,0487665	107,5243832	1,61	N.S.
Cult	1	409,9449203	409,9449203	6,13	*
Den	1	537,1267213	537,1267213	8,03	*
Cult*Den	1	2,5742803	2,5742803	0,04	N.S.
Error	6	401,323594	66,887266		
Total	11	1566,018282			

Coefficiente de variación 20,9425

Tabla 40. Comparación de medias con la prueba de rango estudentizado de Tukey para la duración del área foliar (DAF) entre las etapas fenológicas de “floración plena” y “madurez fisiológica” de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis, según cultivar.

Agrupamiento Tukey	Media	Cultivar
A	44,897	INIA 302 Amarilis
B	33,207	Chaucha amarilla

Tabla 41. Comparación de medias con la prueba de rango estudentizado de Tukey para la duración del área foliar (DAF) entre las etapas fenológicas de “floración plena” y “madurez fisiológica” de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis, para densidad de siembra.

Agrupamiento Tukey	Media	Densidad de siembra
A	45,742	37037 plantas.ha ⁻¹
B	32,362	27777 plantas.ha ⁻¹

ANÁLISIS DE VARIANCIA DE LA TASA RELATIVA DE CRECIMIENTO FOLIAR (TRCF)

Tabla 42. ANVA de la tasa relativa de crecimiento foliar (TRCF) entre las etapas fenológicas de “emergencia” y “cinco hojas” de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis con dos densidades de siembra.

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fc	Significación
Bloques	2	0,00518817	0,00259408	1,02	N.S.
Cult	1	0,00019200	0,00019200	0,08	N.S.
Den	1	0,00425633	0,00425633	1,68	N.S.
Cult*Den	1	0,00045633	0,00045633	0,18	N.S.
Error	6	0,01521783	0,00253631		
Total	11	0,02531067			

Coefficiente de variación 26,32147

Tabla 43. ANVA de la tasa relativa de crecimiento foliar (TRCF) entre las etapas fenológicas de “cinco hojas” y “botón floral” de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis con dos densidades de siembra.

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fc	Significación
Bloques	2	0,00028817	0,00014408	0,51	N.S.
Cult	1	0,00022533	0,00022533	0,95	N.S.
Den	1	0,00073633	0,00073633	3,10	N.S.
Cult*Den	1	0,00001200	0,00001200	0,05	N.S.
Error	6	0,00142583	0,00023764		
Total	11	0,00268767			

Coefficiente de variación 13,78439

Tabla 44. ANVA de la tasa relativa de crecimiento foliar (TRCF) entre las etapas fenológicas de “botón floral” y “floración plena” de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis con dos densidades de siembra..

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fc	Significación
Bloques	2	0,00028867	0,00014433	0,92	N.S.
Cult	1	0,00000008	0,00000008	0,00	N.S.
Den	1	0,00054675	0,00054675	3,50	N.S.
Cult*Den	1	0,00039675	0,00039675	2,54	N.S.
Error	6	0,00093667	0,00015611		
Total	11	0,00216892			

Coefficiente de variación 41,53278

Tabla 45. ANVA de la tasa relativa de crecimiento foliar (TRCF) entre las etapas fenológicas de “floración plena” y “madurez fisiológica” de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis con dos densidades de siembra..

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fc	Significación
Bloques	2	0,00015117	0,00007558	2,75	N.S.
Cult	1	0,00000208	0,00000208	0,08	N.S.
Den	1	0,00002408	0,00002408	0,88	N.S.
Cult*Den	1	0,00003675	0,00003675	1,34	N.S.
Error	6	0,00016483	0,00002747		
Total	11	0,00037892			

Coefficiente de variación 25,46427

TASA DE CRECIMIENTO DEL CULTIVO (TCC)

Tabla 46. ANVA de la tasa de crecimiento del cultivo (TCC) entre las etapas fenológicas de “emergencia” y “cinco hojas” de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis.

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fc	Significación
Bloques	2	0,02669067	0,01334533	0,87	N.S.
Cult	1	0,00205408	0,00205408	0,13	N.S.
Den	1	0,16403408	0,16403408	10,66	*
Cult*Den	1	0,02125208	0,02125208	1,38	N.S.
Error	6	0,09235400	0,01539233		
Total	11	0,30638492			

Coefficiente de variación 38,57969

Tabla 47. Comparación de medias con la prueba de rango estudentizado de Tukey para la tasa de crecimiento del cultivo (TCC) entre las etapas fenológicas de “emergencia” y “cinco hojas” de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis, para densidad de siembra.

Agrupamiento Tukey	Media	Densidad de siembra
A	0,43850	37037 plantas. ha ⁻¹
B	0,20467	27777 plantas. ha ⁻¹

Tabla 48. ANVA de la tasa de crecimiento del cultivo (TCC) entre las etapas fenológicas de “cinco hojas” y “botón floral” de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis.

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fc	Significación
Bloques	2	0,44357717	0,22178858	0,39	N.S.
Cult	1	4,96396033	4,96396033	8,63	*
Den	1	0,47680533	0,47680533	0,83	N.S.
Cult*Den	1	0,14696533	0,14696533	0,26	N.S.
Error	6	3,45199950	0,57533325		
Total	11	9,48330767			

Coefficiente de variación 26,14791

Tabla 49. Comparación de medias con la prueba de rango estudentizado de Tukey para la tasa de crecimiento del cultivo (TCC) entre las etapas fenológicas de “cinco hojas” y “botón floral” de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis, según cultivar.

