

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTOBAL DE
HUAMANGA**

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



**ÉPOCA CRITICA DE COMPETENCIA DE MALEZAS Y
RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE YACON (*Smallanthus
sonchifolius* Poepp & Endl.) H. Robinson EN CANAÁN A
2750 msnm AYACUCHO.**

**TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO AGRÓNOMO**

PRESENTADO POR:

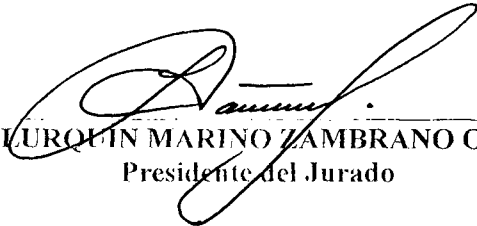
DANTE DESIDERIO CUADROS RODRIGUEZ.

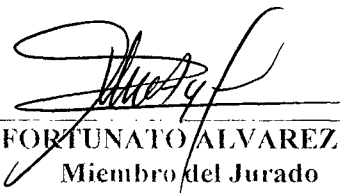
AYACUCHO - PERÚ

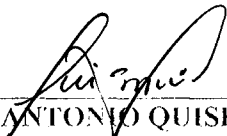
2012

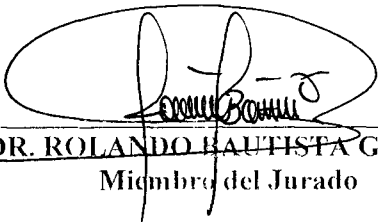
**“ÉPOCA CRITICA DE COMPETENCIA DE MALEZAS Y RENDIMIENTO
DEL CULTIVO DE YACON (*Smallanthus sonchifolius* Poepp & Endl.) H.
Robinson EN CANAÁN A 2750 msnm. AYACUCHO”**

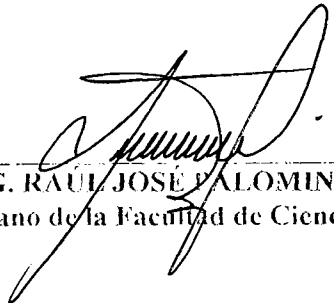
Recomendado : 08 de junio de 2011
Aprobado : 05 de agosto de 2011


DR. LURQUIN MARINO ZAMBRANO OCHOA
Presidente del Jurado


M.Sc. FORTUNATO ALVAREZ AQUISE
Miembro del Jurado


M.Sc. JOSE ANTONIO QUISPE TENORIO
Miembro del Jurado


DR. ROLANDO BAUTISTA GÓMEZ
Miembro del Jurado


M.Sc. ING. RAUL JOSE PALOMINO MARCATOMA
Decano de la Facultad de Ciencias Agrarias

DEDICATORIA

*Con todo cariño y gratitud infinito a
mis padres Desiderio y Leonisa.*

*A mi esposa y a mis hermanos por su
sacrificio constante que supieron
encaminarme haciendo posible la
culminación de mi carrera profesional.*

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Alma Mater de mi formación Profesional.

A la Facultad de Ciencias Agrarias y a la Escuela de Formación Profesional de Agronomía, que por medio de sus docentes fueron transmitiéndome todos los conocimientos y experiencias para mi formación profesional.

Al M.Sc. Ing. Fortunato Álvarez Aquis, gestor y asesor del presente trabajo, por su apoyo desinteresado en el inicio, desarrollo y conclusión del presente trabajo.

Al personal que labora en el Centro Experimental Canaán del Programa de Investigación en cultivos alimenticios de la Facultad de Ciencias Agrarias, por su colaboración en la ejecución del experimento.

ÍNDICE

CONTENIDO	Pag.
DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTO	
INTRODUCCIÓN	01

CAPÍTULO I **REVISIÓN DE LITERATURA**

1.1 ORIGEN Y DOMESTICACIÓN DEL YACÓN	03
1.2 IMPORTANCIA DEL CULTIVO	04
1.3 CARACTERÍSTICAS DEL CULTIVO DE YACON	06
1.3.1 Ubicación taxonómica del yacón	06
1.3.2 Citogenética del yacón	06
1.3.3 Descripción botánica del yacón	07
a) Raíz reservante del yacón	07
b) Raíz no reservante del yacón	07
c) Cepa o corona del yacón	08
d) Tallo del yacón	08
e) Yemas basales del yacón	08
f) Hojas del yacón	08
g) Inflorescencia y las flores del yacón	09
h) Fruto de yacón	10
1.4 MORFOTIPOS DE YACON	11
1.5 CONDICIONES AGROECOLOGICAS PARA EL CULTIVO	11
a) Luz solar	12
b) Precipitación	12
c) Altitud	12
d) Temperatura	12
e) Suelo	13
1.6 ÉPOCA DE SIEMBRA	13

	Pag.
1.7 MANEJO AGRONÓMICO DEL YACON	14
a) Selección y clasificación de la planta madre	14
b) Preparación de semilla vegetativa	14
c) Desinfección de la semilla vegetativa	15
d) Preparación y surcado del terreno	15
e) Siembra y colocación de los propágulos	15
f) Abonamiento	16
g) Recalce	16
h) Escarda	17
i) Riego	17
j) Uso de herbicidas	17
k) Aporque	17
l) Control fitosanitario	18
1.8 COSECHA Y RENDIMIENTO	19
1.9 POST COSECHA Y COMERCIALIZACIÓN	19
1.10 DE LAS MALEZAS	20
1.10.1 Concepto de malezas	20
1.10.2 Clasificación de las malezas	23
a) Clasificación botánica	23
b) Clasificación por ciclo de vida	23
1.10.3 Características biológicas de las malezas	24
a) Fácil dispersión	24
b) Capacidad de persistencia	25
c) Capacidad de competencia	26
1.10.4 Perjuicio causado por las malas hierbas	29
a) Reducción en los rendimientos	29
b) Interferencia con las labores agrícolas y culturales	30
c) Reducción en el valor de los productos	30
d) Incremento de los costos de producción	30
e) Hospederas de insectos dañinos, patógenos y roedores	30
f) Evitan la instalación de ciertos cultivos	31