Agrupamiento Tukey	Media	Cultivar
A	3,5440	INIA 302 Amarilis
B	2,2577	Chaucha amarilla

Tabla 50. ANVA de la tasa de crecimiento del cultivo (TCC) entre las etapas fenológicas de “botón floral” y “floración plena” de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis.

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fc	Significación
Bloques	2	31,14551850	15, 57275925	2,02	N.S.
Cult	1	39,83985208	39,83985208	5,18	N.S.
Den	1	4,62893408	4,62893408	0,60	N.S.
Cult*Den	1	2,65738408	2,65738408	0,35	N.S.
Error	6	46,1705195	7,6950866		
Total	11	124,4422083			

Coefficiente de variación 55,26175

Tabla 51. ANVA de la tasa de crecimiento del cultivo (TCC) entre las etapas fenológicas de “floración plena” y “madurez fisiológica” de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis.

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fc	Significación
Bloques	2	23,14268600	11,57134300	22,97	**
Cult	1	0,54442800	0,54442800	1,08	N.S.
Den	1	7,98700833	7,98700833	15,86	**
Cult*Den	1	0,12979200	0,12979200	0,26	N.S.
Error	6	3,02203667	0,50367278		
Total	11	34,82595100			

Coefficiente de variación 6,951360

Tabla 52. Comparación de medias con la prueba de rango estudentizado de Tukey para la tasa de crecimiento del cultivo (TCC) entre las etapas fenológicas de “floración plena” y “madurez fisiológica” de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis, para densidad de siembra.

Agrupamiento Tukey	Media	Densidad de siembra
A	11,0253	37037 plantas. ha ⁻¹
B	9,3937	27777 plantas. ha ⁻¹

Tabla 53. Resumen del análisis de varianza de la tasa de crecimiento del cultivo (TCC) en cinco etapas fenológicas de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis.

Fuente	Emergencia – Cinco hojas (CM)	Cinco hojas – Botón floral (CM)	Botón floral – floración plena (CM)	Floración plena – Madurez fisiológica (CM)
Bloques	0,01334533	0,22178858	15,57275925	11,57134300**
Cult	0,00205408	4,96396033*	39,83985208	0,54442800
Den	0,16403408*	0,47680533	4,62893408	7,98700833**
Cult*Den	0,02125208	0,14696533	2,65738408	0,12979200

TASA RELATIVA DE CRECIMIENTO (TRC)

Tabla 54. ANVA de la tasa relativa de crecimiento (TRC) entre las etapas fenológicas de “emergencia” y “cinco hojas” de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis.

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fc	Significación
Bloques	2	0,00094850	0,00047425	0,48	N.S.
Cult	1	0,00371008	0,00371008	3,78	N.S.
Den	1	0,00460208	0,00460208	4,69	N.S.
Cult*Den	1	0,00088408	0,00088408	0,90	N.S.
Error	6	0,00588150	0,00098025		
Total	11	0,01602625			

Coefficiente de variación 31,38741

Tabla 55. Comparación de medias con la prueba de rango estudentizado de Tukey para la tasa relativa de crecimiento (TRC) entre las etapas fenológicas de “emergencia” y “cinco hojas” de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis, para densidad de siembra.

Agrupamiento Tukey	Media	Densidad de siembra
A	0,11933	37037 plantas.ha ⁻¹
A	0,08017	27777 plantas.ha ⁻¹

Tabla 56. ANVA de la tasa relativa de crecimiento (TRC) entre las etapas fenológicas de “cinco hojas” y “botón floral” de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis.

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fc	Significación
Bloques	2	0,00027350	0,00013675	1,00	N.S.
Cult	1	0,00037408	0,00037408	2,74	N.S.
Den	1	0,00023408	0,00023408	1,72	N.S.
Cult*Den	1	0,00001875	0,00001875	0,14	N.S.
Error	6	0,00081783	0,00013631		
Total	11	0,00171825			

Coefficiente de variación 9,957354

Tabla 57. ANVA de la tasa relativa de crecimiento (TRC) entre las etapas fenológicas de “botón floral” y “floración plena” de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis.

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fc	Significación
Bloques	2	0,00086017	0,00043008	1,85	N.S.
Cult	1	0,00010208	0,00010208	0,44	N.S.
Den	1	0,00002408	0,00002408	0,10	N.S.
Cult*Den	1	0,00054675	0,00054675	2,35	N.S.
Error	6	0,00139583	0,00023264		
Total	11	0,00292892			

Coefficiente de variación 36,82697

Tabla 58. ANVA de la tasa relativa de crecimiento (TRC) entre las etapas fenológicas de “floración plena” y “madurez fisiológica” de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis.

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fc	Significación
Bloques	2	0,00015317	0,00007658	3,68	N.S.
Cult	1	0,00028033	0,00028033	13,47	*
Den	1	0,00001200	0,00001200	0,58	N.S.
Cult*Den	1	0,00000833	0,00000833	0,40	N.S.
Error	6	0,00012483	0,00002081		
Total	11	0,00057867			

Coefficiente de variación 16,48667

Tabla 59. Comparación de medias con la prueba de rango estudentizado de Tukey para la tasa relativa de crecimiento (TRC) entre las etapas fenológicas de “floración plena” y “madurez fisiológica” de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis, según cultivar.

Agrupamiento Tukey	Media	Cultivar
A	0,032500	Chaucha amarilla
B	0,022833	INIA 302 Amarilis

Tabla 60. Resumen del análisis de varianza de la tasa relativa de crecimiento (TRC) en cinco etapas fenológicas de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis.

Fuente	Emergencia – Cinco hojas (CM)	Cinco hojas – Botón floral (CM)	Botón floral – floración plena (CM)	Floración plena – Madurez fisiológica (CM)
Bloques	0,00047425	0,00013675	0,00043008	0,00007658
Cult	0,00371008	0,00037408	0,00010208	0,00028033*
Den	0,00460208	0,00023408	0,00002408	0,00001200
Cult*Den	0,00088408	0,00001875	0,00054675	0,00000833

TASA DE ASIMILACIÓN NETA (TAN)

Tabla 61. ANVA de la tasa de asimilación neta entre las etapas fenológicas de “emergencia y cinco hojas” de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis.

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fc	Significación
Bloques	2	0,00214850	0,00107425	1,88	N.S.
Cult	1	0,00826875	0,00826875	14,47	**
Den	1	0,00190008	0,00190008	3,32	N.S.
Cult*Den	1	0,00161008	0,00161008	2,82	N.S.
Error	6	0,00342883	0,00057147		
Total	11	0,01735625			

Coefficiente de variación 18,86034

Tabla 62. Comparación de medias con la prueba de rango estudentizado de Tukey para la tasa de asimilación neta (TAN) entre las etapas fenológicas de emergencia y cinco hojas de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis, según cultivar.

Agrupamiento Tukey	Media	Cultivar
A	0,15300	Chaucha amarilla
B	0,10050	INIA 302 Amarilis

Tabla 63. ANVA de la tasa de asimilación neta entre las etapas fenológicas de cinco hojas y botón floral de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis.

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fc	Significación
Bloques	2	0,00044517	0,00022258	0,29	N.S.
Cult	1	0,00213333	0,00213333	2,74	N.S.
Den	1	0,00040833	0,00040833	0,52	N.S.
Cult*Den	1	0,00013333	0,00013333	0,17	N.S.
Error	6	0,00466950	0,00077825		
Total	11	0,00778967			

Coefficiente de variación 23,41018

Tabla 64. ANVA de la tasa de asimilación neta entre las etapas fenológicas de botón floral y floración plena de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis.

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fc	Significación
Bloques	2	0,00143267	0,00071633	1,48	N.S.
Cult	1	0,00216008	0,00216008	4,47	N.S.
Den	1	0,00001008	0,00001008	0,02	N.S.
Cult*Den	1	0,00066008	0,00066008	1,36	N.S.
Error	6	0,00290200	0,00048367		
Total	11	0,00716492			

Coefficiente de variación 43,47761

Tabla 65. ANVA de la tasa de asimilación neta entre las etapas fenológicas de “floración plena” y “madurez fisiológica” de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis.

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fc	Significación
Bloques	2	0,00046350	0,00023175	6,40	N.S.
Cult	1	0,00044408	0,00044408	12,27	*
Den	1	0,00016875	0,00016875	4,66	N.S.
Cult*Den	1	0,00003675	0,00003675	1,02	N.S.
Error	6	0,00021717	0,00003619		
Total	11	0,00133025			

Coefficiente de variación 12,86884

Tabla 66. Comparación de medias con la prueba de rango estudentizado de Tukey para la tasa de asimilación neta (TAN) entre las etapas fenológicas de “floración plena” y “madurez fisiológica” de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis, según cultivar.

Agrupamiento Tukey	Media	Cultivar
A	0.052833	Chaucha amarilla
B	0.040667	INIA 302 Amarilis

Tabla 67. Resumen del análisis de varianza de la tasa de asimilación neta (TAN) en cinco etapas fenológicas de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis.

Fuente	Emergencia – Cinco hojas (CM)	Cinco hojas – Botón floral (CM)	Botón floral – floración plena (CM)	Floración plena – Madurez fisiológica (CM)
Trt	0,00107425	0,00022258	0,00071633	0,00023175
Cult	0,00826875**	0,00213333	0,00216008	0,00044408*
Den	0,00190008	0,00040833	0,00001008	0,00016875
Cult*Den	0,00161008	0,00013333	0,00066008	0,00003675

EFICIENCIA DEL AREA FOLIAR PARA PRODUCIR COSECHA (EAFPC)

Tabla 68. ANVA de La Eficiencia del Área Foliar para Producir Cosecha (EAFPC) de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis.

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fc	Significación
Bloques	2	0,07827950	0,03913975	1,11	N.S.
Cult	1	0,11741408	0,11741408	3,32	N.S.
Den	1	0,03050208	0,03050208	0,86	N.S.
Cult*Den	1	0,01074008	0,01074008	0,30	N.S.
Error	6	0,21210850	0,03535142		
Total	11	0,44904425			

Coefficiente de variación 15,17206

Tabla 69. Medias de la Eficiencia del Area Foliar para Producir Cosecha (EAFPC), según cultivar.

Media	Cultivar
1,3382	Chaucha amarilla
1,1403	INIA 302 Amarilis

INDICE DE COSECHA (IC)

Tabla 70. ANVA del índice de cosecha (IC) de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis.