	Pag.
1.10.5	Control de las malezas 31
1.10.6	Época crítica de competencia 31

CAPÍTULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

2.1	DE LA ZONA EN ESTUDIO	34
a)	Ubicación geográfica	34
b)	Antecedentes del terreno	34
c)	Aspectos climatológicos	35
d)	Características edáficas del campo de cultivo	38
2.2	MATERIAL GENÉTICO.	39
2.3	METODOLOGÍA EXPERIMENTAL	39
a)	Diseño Estadístico	39
b)	Tratamientos en estudio	40
c)	Características del campo experimental:	41
2.4	OBSERVACIONES EVALUADAS	41
2.4.1	De las malezas	41
a)	Población de malezas	42
b)	Altura de malezas y el cultivo	42
c)	Rendimiento de materia verde y materia seco de malezas	42
2.4.2	Del cultivo de yacón	42
a)	Factores de precocidad	42
a.1)	Días a la floración del yacón	42
a.2)	Días a la cosecha del yacón	42
b)	Factores de productividad	43
b.1)	Altura de planta de yacón	43
b.2)	Número de tallos principales por planta de yacón	43
b.3)	Peso de corona por planta de yacón	43
b.4)	Peso de raíces por planta de yacón	43
b.5)	Número de raíces reservantes por planta de yacón	44
b.5)	Peso de cada raíz reservantes por planta de yacón	44

	Pag.
b.6) Longitud de cada raíz reservantes de yacón	44
b.7) Diámetro mayor por planta de yacón	44
b.8) Rendimiento de raíces en kg.ha ⁻¹	44
2.5 CONDUCCIÓN DEL TRABAJO EXPERIMENTAL	44
a) Selección y preparación de propágulos	44
b) Recojo de muestra para análisis de suelos	45
c) Preparación del terreno	45
d) Estacado y surcado	45
f) Siembra y abonamiento	45
h) Riego	46
i) Aporque	46
j) Control fitosanitario	46
k) Cosecha	47
2.6 ANÁLISIS ESTADÍSTICO REALIZADO	47

CAPITULO III

RESULTADOS Y DISCUSIONES

3.1 DE LAS MALEZAS	48
3.1.1 POBLACIÓN DE MALEZAS	48
3.1.2 TENDENCIA DE LA POBLACIÓN DE MALEZAS.	51
3.1.3 FAMILIA DE MALEZAS	53
3.1.4 TENDENCIA DE LAS FAMILIAS DE MALEZAS	55
3.1.5 ALTURA DE MALEZAS Y DEL CULTIVO	56
3.1.6 TENDENCIA DE PESO VERDE DE LAS MALEZAS	59
3.1.7 TENDENCIA DE PESO SECO DE LAS MALEZAS	61
3.1.8 ÉPOCA CRÍTICA DE COMPETENCIA DE MALEZAS Y EL CULTIVO	62
3.2 DEL CULTIVO DE YACON	65
3.2.1 FACTORES DE PRECOCIDAD	65
a) Días a la floración	65
b) Días a la cosecha	66
3.2.2 FACTORES DE RENDIMIENTO	67

	Pag.
a) Altura de planta	67
b) Número de tallos por planta	69
c) Peso de corona por planta	69
d) Peso de raíces por planta	71
e) Número de raíces por planta	73
f) Peso de raíces reservantes	74
g) Diámetro de raíces reservantes	76
h) Longitud de raíces reservantes	77
i) Rendimiento de raíces reservantes del yacón	78

CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES	81
4.2 RECOMENDACIONES	83
 RESUMEN	 84
 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	 86
 ANEXOS	 91

INTRODUCCIÓN

El yacón (*Smallanthus sonchifolius* Poepp. & Endl.) H. Robinson, es uno de los cultivos nutraceuticos más valiosos para la humanidad que se cultiva por su raíces reservantes; éstas se comen crudas y tienen sabor dulce por la presencia de azúcar. En su composición contiene oligofruktanos, cuyas propiedades contribuye a controlar el aumento de azúcar en la sangre en personas diabéticas (MENDIETA, 2005).

En nuestro país el yacón es uno de los once tubérculos y raíces andinas que se encuentran mantenidos en custodia en el Banco Genético del CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA (CIP); crece en distintas condiciones ecológicas del país, donde las condiciones ambientales son limitantes en el rendimiento de los diversos morfotipos (ESPINOZA, 2002).

El yacón constituye un valioso recurso alimenticio y es considerado como un cultivo alternativo con grandes potencialidades para la agricultura sostenible en la región andina. En las tres últimas décadas el área de siembra anual de yacón fue mucho menor a 100 hectáreas en todo el país según la Oficina de Información Agraria del Ministerio de Agricultura (2000); la siembra comercial de yacón comienza a incrementarse a partir del año 2000 en diferentes regiones del país. En el primer Curso Nacional de Yacón celebrado en Cajamarca en agosto de 2002, se estimó no menos de 600 hectáreas de superficie sembrada de yacón en los principales zonas de producción (SEMINARIO, 2003).

Por otro lado las malezas son plantas que crecen en lugares y momentos no deseados, compitiendo con el cultivo principalmente por agua, luz, nutrientes y espacio, reduciendo enormemente los rendimientos por unidad de área. Las malezas no causan daño económico durante todo el período vegetativo del cultivo, sino que ésta se limita a una etapa al que se le conoce como “época crítica” donde la presencia de las malezas perjudica grandemente el crecimiento y desarrollo de las plantas cultivadas y consecuentemente el rendimiento de los cultivos.

En función a lo señalado, la presente investigación es un trabajo preliminar que determinará la época crítica de competencia de malezas, con la finalidad de realizar deshierbos en el momento más adecuado para la obtención de altos rendimientos, en raíces reservantes de yacón.

Por estas consideraciones se realizó el presente trabajo de investigación, teniendo los objetivos siguientes:

- a) **Determinar la época crítica de competencia de malezas en el cultivo de yacón.**
- b) **Determinar el efecto de las malezas en el rendimiento del cultivo de yacón.**

CAPÍTULO I

REVISIÓN DE LITERATURA

1.1 ORIGEN Y DOMESTICACIÓN DEL YACÓN

GRAU y REA (1997) afirman que el yacón (*Smallanthus sonchifolius Poepp & Endl*) H. Robinson, es una planta de origen andino desde los tiempos remotos de nuestros ancestros, al constituirse una planta alimenticia y medicinal, al igual que muchos cultivos andinos, fue domesticado y desarrollado por la sabiduría de los antiguos pobladores, donde florecieron en las culturas andinas de Sudamérica.

ARBIZU y HERMANN (1993) mencionan que el hombre precolombino cultivó y domesticó entre otras raíces y tubérculos pertenecientes a diferentes familias destacándose seis raíces (yacón, arracacha, achira, mauka, maca y ahipa) y cinco tubérculos (olluco, oca, mashua, papa y camote).

VALDERRAMA (2005) menciona que las áreas de siembra fueron incrementadas en la época del Imperio de los Incas, su mayor área de cultivo de raíces reservantes esta en los Andes Centrales del Perú y de Bolivia, expandiéndose hacia el Ecuador, Colombia y Sur de Venezuela hasta el Norte de Argentina y Chile y las zonas comprendidas entre éstos países, es con el propósito de aprovechar su raíz reservante de yacón.

LEÓN (1964) informa que en Bolivia, se usa el nombre de “aricoma” solo en la Paz, lo que significaría que es de origen aymará. Algunos creen que el término “yacón”, es español. En el diccionario quechua de Lira, el sustantivo familiar para “agua”, es “uno” del mismo modo que “yacu” en tanto que la palabra “yakku” en sentido estricto, es un adjetivo que significa insípido. Con estos datos, creemos que la palabra “yacón”, es de origen quechua y significa “aguanoso-insípido”.

1.2 IMPORTANCIA DEL CULTIVO

VALDERRAMA (2005) indica que el yacón viene concitando el interés público debido a sus efectos benéficos potenciales para la salud humana. Las raíces del yacón contienen fructooligosacáridos (FOS), un tipo particular de azúcares de baja digestibilidad que aportan pocas calorías al organismo y pueden ser consumidos por personas diabéticos, por que no elevan el nivel de glucosa en la sangre.

TAPIA (1997) manifiesta que raíces comestibles de pulpa crema o amarillo - naranja y algunas con estrías de color púrpura, muy jugosas y con un leve sabor a sandía. Las raíces almacenan azúcares bajo la forma de inulina, un polímero compuesto principalmente de fructosa y/o oligofructanos, constituyendo de esa manera un alimento ideal para diabéticos principalmente, como también para los deportistas y ancianos.

VIETMEYER (1989) menciona que el yacón tiene un sabor agradable y refrescante, bajo en calorías y constituye, un potencial para producir golosinas industrialmente, cualquier planta con éstas características tienden a tener un valor alto comercialmente como es la caña de azúcar, remolacha. OHYAMA *et al.* (1990), ASAMI *et al.* (1991) y NIETO (1991) citados por SEMINARIO (2003) señalan que el yacón es una de las raíces reservantes comestibles con mayor contenido de agua y contiene entre 83 y 90 % del peso fresco de las

raíces es agua. En términos generales, los carbohidratos representan alrededor del 90 % del peso seco de las raíces recién cosechadas, de los cuales entre 50 y 70 % son fructooligosacáridos (FOS). El resto de carbohidratos lo conforman la sacarosa, fructuosa y glucosa; sin embargo, la composición relativa de los diferentes azúcares varía significativamente debido a diferentes factores como el cultivar, la época de siembra, época de cosecha y temperatura en postcosecha, entre otros.

TABLA 1.1: Composición química promedio de 10 entradas de yacón procedentes de Perú, Bolivia, Ecuador y Argentina (en relación a 1 Kg. de materia comestible de raíz (fresca).

Variable	Promedio	Rango
Materia seca (g)	115	98 – 136
Carbohidratos totales (g)	106	89 – 127
Fructanos (g)	62	31 – 89
Glucosa libre (g)	3.4	2.3 – 5.9
Fructosa libre (g)	8.5	3.9 – 21.1
Sacarosa libre (g)	14	10 – 19
Proteína (g)	3.7	2.7 – 4.9
Fibra (g)	3.6	3.1 – 4.1
Lípidos (mg)	244	112 – 464
Calcio (mg)	87	56 – 131
Fósforo (mg)	240	182 – 309
Potasio (mg)	2282	1843 – 2946

Fuente: HERMANN *et al.* (1999).

TAKASUGI y MASUDA (1996) citados por SEMINARIO (2003) indican que las raíces reservantes acumulan, además cantidades importantes de potasio, compuestos polifenólicos derivados del ácido cafeico, sustancias antioxidantes como ácido clorogénico, triptófano y

varias fitoalexinas con actividad fungicida.

1.3 CARACTERÍSTICAS DEL CULTIVO DE YACÓN

1.3.1 Ubicación taxonómica del yacón

Según LEÓN (1964) MOSTACERO y MEJÍA (1993) GRAU Y REA (1997) y TAPIA (1997) la taxonomía de la especie es:

División	:	Fanerógamas o Antofitas
Sub división	:	Angiosperma
Clase	:	Dicotiledónea
Sub Clase	:	Metaclamidias o simpétalas
Orden	:	Campanulales
Familia	:	Asteraceae
Sub familia	:	Asteroidea
Género	:	<i>Smallanthus</i>
Especie	:	<i>Smallanthus sonchifolius</i> (Poepp. & Endl.) H. Robinson.
Nombres comunes	:	Yacón, Llacón, Llacuma, Yacumi, Yacum – yacum (Quechua: Perú y Bolivia). Aricama (Aymara: Perú y Bolivia). Jiquima, Jiquimilla, Jicama (Ecuador y Colombia), Strawberry (Ingles), Poir de terre Cochet (Francés), Polimnia (Italiano), Erdbirne (Alemán).