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fc	Significación
Bloques	2	42,88535000	21,44267500	3,43	N.S.
Cult	1	18,17940833	18,17940833	2,91	N.S.
Den	1	8,35000833	8,35000833	1,34	N.S.
Cult*Den	1	0,46807500	0,46807500	0,07	N.S.
Error	6	37,5243833	6,2540639		
Total	11	107,4072250			

Coefficiente de variación 4,039269

MATERIA SECA TOTAL POR PLANTA

Tabla 71. ANVA del contenido de materia seca total por planta en la etapa fenológica de “emergencia” de los cultivares de papa, Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis.

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fc	Significación
Bloques	2	0,00096867	0,00048433	0,02	N.S.
Cult	1	0,43472133	0,43472133	14,63	**
Den	1	0,05548800	0,05548800	1,87	N.S.
Cult*Den	1	0,01952133	0,01952133	0,66	N.S.
Error	6	0,17823933	0,02970656		
Total	11	0,68893867			

Coefficiente de variación 28,37913

Tabla 72. Comparación de medias con la prueba de rango estudentizado de Tukey para el contenido de materia seca total por planta en la etapa fenológica de emergencia de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis, según cultivar.

Agrupamiento Tukey	Media	Cultivar
A	0,79767	INIA 302 Amarilis
B	0,41700	Chaucha amarilla

Tabla 73. ANVA del contenido de materia seca total por planta en la etapa fenológica de “cinco hojas” de los cultivares de papa, Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis.

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fc	Significación
Bloques	2	0,18575267	0,09287633	1,55	N.S.
Cult	1	0,54017633	0,54017633	9,04	*
Den	1	0,29140833	0,29140833	4,88	N.S.
Cult*Den	1	0,09048033	0,09048033	1,51	N.S.
Error	6	0,35852200	0,05975367		
Total	11	1,46633967			

Coefficiente de variación 15,58799

Tabla 74. Comparación de medias con la prueba de rango estudentizado de Tukey para el contenido de materia seca total por planta en la etapa fenológica de “cinco hojas” de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis, según cultivar.

Agrupamiento Tukey	Media	Cultivar
A	1,7803	INIA 302 Amarilis
B	1,3560	Chaucha amarilla

Tabla 75. ANVA del contenido de materia seca total por planta en la etapa fenológica de “botón floral” de los cultivares de papa, Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis.

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fc	Significación
Bloques	2	54,8850847	27,4425423	0,86	N.S.
Cult	1	477,8436813	477,8436813	15,05	**
Den	1	0,2676053	0,2676053	0,01	N.S.
Cult*Den	1	37,8643213	37,8643213	1,19	N.S.
Error	6	190,5485260	31,7580877		
Total	11	761,4092187			

Coefficiente de variación 23,54834

Tabla 76. Comparación de medias con la prueba de rango estudentizado de Tukey para el contenido de materia seca total por planta en la etapa fenológica de “botón floral” de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis, según cultivar.

Agrupamiento Tukey	Media	Cultivar
A	30,242	INIA 302 Amarilis
B	17,621	Chaucha amarilla

Tabla 77. ANVA del contenido de materia seca total por planta en la etapa fenológica de “floración plena” de los cultivares de papa, Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis.

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fc	Significación
Bloques	2	881,788211	440,894105	1,98	N.S.
Cult	1	3511,656533	3511,656533	15,78	**
Den	1	2,753292	2,753292	0,01	N.S.
Cult*Den	1	72,108421	72,108421	0,32	N.S.
Error	6	1334,837229	222,472872		
Total	11	5803,143687			

Coefficiente de variación 28,69787

Tabla 78. Comparación de medias con la prueba de rango estudentizado de Tukey para el contenido de materia seca total por planta en la etapa fenológica de “floración plena” de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis, según cultivar.

Agrupamiento Tukey	Media	Cultivar
A	69,081	INIA 302 Amarilis
B	34,868	Chaucha amarilla

Tabla 79. ANVA del contenido de materia seca total por planta en la etapa fenológica de “madurez fisiológica” de los cultivares de papa, Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis.

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fc	Significación
Bloques	2	4176,73117	2088,386558	12,23	**
Cult	1	2005,184533	2005,184533	11,74	*
Den	1	1707,421633	1707,421633	10,00	*
Cult*Den	1	0,017633	0,017633	0,00	N.S.
Error	6	1024,827150	170,804525		
Total	11	8914,224067			

Coefficiente de variación 5,606300

Tabla 80. Comparación de medias con la prueba de rango estudentizado de Tukey para el contenido de materia seca total por planta en gramos en la etapa fenológica de “madurez fisiológica” de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis, según cultivar.

Agrupamiento Tukey	Media	Cultivar
A	246,043	INIA 302 Amarilis
B	220,190	Chaucha amarilla

Tabla 81. Comparación de medias con la prueba de rango estudentizado de Tukey para el contenido de materia seca total por planta en gramos en la etapa fenológica de “madurez fisiológica” de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis, según densidad de siembra.

Agrupamiento Tukey	Media	Densidad de siembra
A	245,045	27777 plantas. ha ⁻¹
B	221.188	37037 plantas. ha ⁻¹

ASIGNACIÓN DE MATERIA SECA A HOJAS

Tabla 82. ANVA de la asignación de materia seca en gramos, a hojas por planta en la etapa fenológica de emergencia de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis.

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fc	Significación
Bloques	2	0,00448467	0,00224233	0,39	N.S.
Cult	1	0,01153200	0,01153200	1,98	N.S.
Den	1	0,00083333	0,00083333	0,14	N.S.
Cult*Den	1	0,00128133	0,00128133	0,22	N.S.
Error	6	0,03488333	0,00581389		
Total	11	0,05301467			

Coefficiente de variación 41,36466

Tabla 83. ANVA de la asignación de materia seca en gramos, a hojas por planta en la etapa fenológica de “cinco hojas”, de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis con dos densidades de siembra.