1.3.2 Citogenética del yacón

TALLEDO y ESCOBAR (1998) citados por SEMINARIO (2003) informa que con un material peruana encontraron $2n = 60$ cromosomas. LEÓN (1964) citado por Seminario (2003), indica haber encontrado $2n = 32$ cromosomas en material peruano.

Según SALGADO y MORENO (1996) citado por Seminario (2003), menciona que

contaron los cromosomas de 15 clones procedentes de Ecuador, Perú, Bolivia y Argentina, encontrándose 14 clones con $2n = 58$ u uno con $2n = 87$. Estas diferencias en el número cromosómico posiblemente sean por la gran diversidad de especies que existen en nuestro medio.

1.3.3 Descripción botánica del yacón

GRAU y REA (1997) afirman que el *Smallanthus sonchifolius* (Poepp. & Endl.) H. Robinson en la literatura científica se ha usado también como *Polymnia sonchifolia* Poepp. & Endl. y *Polimnia edulis* Wedd. para referirse al yacón. Originalmente el yacón había sido clasificado dentro del género *Polimnia* Wells (1965); Sin embargo, algunos años más tarde Robinson (1978) determinó que muchas de las especies del género *Polimnia* entre las cuales se encontraba el yacón en realidad pertenecían a un género que Mackensie (1933), había propuesto hacia algunos años: el género *Smallanthus*. Las diferencias entre los dos géneros se refieren al patrón de estrías en la superficie del fruto (aquenio), la presencia de un verticilo externo de brácteas, la ausencia de glándulas en el apéndice de la antera, entre otros. En la actualidad el género *Smallanthus* es el más usado entre los taxónomos para identificar al yacón.

a) Raíz reservante del yacón

ESPINOZA (2002) menciona que la epidermis es de diferente tonalidad que puede variar desde rosada, crema, moteado (jaspeado). Cuando se quiebra o se divide el interior de la raíz es de pulpa quebradiza, jugosa, de sabor dulce, que para consumir hay que triturar bien o licuar como a una fruta. La pulpa es de color crema, crema amarillo, crema humo, crema blanca.

b) Raíz no reservante del yacón

ESPINOZA (2002) menciona que las raíces delgadas y largamente expandidas sirven de

vía nutritiva a la planta madre, esta llega a crecer hasta 1.00 m de longitud alrededor del tronco o cepa, cuando las plantas son grandes y frondosas.

c) Cepa o corona del yacón

VALDERRAMA (2005) menciona que conforme se acerca a la cosecha, la planta forma entre los tallos y la raíces, una masa irregular de tejido de reserva (parenquimático), con muchas yemas que dan lugar a brotes y se le llama “cepa” o “corona”. De este órgano se obtiene la “semilla” vegetativa en forma de porciones de cepa que son los propágulos para la siembra.

d) Tallo del yacón

LEÓN (1964) señala que el tallo engrosado es suculento en las primeras etapas, mas adelante se endurece hasta lignificarse, formando un cuerpo muy ramificado y superficial que alcanza gran tamaño.

e) Yemas basales del yacón

LEÓN (1964) indica que las yemas basales que formarán los vástagos aéreos brotan de los nudos de la parte subterráneo del tallo; estas yemas están cubiertas de escamas purpúreas y cuando han crecido de 2 a 3 cm son claramente visibles las hojas nuevas.

f) Hojas del yacón

NINA (1996) citado por ESPINOZA (2002) menciona que son órganos laminares simples acorazonadas, anchas y grandes; palmitinervadas cordiforme, pubescentes en ambos superficies de la hoja y especialmente en el envés en donde la pelusa llega a medir hasta 15 mm. Las hojas tienen dos variaciones en la forma: Una es de limbo acorazonado palmada en plantas adultas, mientras en otras son de forma redondeada especialmente en plantas tiernas. Llegan a medir hasta 25 cm. de largo y 15 cm. de ancho en las plantas vigorosas.

LEÓN (1964) afirma que las hojas nacen del nudo del tallo en posición opuesta, algunas veces verticiladas.

g) Inflorescencia y las flores del yacón

SEMINARIO (2003) indica que la rama floral es terminal de ramificación difásica, compuesta de inflorescencia llamada **capítulo** o cabezuelas. Cada rama floral puede presentar entre 20 a 40 capítulos. Una planta puede producir 20 a 80 capítulos. Cada capítulo está formado por flores femeninas y masculinas. Las flores femeninas se ubican en el **verticilo externo cuya parte más vistosa y coloreada de amarillo es la lígula**. Las flores masculinas son tubulares y más pequeñas, se ubican en los verticilos internos del receptáculo. El involucreo es acampanado y hemisférico con brácteas involucrales (5 a 6) en una sola serie envolviendo al receptáculo. Uniendo al capítulo está el pedúnculo que mide unos 35 a 37 mm. Cada capítulo presenta entre 14 a 16 flores femeninas y entre 80 a 90 flores masculinas. Las flores femeninas son zigomorfas que al abrirse el botón floral aparecen como puntos amarillos; se abren antes que las flores masculinas y por lo general se marchitan antes que las últimas flores masculinas.

Sobre la flor femenina, SEMINARIO (2003) define que la corola de la flor femenina está formada por la fusión de cinco pétalos (corola simpétala), tres de estos pétalos forman la lígula, que es ensanchada en la parte media y bi o tridentada en el ápice, a veces con dientes apenas visibles. Los otros dos pétalos están reducidos, formando un pequeño tubo en la parte basal de la lígula. Rodeando a la rama estigmática, en su parte externa y por encima del ovario, se inserta el papus o vilano, que son brácteas modificadas en pequeñas cerditas o pelos de color blanquecino. La lígula mide entre 11 a 14 mm. Puede ser oblonga, ovado – elíptica.

La forma de la lígula es un carácter que se toma en cuenta para la caracterización de

germoplasma de yacón. El estilo es recto en los dos tercios inferiores en el tercio superior se abre formando un estigma bilabiado. El ovario es fusiforme a tronco cónico, de color **purpura**.

Sobre las flores masculinas, SEMINARIO (2003) señala que se abren por series, partiendo desde la periferia. La flor masculina posee gineceo no funcional, la corola está formada por **cinco pétalos soldados formando un tubo pentadentado (5-lobular)**, con una densa pilosidad en la cara externa. Presenta cinco estambres de filamentos libres y anteras connadas a la parte apical del estilo (estigma). En la antesis, las anteras se rompen dejando visible el estilo, **de color amarillo, que sobresale de la corola tubular**. Las anteras son de color negro, con finas líneas amarillentas en la connación. El grano de polen es esférico y aculeado (espinoso) y a veces, tripulado. Es de color amarillo brillante y tiene consistencia pegajosa, con un diámetro promedio de **27 μ** .

h) Fruto del yacón

SEMINARIO (2003) indica que el pericarpio es delgado y seco a la madurez, externamente **presenta estrías longitudinales que forman surcos paralelos**. La semilla se encuentra unida al pericarpio solamente por el funículo (unión del saco embrionario con el ovario). El aquenio es **piramidal con ángulos no bien definidos y redondeados**, de ápice truncado y base ensanchada, en la cual lleva una pequeña cicatriz (en la unión con el receptáculo floral). En promedio, mide alrededor de 3.7 mm de largo y 2.2 mm de ancho.

PEREA y NINA citados por ESPINOZA (2002) señalan que el fruto del yacón maduro es un aquenio en forma elipsoidal de color café oscuro con epidermis lisa, endocarpio sólido caracterizándose por el libre desprendimiento del pericarpio con un ligero frotamiento se pudo constatar que algunos ecotipos no producen semillas y si los produce no son viables.

1.4 MORFOTIPOS DE YACON

ESPINOZA (2002) menciona que hay autores que indican como ecotipos al rosado, blanco, amarillo, moteado, siempre diferenciándolos con las observaciones de sus colores morfológicas; en la región de Huánuco encontramos los clones que denotan diferencias en las epidermis de sus raíces reservantes que representan a los clones de morfotipos de colores rosado, blanco y amarillo respectivamente.

1.5 CONDICIONES AGROECOLOGICAS PARA EL CULTIVO DEL YACON

SEMINARIO (2003) señala las mejores condiciones para el desarrollo del yacón se encuentran entre el piso alto de la región yunga y el piso medio de la región quechua, según la clasificación de PULGAR VIDAL (1996), en el rango altitudinal de 1100 a 2500 msnm. Sin embargo, el yacón ha demostrado ser un cultivo con bastante adaptación, pudiendo sembrarse en varios lugares de la costa y la selva del Perú. En el norte peruano no soporta ambientes arriba a los 3000 msnm, pero su cultivo se extiende hacia la ceja de selva de los departamentos de Cajamarca, Amazonas, San Martín y Junín.

a) Luz solar

VALDERRAMA (2005) señala que tiene un comportamiento indiferente a la longitud del día y a la intensidad de la luz; pero en términos generales, el cultivo debe recibir como mínimo nueve horas de luz, crece bien bajo la sombra de árboles frutales y otros arbustos, también a pleno sol; del mismo modo, desarrolla bien asociado con maíz, hortalizas y otros cultivos.

GRAU y REA (1997) En relación al foto periodo, mencionan que al yacón se ha descrito como un cultivo de día neutral para el tallo y para el proceso de tuberización de la raíz.

b) Precipitación

ESPINOZA (2002) menciona que el yacón como una planta frondosa, de morfología carnosa suave, de hojas amplias, necesita mayor cantidad de humedad, la cual es importante para el intercambio metabólico, actividad fisiológica en la formación de los tubérculos voluminosos y de follaje frondoso, con gran capacidad de almacenamiento de agua y carbohidratos.

VALDERRAMA (2005) señala que requiere de 550 a 1200 mm de precipitación anual; Sin embargo es importante que en los cinco primeros meses después de la siembra, no le falte una dotación de agua uniforme y frecuente. A partir de la floración, el suelo debe mantener la humedad suficiente para favorecer la tuberización y un buen desarrollo de la planta.

c) Altitud

ESPINOZA (2002) menciona si bien es cierto que el yacón crece desde el nivel del mar hasta 3600 msnm., su hábitat normal de producción es de 2500 a 3200 msnm., sin embargo, en los extremos críticos de altitud, puede lograrse la producción con mayores esfuerzos de asistencia agronómica. A nivel del mar (nuestra costa) hay que sembrar coincidiendo con los meses de mayor frío (invierno) y en la parte más alta hay serios problemas por la presencia de heladas y por lo que la siembra debe iniciarse en los meses de primavera.

d) Temperatura

ESPINOZA (2002) señala que el yacón se desarrolla bien en la sierra y en los valles interandinos; con temperaturas medias anuales de 14 a 20°C las temperaturas menores a 10°C retardan su crecimiento y alargando el periodo vegetativo, mermando los rendimientos hasta un 80 % de formación de tubérculos para el periodo de maduración, para el llenado de raíces se necesita una temperatura de 20 a 28°C casi constante. Si la

temperatura excede los 28°C y la humedad del suelo es insuficiente, la planta se estresa y se marchita, afectando su normal desarrollo. El yacón es muy susceptible a las heladas, pero esta limitante se compensa con una excelente capacidad de rebrote. El cultivo desciende hasta la costa, sin mayor problema; sin embargo, hay evidencias que en estas altitudes la tuberización no es del todo eficiente.

e) Suelo

GRAU y REA (1997) indican que el yacón se adapta a una gran variedad de tipos de suelo, pero son recomendables los suelos fértiles, con buena estructura, buena profundidad de la capa arable, crece muy bien en suelos húmidos y ricos en contenido mineral (suelos habilitados y con quema de bosques). También se obtienen buenas cosechas en suelos arenosos de origen aluvial. Sobre el pH, ESPINOZA (2002) menciona que el pH del suelo ideal se ubica entre los 6.0 y 7.5, aunque tolera también suelos medianamente ácidos de preferencia evitar suelos con alta salinidad.