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fc	Significación
Bloques	2	0,09554467	0,04777233	1,32	N.S.
Cult	1	0,30337200	0,30337200	8,41	*
Den	1	0,22522800	0,22522800	6,24	*
Cult*Den	1	0,04864133	0,04864133	1,35	N.S.
Error	6	0,21649267	0,03608211		
Total	11	0,88927867			

Coefficiente de variación 17,30516

Tabla 84. Comparación de medias con la prueba de rango estudentizado de Tukey para la asignación de materia seca en gramos a hojas por planta en la etapa fenológica de cinco hojas de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis, según cultivar.

Agrupamiento Tukey	Media	Cultivar
A	1,257	INIA 302 Amarilis
B	0,939	Chaucha amarilla

Tabla 85. Comparación de medias con la prueba de rango estudentizado de Tukey para la asignación de materia seca en gramos a hojas por planta en la etapa fenológica de “cinco hojas” de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis, para densidad de siembra.

Agrupamiento Tukey	Media	Densidad de siembra
A	1,235	37037 plantas. ha ⁻¹
B	0,961	27777 plantas. ha ⁻¹

Tabla 86. ANVA de la asignación de materia seca en gramos, a hojas por planta en la etapa fenológica de botón floral de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis.

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fc	Significación
Bloques	2	24,3117047	12,1558523	1,16	N.S.
Cult	1	131,2746750	131,2746750	12,51	*
Den	1	1,4742030	1,4742030	0,14	N.S.
Cult*Den	1	1,5595230	1,5595230	0,15	N.S.
Error	6	62,9838740	10,4973123		
Total	11	221,6039797			

Coefficiente de variación 20,80473

Tabla 87. Comparación de medias con la prueba de rango estudentizado de Tukey para la asignación de materia seca en gramos a hojas por planta en la etapa fenológica de “botón floral” de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis, según cultivar.

Agrupamiento Tukey	Media	Cultivar
A	18,881	INIA 302 Amarilis
B	12,266	Chaucha amarilla

Tabla 88. ANVA de la asignación de materia seca en gramos, a hojas por planta en la etapa fenológica de “floración plena” de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis.

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fc	Significación
Bloques	2	145,8940587	72,9470293	3,57	N.S.
Cult	1	72,61920000	72,61920000	3,56	N.S.
Den	1	0,03586133	0,03586133	0,00	N.S.
Cult*Den	1	16,27738133	16,27738133	0,80	N.S.
Error	6	122,4447173	20,4074529		
Total	11	357,2712187			

Coefficiente de variación 23,06160

Tabla 89. ANVA de la asignación de materia seca en gramos, a hojas por planta en la etapa fenológica de “madurez fisiológica” de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis.

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fc	Significación
Bloques	2	33.4688167	16.7344083	1,37	N.S.
Cult	1	433,0806750	433,0806750	35,51	**
Den	1	57,5094083	57,5094083	4,72	N.S.
Cult*Den	1	0,0052083	0,0052083	0,00	N.S.
Error	6	73,1739833	12,1956639		
Total	11	597,2380917			

Coefficiente de variación 5,357481

Tabla 90. Comparación de medias con la prueba de rango estudentizado de Tukey para la asignación de materia seca en gramos a hojas por planta en la etapa fenológica de “madurez fisiológica” de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis, según cultivar.

Agrupamiento Tukey	Media	Cultivar
A	71,192	INIA 302 Amarilis
B	59,177	Chaucha amarilla

ASIGNACIÓN DE MATERIA SECA A TALLOS

Tabla 91. ANVA de asignación de materia seca en gramos, a tallos por planta en la etapa fenológica “emergencia” de los cultivares de papa Chaucha amarilla y Amarilis.

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fc	Significación
Bloques	2	0,00206600	0,00103300	0,22	N.S.
Cult	1	0,12000000	0,12000000	25,78	**
Den	1	0,01360133	0,01360133	2,92	N.S.
Cult*Den	1	0,01280533	0,01280533	2,75	N.S.
Error	6	0,02792333	0,00465389		
Total	11	0,17639600			

Coefficiente de variación 23,44310

Tabla 92. Comparación de medias con la prueba de rango estudentizado de Tukey para la asignación de materia seca en gramos a tallos por planta en la etapa fenológica de “emergencia” de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis, según cultivar.

Agrupamiento Tukey	Media	Cultivar
A	0,39100	INIA 302 Amarilis
B	0,19100	Chaucha amarilla

Tabla 93. ANVA de asignación de materia seca en gramos, a tallos por planta en la etapa fenológica “cinco hojas” de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis.

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fc	Significación
Bloques	2	0,01320800	0,00660400	2,41	N.S.
Cult	1	0,02613333	0,02613333	9,56	*
Den	1	0,00333333	0,00333333	1,22	N.S.
Cult*Den	1	0,00563333	0,00563333	2,06	N.S.
Error	6	0,01640800	0,00273467		
Total	11	0,06471600			

Coefficiente de variación 11,39304

Tabla 94. Comparación de medias con la prueba de rango estudentizado de Tukey para la asignación de materia seca en gramos a tallos por planta en la etapa fenológica de “cinco hojas” de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis, según cultivar.