ESPINOZA (2002) manifiesta que los suelos donde se cultiva el yacón deben tener buena cantidad de materia orgánica natural, comprobada mediante el análisis de suelo, puede incorporar hasta 3 tn.ha⁻¹ caso contrario, se planificará incorporar de 5 tn.ha⁻¹ a más.

1.6 ÉPOCA DE SIEMBRA

ESPINOZA (2002) señala que para condiciones de sierra, se recomienda la siembra al inicio de las lluvias, comprendido entre los meses de septiembre, octubre y noviembre, para cosechar en los meses de junio, julio y agosto del siguiente año. No es aconsejable excederlos de los meses indicados, porque su cultivo debe coincidir con los meses de mayor precipitación de la campaña agrícola y en la finalización de ella. En los meses de junio a agosto hay presencia de heladas, que puede ocasionar la muerte de las plantas.

En climas templados, donde las heladas no repercuten daños se puede cultivar todo el año siempre que exista agua abundante para el riego y que genere la humedad relativa adecuada. De igual manera para condiciones de la Costa, el cultivo de yacón, se debe garantizar la disponibilidad de agua y obras de infraestructura de riego; sin embargo se tiene que sembrar al inicio de los meses (noviembre a enero) de bajas temperaturas, para satisfacer con los requerimientos de la planta durante el periodo vegetativo y coincidir con la cosecha en meses de días largos y calurosos.

1.7 MANEJO AGRONÓMICO DEL YACON

a) Selección y clasificación de la planta madre

GRAU y REA (1997) indica que para obtener semilla vegetativa de buena calidad se tiene que ir seleccionando plantas vigorosas que muestran uniformidad, buen porte, buena formación, resistentes a problemas de plagas y enfermedades, mayor número de tallos brotados. Se complementa con las actividades de clasificación de plantas en función a otras características morfológicas y fisiológicas como es el color, buena profundidad para favorecer el desarrollo de las raíces reservantes, del tallo, hojas, número de raíces reservantes, tamaño de raíces, color de las pulpas y de su epidermis.

b) Preparación de semilla vegetativa

ESPINOZA (2002) menciona que las plantas seleccionadas y marcadas, se cosechan por separado. Después de separar las raíces reservantes, a las cepas madres se maneja tratándolas de tal manera que continúe su proceso de dormancia, para ello se le entierra en camas de almácigo, toda la cepa seleccionada y clasificada por un tiempo determinado (uno a dos meses), hasta que se observe la emergencia de nuevos tallos.

Si la cepa madre tiene rebrotes, se secciona dividiendo en cepas pequeñas, con dos a tres rebrotes o nuevos tallitos (vástagos), con la ayuda de la navaja, desinfectando constantemente con la solución: agua y jabón o cal o ceniza (polvo), las yemas separadas deben tener tamaños uniforme, de buen diámetro: 0.8 a 10.0 cm y de 5 a 8 cm de longitud. La preparación de la semilla vegetativa se realiza dos días antes de la siembra, de tal modo que la herida efectuada por el corte se seque, con la ayuda de los rayos del sol.

c) Desinfección de la semilla vegetativa

ESPINOZA (2002) menciona que la desinfección de la semilla asexual es a través de la técnica de inmersión (5 minutos de remojo) para controlar la presencia de hongos como la chupadera fungosa, para la cual se usa Benlate en polvo mojable en una cantidad de 100g para 100 kg de semilla en 25 a 30 litros de agua. También se puede usar Menecerén CA 70WS, 500 g en un cilindro de agua para 500 kg de semilla.

d) Preparación y surcado del terreno

ESPINOZA (2002) señala que las primeras roturaciones de terreno se ejecuta mediante la tracción animal “yunta”, cuando el terreno es accidentado y cuando no es posible la operatividad con maquinaria agrícola o por la falta de ella. De la misma forma el desterronado, el mullido, el surcado y hasta el trazado de canales de riego; el preparado del suelo debe ser profundo, abarcando entre los 40 a 50 cm de profundidad. MENDIETA (2005) menciona que el terreno se surca para lograr un mejor ordenamiento espacial de las plantas, luego para regular el caudal de agua de riego o de lluvia y para facilitar las actividades agronómicas posteriores.

e) Siembra y colocación de los propágulos

MENDIETA (2005) indica en que en la siembra manual se usa una bolsa donde se deposita y traslada los propágulos que serán colocadas en el suelo a una distancia elegida. El paso a

pie del operario es utilizado como medida referencial para el distanciamiento entre propágulos. También se puede emplear maquinaria para facilitar la colocación de los propágulos y el tapado inmediato.

ESPINOZA (2002) indica que la densidad de siembra está en estrecha relación con la profundidad, topografía del terreno y fertilidad de la misma; en los terrenos planos, ricos en materia orgánica, la densidad de siembra es más estrecha y en los terrenos accidentados e infértiles, la densidad de siembra es de 20,000 plantas/Has.

MENDIETA (2005) señala que el uso de la tracción animal (arado) o de la tracción mecánica (tractor) para el tapado de la línea de siembra tiene la ventaja de realizar el “cambio de surco”, es decir, tapa el surco de siembra y abre el surco de riego.

f) Abonamiento

ESPINOZA (2002) estima incorporar 2 Tm.ha^{-1} como mínimo de materia orgánica descompuesta cuando son suelos fértiles en materia orgánica natural; mientras que en terrenos pobres estima incorporar más de 5 Tm.ha^{-1} de estiércol de lombriz, estiércol podrido, compost, abono verde, guano de islas, etc. con la finalidad de mantener la humedad constante en la zona de la raíz, para dotar la posibilidad de nutrientes requeridas por la planta.

g) Recalce

ESPINOZA (2002) indica que el proceso de reemplazo al vástago sembrado que no ha seguido creciendo después de la siembra por haber sufrido cambios fisiológicos o variaciones en su constitución morfológica (pudrición por causa de hongos en el suelo), las cuales se efectúan dentro de 30 días después del transplante. No se puede esperar más días para realizar esta actividad, debido a que puede prolongar más tiempo su periodo vegetativo.

h) Escarda

ESPINOZA (2002) menciona que se realiza al término de las 60 a 75 días después del trasplante o en menos días, según la invasión de malezas, que perjudica al cultivo provocando la competencia por nutrientes, humedad, luz, etc., acarreado a la vez muchas enfermedades y la invasión de plagas. Esta operación se realiza utilizando herramientas más usuales que son muy bien manejadas por los mismos agricultores de la zona.

i) Riego

ESPINOZA (2002) dice que si la plantación se efectúa en terreno seco o poco húmedo hay la necesidad de suministrar el primer riego ligero al finalizar el trasplante; el segundo riego al término de los 7 días y los riegos sucesivos de acuerdo a las necesidades hídricas del cultivo y de las condiciones medio ambientales, siempre manteniendo la humedad del suelo en capacidad del campo.

j) Uso de herbicidas

ESPINOZA (2002) señala que para evitar la invasión de malezas y obviar en cierto modo el primer cultivo, se puede utilizar herbicidas específicos para el cultivo, en terrenos trabajados con mayor intensidad y donde hay incidencia de malas hierbas, aunque genere repercusiones negativas en la geomorfología de la materia orgánica.

k) Aporque

SEMINARIO (2003) recomienda hacer ligeros aporques primer y segundo que consiste en arrumar la mayor cantidad de tierra al pie de la planta, con el propósito de dar mayor sostenimiento, provocar mayor desarrollo y llenado de las raíces tuberosas, proveer de una humedad constante. Esta operación se ejecuta entre 4 a 5 meses después de trasplante; por consiguiente se eliminará la presencia de malezas existentes, utilizando herramientas tales

como azadón, lampa, etc.

I) Control fitosanitario

La observación sanitaria es constante, para identificar y detectar la presencia de plaga y enfermedades; el control de las malas hierbas, es una buena alternativa para alertar y evitar la invasión de insectos y patógenos. ESPINOZA (2002) menciona que siempre existe la presencia de insectos masticadores y cortadores de hoja y tallos (gusano de tierra), picadores y chupadores (*Empoasca sp*, pulgones); comedores de raíces (gusano arador, alambre, etc.), siendo su incidencia ocasional y no significativa que no son necesarios su control con productos agroquímicos por ser antieconómicos. Si no fuera así se puede usar insecticidas de menor poder residual, especialmente insecticidas ecológicos y otros en mínima dosis. Así mismo ESPINOZA (2002) menciona en las principales zonas productoras (nicho ecológico) del yacón, en Huánuco no se han observado la presencia de enfermedades en las parcelas sembradas, gracias a las condiciones de rusticidad de la especie es tolerante a muchas enfermedades y esto incita no usar fungicidas; sin embargo, en casos de fuertes ataques de *Oidium* y *Mildiu* es necesario utilizar fungicidas como el dithane en las dosis de 2 litros por hectárea.

BARRANTES (1998) informa que se ha detectado ataque del hongo *Bipolaris sp.*, el cual se presenta en lugares cálidos de valles interandinos. El síntoma es una necrosis marrón en cualquier parte de la lámina por lo general en las hojas del tercio inferior.

SEMINARIO (2003) indica que en las raíces es común la pudrición ocasionada por hongos de los géneros *Fusarium* y *Rhizoctonia*, cuyo ataque está relacionado con el exceso de humedad en el suelo. Estas enfermedades pueden ser prevenidas con un manejo adecuado del riego y buen drenaje del suelo.

ESPINOZA (2002) menciona que tampoco tenemos problemas con los nemátodos, como

para tomar medidas de control, sin embargo estimamos que hay indicios de la presencia de *Meloidogyne sp.*, *Heterodera sp.* Entre otras especies, siendo necesario su estudio, como también para descartar la presencia de virus.

1.8 COSECHA Y RENDIMIENTO

SEMINARIO (2003) indica que en Cajamarca la cosecha se realiza entre 7.5 y 12 meses después de la siembra, dependiendo de la zona geográfica y del morfotipo empleado. En términos generales se puede afirmar que la cosecha en las zonas bajas y templadas es temprana, en las zonas altas es tardía. Los indicadores para saber si ha llegado el momento de la cosecha son el amarillamiento de las hojas y el cese de la floración. El rendimiento promedio evaluado durante varias campañas y cuatro sitios es alrededor de 40 a 50 tn.ha⁻¹ en un experimento de asociación con maíz se obtuvo en promedio de 72 tn.ha⁻¹. ESPINOZA (2002) menciona que la cosecha se realiza al término de 8 a 9 meses de periodo vegetativo, sin embargo en la zona de Huánuco la cosecha los realiza al año, al momento de la siembra de maíz cuando el cultivo es conducido asociado, para la cosecha se utiliza herramientas adecuadas, con las cuales se hacen excavaciones profundas al perímetro de la planta madura, con el propósito de no malograr los voluminosos y largos irregularmente raíces de yacón; así se evitará de no dañar, ni quebrarlas y evitar problemas de pudrición en el almacén. AMAYA (2002) citado por Seminario (2003) ha reportado que la densidad de siembra tiene un efecto grande sobre los rendimientos de raíces y sobre su tamaño.