Agrupamiento Tukey	Media	Cultivar
A	0,50567	INIA 302 Amarilis
B	0,41233	Chaucha amarilla

Tabla 95. ANVA de la asignación de materia seca en gramos, a tallos por planta en la etapa fenológica “botón floral” de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis.

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fc	Significación
Bloques	2	7,22160067	3,61080033	1,01	N.S.
Cult	1	12,92102533	12,92102533	3,60	N.S.
Den	1	0,04036800	0,04036800	0,01	N.S.
Cult*Den	1	8,75862533	8,75862533	2,44	N.S.
Error	6	21,52291933	3,58715322		
Total	11	50,46453867			

Coefficiente de variación 32,00008

Tabla 96. ANVA de la asignación de materia seca en gramos, a tallos por planta en la etapa fenológica de “floración plena” de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis.

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fc	Significación
Bloques	2	30.80936867	15.40468433	1,32	N.S.
Cult	1	3,12324033	3,12324033	0,27	N.S.
Den	1	2,58169633	2,58169633	0,22	N.S.
Cult*Den	1	0,27907500	0,27907500	0,02	N.S.
Error	6	69.7918793	11.6319799		
Total	11	106.5852597			

Coefficiente de variación 33,16330

Tabla 97. ANVA de la asignación de materia seca en gramos, a tallos por planta en la etapa fenológica de “madurez fisiológica” de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis.

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fc	Significación
Bloques	2	27,35855000	13,67927500	7,00	*
Cult	1	49,08607500	49,08607500	25,11	**
Den	1	1,38040833	1,38040833	0,71	N.S.
Cult*Den	1	0,73507500	0,73507500	0,38	N.S.
Error	6	11,72931667	1,95488611		
Total	11	90,28942500			

Coefficiente de variación 6,028554

Tabla 98. Comparación de medias con la prueba de rango estudentizado de Tukey para la asignación de materia seca en gramos a tallos por planta en la etapa fenológica de “madurez fisiológica” de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis, según cultivar.

Grupamiento Tukey	Media	Cultivar
A	25,215	INIA 302 Amarilis
B	21,170	Chaucha amarilla

ASIGNACIÓN DE MATERIA SECA A TUBÉRCULOS

Tabla 99. ANVA de la asignación de materia seca en gramos, a tubérculos por planta en la etapa fenológica de “botón floral” de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis.

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fc	Significación
Bloques	2	3.31942067	1.65971033	0,95	N.S.
Cult	1	31,02153633	31,02153633	17,73	**
Den	1	4,26974700	4,26974700	2,44	N.S.
Cult*Den	1	4,09968300	4,09968300	2,34	N.S.
Error	6	10,50057667	1,75009611		
Total	11	53,21096367			

Coefficiente de variación 80,28190

Tabla 100. Comparación de medias con la prueba de Tukey para la asignación de materia seca en gramos a tubérculos por planta en la etapa fenológica de “botón floral” de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis, según cultivar.

Grupamiento Tukey	Media	Cultivar
A	3,2557	INIA 302 Amarilis
B	0,0400	Chaucha amarilla

Tabla 101. ANVA de la asignación de materia seca en gramos, a tubérculos por planta en la etapa fenológica de “floración plena” de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis.

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fc	Significación
Bloques	2	169,519405	84,759702	1,03	N.S.
Cult	1	2313,074401	2313,074401	28,13	**
Den	1	0,119201	0,119201	0,00	N.S.
Cult*Den	1	11,516961	11,516961	0,14	N.S.
Error	6	493,312030	82,218672		
Total	11	2987,541999			

Coefficiente de variación 44,06881

Tabla 102. Comparación de medias con la prueba de Tukey para la asignación de materia seca en gramos a tubérculos por planta en la etapa fenológica de “floración plena” de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis, según cultivar.

Agrupamiento Tukey	Media	Cultivar
A	34,459	INIA 302 Amarilis
B	6,692	Chaucha amarilla

Tabla 103. ANVA de la asignación de materia seca en gramos, a tubérculos por planta en la etapa fenológica de “madurez fisiológica” de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis.

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fc	Significación
Bloques	2	2944,760850	1472,380425	8,67	*
Cult	1	287,728133	287,728133	1,69	N.S.
Den	1	1060,320000	1060,320000	6,24	*
Cult*Den	1	0,634800	0,634800	0,00	N.S.
Error	6	1019,277217	169,879536		
Total	11	5312,721000			

Coefficiente de variación 9,004964

Tabla 104. Comparación de medias con la prueba de Tukey para la asignación de materia seca en gramos a tubérculos por planta en la etapa fenológica de “madurez fisiológica” de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis, según densidad de siembra.

Agrupamiento Tukey	Media	Densidad de siembra
A	154,140	27777 plantas. ha ⁻¹
B	135,340	37037 plantas. ha ⁻¹

Tabla 105. ANVA del porcentaje de materia seca de tubérculos a la cosecha de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis.

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fc	Significación
Bloques	2	0,18420000	0,09210000	0,16	N.S.
Cult	1	20,20207500	20,20207500	34,48	**
Den	1	0,84800833	0,84800833	1,45	N.S.
Cult*Den	1	0,00187500	0,00187500	0,00	N.S.
Error	6	3,51546667	0,58591111		
Total	11	24,75162500			

Coefficiente de variación 3,714416

Tabla 106. Comparación de medias con la prueba de rango estudentizado de Tukey para porcentaje de materia seca de tubérculos a la cosecha de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis, según cultivar.

Agrupamiento Tukey	Media	Cultivar
A	21.9050	Chaucha amarilla
B	19.3100	INIA 302 Amarilis

NUMERO PROMEDIO DE TUBÉRCULOS COSECHADOS

Tabla 107. ANVA del número promedio de tubérculos cosechados de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis.

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fc	Significación
Bloques	2	0,98000000	0,49000000	0,02	N.S.
Cult	1	0,08333333	0,08333333	0,00	N.S.
Den	1	13,23000000	13,23000000	0,41	N.S.
Cult*Den	1	5,07000000	5,07000000	0,16	N.S.
Error	6	195,12666667	32,52111111		
Total	11	214,49000000			

Coefficiente de variación 34,87907

Tabla 108. Medias del número promedio de tubérculos cosechados por planta de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis.

Media	Cultivar
16,433	Chaucha amarilla
16,267	INIA 302 Amarilis

Tabla 109. Medias con la prueba de rango estudentizado de Tukey del número promedio de tubérculos cosechados por planta de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis, para densidad de siembra.

Media	Densidad de siembra
17,400	37037 plantas.ha ⁻¹
15,300	27777 plantas.ha ⁻¹

NUMERO PROMEDIO DE TUBÉRCULOS COMERCIALES COSECHADOS

Tabla 110. ANVA del número promedio de tubérculos comerciales cosechados de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis.

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fc	Significación
Bloques	2	2,60166667	1.30083333	0,14	N.S.
Cult	1	1,26750000	1,26750000	0,14	N.S.
Den	1	4,44083333	4,44083333	0,48	N.S.
Cult*Den	1	5,46750000	5,46750000	0,59	N.S.
Error	6	55,67166667	9,27861111		
Total	11	69,44916667			

Coefficiente de variación 22,97484

Tabla 111. Medias del número de tubérculos comerciales cosechados por planta de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis.

Media	Cultivar
13,583	Chaucha amarilla
12,933	INIA 302 Amarilis

Tabla 112. Medias del número de tubérculos comerciales cosechados por planta de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis, según densidad de siembra.

Media	Densidad de siembra
13,867	37037 plantas. ha ⁻¹
12,650	27777 plantas. ha ⁻¹

PESO FRESCO PROMEDIO DE TUBÉRCULOS COSECHADOS

Tabla 113. ANVA del peso fresco promedio de tubérculos cosechados de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis.

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fc	Significación
Bloques	2	64934,56820	32467,28410	9,79	*
Cult	1	58161,94041	58161,94041	17,53	**
Den	1	34762,33808	34762,33808	10,48	*
Cult*Den	1	357,84841	357,84841	0,11	N.S.
Error	6	19907,7847	3317,9641		
Total	11	178124,4798			

Coefficiente de variación 8,143348

Tabla 114. Comparación de medias con la prueba de rango estudentizado de Tukey del peso fresco en gramos de tubérculos cosechados por planta de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis, según cultivar.

Agrupamiento Tukey	Media	Cultivar
A	776,97	INIA 302 Amarilis
B	637,73	Chaucha amarilla

Tabla 115. Comparación de medias con la prueba de rango estudentizado de Tukey del peso fresco en gramos de tubérculos cosechados por planta de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis, según densidad de siembra.

Agrupamiento Tukey	Media	Densidad de siembra
A	761,17	27777 plantas. ha ⁻¹
B	653,53	37037 plantas. ha ⁻¹

PESO FRESCO PROMEDIO DE TUBÉRCULOS COMERCIALES COSECHADOS

Tabla 116. ANVA del peso fresco promedio de tubérculos comerciales cosechados por planta de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis.

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fc	Significación
Bloques	2	63417,09112	31708,54556	10,99	**
Cult	1	58626,52813	58626,52813	20,32	**
Den	1	37238,79253	37238,79253	12,91	*
Cult*Den	1	302,60563	302,60563	0,10	N.S.
Error	6	17310,9918	2885,1653		
Total	11	176896,0092			

Coefficiente de variación 7,660787

Tabla 117. Comparación de medias con la prueba de rango estudentizado de Tukey del peso fresco en gramos de tubérculos comerciales cosechados por planta de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis, según cultivar.

Agrupamiento Tukey	Media	Cultivar
A	771,05	INIA 302 Amarilis
B	631,26	Chaucha amarilla

Tabla 118. Comparación de medias con la prueba de rango estudentizado de Tukey del peso fresco en gramos de tubérculos comerciales cosechados por planta de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis, según densidad de siembra.

Agrupamiento Tukey	Media	Densidad de siembra
A	756,86	27777 plantas. ha ⁻¹
B	645,45	37037 plantas. ha ⁻¹

RENDIMIENTO POR HECTAREA

Tabla 119. ANVA del rendimiento de tubérculos de papa en kilogramos por hectárea de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis.

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fc	Significación
Bloques	2	68531454,21	34265727,10	8,21	*
Cult	1	59721148,40	59721148,40	14,31	**
Den	1	28119969,37	28119969,37	6,74	*
Cult*Den	1	253586,34	253586,34	0,06	N.S.
Error	6	25042207,0	4173701,2		
Total	11	181668365,3			

Coefficiente de variación 9,010236

Tabla 120. Medias del rendimiento de tubérculos de papa en kilogramos por hectárea de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis. Según cultivar.

Agrupamiento Tukey	Media	Cultivar
A	24905	INIA 302 Amarilis
B	20443	Chaucha amarilla

Tabla 121. Medias del rendimiento de tubérculos de papa en kilogramos por hectárea de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis, según densidad de siembra

Agrupamiento Tukey	Media	Densidad de siembra
A	24205	37037 plantas. ha ⁻¹
B	21143	27777 plantas. ha ⁻¹

RENDIMIENTO POR PLANTA

Tabla 122. ANVA del rendimiento de tubérculos de papa en kilogramos por planta de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis.

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fc	Significación
Bloques	2	0,06571667	0,03285833	10,44	*
Cult	1	0,05880000	0,05880000	18,66	**
Den	1	0,03413333	0,03413333	10,85	*
Cult*Den	1	0,00053333	0,00053333	0,17	N.S.
Error	6	0,01888333	0,00314722		
Total	11	0,17806667			

Coefficiente de variación 7,938695

Tabla 123. Medias del rendimiento de tubérculos de papa en kilogramos por planta de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis. Según cultivar.

Agrupamiento Tukey	Media	Cultivar
A	0,77667	INIA 302 Amarilis
B	0,63667	Chaucha amarilla

Tabla 124. Medias del rendimiento de tubérculos de papa en kilogramos por planta de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis, según densidad de siembra

Agrupamiento Tukey	Media	Densidad de siembra
A	0,76000	27777 plantas. ha ⁻¹
B	0,65333	37037 plantas. ha ⁻¹

NUMERO DE TALLOS

Tabla 125. ANVA del número de tallos por planta de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis.

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fc	Significación
Bloques	2	0,78000000	0,39000000	3,28	N.S.
Cult	1	0,48000000	0,48000000	4,04	N.S.
Den	1	0,01333333	0,01333333	0,11	N.S.
Cult*Den	1	0,01333333	0,01333333	0,11	N.S.
Error	6	0,71333333	0,11888889		
Total	11	2,00000000			

Coefficiente de variación 13,26164

Tabla 126. Medias del número de tallos por planta de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis.

Media	Cultivar
2,80	INIA 302 Amarilis
2,40	Chaucha amarilla

ALTURA DE PLANTA

Tabla 127. ANVA de la altura de planta de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis.

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fc	Significación
Bloques	2	13,80666667	6,90333333	0,27	N.S.
Cult	1	0,08333333	0,08333333	0,00	N.S.
Den	1	5,60333333	5,60333333	0,22	N.S.
Cult*Den	1	42,56333333	42,56333333	1,65	N.S.
Error	6	154,78000000	25,79666667		
Total	11	216,83666667			

Coefficiente de variación 8,098393

Tabla 128. Medias de altura de planta en centímetros de los cultivares de papa Chaucha amarilla e INIA 302 Amarilis.

Media	Cultivar
62,80	INIA 302 Amarilis
62,63	Chaucha amarilla

RENDIMIENTO (DATOS NUMÉRICOS)

Tabla 129. Rendimiento promedio en kilogramos por planta y por hectárea de dos cultivares de papa según la densidad de siembra.

Repetición	Rendimiento	INIA 302 Amarilis		Chaucha amarilla	
		27777 plantas. ha ⁻¹	37037 plantas. ha ⁻¹	27777 plantas. ha ⁻¹	37037 plantas. ha ⁻¹
REP I	Kg.planta ⁻¹	0,89307	0,70785	0,78155	0,69012
	Kg.ha ⁻¹	24806,80	26216,64	21709,11	25559,97
REP II	Kg.planta ⁻¹	0,83752	0,83449	0,73251	0,59569
	Kg.ha ⁻¹	23263,79	30907,01	20346,93	22062,57
REP III	Kg.planta ⁻¹	0,77816	0,61071	0,54421	0,48229
	Kg.ha ⁻¹	21614,95	22618,87	15116,52	17862,57

ANEXO 6. PANEL FOTOGRÁFICO SOBRE LA INVESTIGACIÓN



Campo experimental después de la siembra



Campo experimental a los 55 días después de la siembra



Campo experimental a los 63 días después de la siembra



Campo experimental a los 83 días después de la siembra (las plantas alrededor de cada parcela son de quinua como barrera viva para contrarrestar el efecto del frío)



Floración plena. Izquierda cultivar mejorado INIA 302 Amarilis. Derecha cultivar nativo Chaucha amarilla



Plántas muestra en etapa fenológica de “Emergencia”. Obsérvese la predominancia del sistema radical



Órganos secados a estufa, de plantas en etapa fenológica de “emergencia”.



Obtención de las plantas muestra para la evaluación del crecimiento.



Plantas muestra. Izquierda cultivar nativo Chaucha amarilla. Derecha cultivar mejorado INIA 302 Amarilis. Etapa fenológica “Botón floral”



Separación de los órganos de las plantas, antes de tomar el peso fresco y llevar a estufa.



Planta seccionada en sus distintos órganos, listos para ser pesados.



Fotografía utilizada para el cálculo de área foliar con el programa Adobe Photoshop CC 2015.



Evaluación del estado fenológico por el Dr. Juan Seminario, asesor del trabajo de investigación



Tubérculos de Chaucha amarilla.



Toma de datos de los tubérculos después de la cosecha



Toma de peso fresco de tubérculos de INIA 302 Amarilis



Secado al ambiente de tubérculos cortados en rodajas



Estufa utilizada para el secado de las muestras



Toma de peso seco de tubérculos



El autor de la tesis en una inspección del cultivo.