1.9 POST COSECHA Y COMERCIALIZACIÓN

ESPINOZA (2002) menciona que se efectúa la clasificación de raíces comestibles por

tamaño, seleccionando los deformes, malogrados, dañadas por las herramientas durante la cosecha, con síntomas de pudrición, con perforaciones ocasionadas por las larvas de los gorgojos, entre otros daños, éstos serán excluidos del almacenamiento para no tener problemas de pudrición durante el periodo de comercialización. Así mismo, señala que la cepa o planta madre o el tronco madre de la planta, (llamada mocra, mucra o magra por los agricultores de la zona) se conducen a la cama de almácigo y en algunos casos es enterrada en la chacra con el propósito de conservarla y así cumpla el periodo de latencia hasta el rebrote dando origen a nuevas plantas que servirán para futuras propagaciones. Para el almacenamiento de las raíces reservantes se necesitan almacenes adecuados, amplios, ventilados e iluminación moderada para el depósito temporal del producto, el piso del almacén debe ser tablas de madera o de otro material similar para evitar la pudrición; además el almacén debe tener buena iluminación de luz difusa, con techo alto, con ventanas amplias para el acceso de los rayos solares en un 25 % del normal, y una temperatura de 10 a 15 ° C en el interior del mismo.

Sobre la comercialización ESPINOZA (2002) indica que el yacón es un producto perecible, por lo que requiere comercializarla inmediatamente después de la cosecha; usando como unidad de medida, el kilogramo en las diversas tipos de balanza, romana en el expendio al detalle y tonelada métrica para grandes volúmenes.

1.10 DE LAS MALEZAS

1.10.1 Concepto de malezas

BAUTISTA (2007) menciona que el concepto botánico de mala hierba no existe al igual que el término de maleza; sin embargo, se puede conceptuar de diversas maneras:

- Maleza es todo tipo de planta que crece y desarrolla donde no es deseado, pudiendo

ser una planta natural o cultivada, cuyas semillas fueron dejadas en la cosecha anterior.

- **Planta fuera del lugar o que crece donde no es deseada compitiendo con el hombre por la posesión del suelo.**
- **Plantas que llegan a ser perjudiciales o indeseables en determinado lugar y en cierto tiempo.**
- **Toda planta o vegetación que interfiere con los objetivos o las necesidades del hombre, etc.**

BEINGOLEA (1984) define que las malezas son plantas indeseables que se desarrollan en los campos de cultivo, por los perjuicios que ocasionan a los cultivos y por las múltiples formas que interfieren en el aprovechamiento de tierras, son factores determinantes de la producción agrícola, figurando entre los enemigos mas temibles de la agricultura, cuyas semillas fueron dejadas en la cosecha anterior, generalmente no tienen un valor económico, afectando el estado estético de los campos. Se estima que alrededor de 50 a 70% de las labores de labranza son realizadas para controlar las malezas.

PUJADAS y HERNÁNDEZ (1988) mencionado por GARCÍA (1991) señala que la maleza son plantas que crecen siempre o de forma predominante en situaciones marcadamente alteradas por el hombre, que resulta no deseable por él en un lugar y momento determinado.

BEINGOLEA (1984) manifiesta que las malas hierbas del Perú se ubican en 15 órdenes y 23 familias, comprendiendo cerca de 100 especies diferentes de plantas, de las cuales más o menos 30 son peligrosas o importantes.

MARZOCCA (1976) menciona que las malezas crecen mas altos y que poseen hojas

anchas y gruesas los cuales restringen la actividad fotosintética por las sombras que estas proyectan, además las malezas son vigorosas, duras, de un crecimiento rápido, tiene eficaces sistemas radiculares, retoñan con facilidad resistiendo mejor los factores climáticos adversos, además de ello las malezas son prolíficas en semillas, interfieren con los cultivos. Son muy rústicos de gran adaptabilidad a las condiciones ecológicas existentes.

SEMINARIO (2003) indica que se debe realizar dos deshierbos como máximo: el primero dos meses después de la siembra y el segundo conforme reaparecen las malezas. Una vez que las plantas han encontrado en crecimiento acelerado se produce el “cierre de surco”, es decir, el follaje de surcos continuos se junta y restringen la entrada de luz a los estratos bajos, ello impide el desarrollo de malezas, por lo que a partir de ese momento ya no es necesario hacer más deshierbos.

Las malezas provocan grandes pérdidas en el cultivo de yacón al competir por luz, agua, nutrientes, etc.

Tabla 1.2 Pérdidas producidas en los cultivos por las enfermedades, insectos, nematodos y malas hiervas más gasto correspondiente para su control.

ESPECIFICACIONES	% de perdidas	% de gastos de control	%de perdidas + gastos de control
Enfermedades	35.0	3.7	27.1
Insectos	33.1	13.6	28.1
Nematodos	4.10	0.40	3.20
Malas hierbas	27.0	82.3	41.6
Total	100.0	100.0	100.0

Fuente: García (1991)

CORNEJO (1984) define a la maleza como una especie que invade los cultivos y son difíciles de extirpar, no tienen un valor económico, generalmente interfiere con los cultivos

y bienestar del hombre. Como se sabe las malezas son plantas que crecen donde no se desea; son plantas de crecimiento rápido, vigoroso y duras, poseen un sistema radicular muy eficaz, tiene mucha facilidad para retoñar, producen abundante semilla. Por otra parte son muy rústicas, son de gran adaptabilidad a las condiciones ecológicas existentes. Las malezas son plantas no deseables, que crece junto a los cultivos debido a su capacidad de reducir la producción del mismo al competir con éstos; incrementa la superficie de exposición de las hojas originando pérdidas de agua por transpiración. Extraen agua agotando la disponibilidad del suelo, en muchos casos con mayor rapidez que el cultivo, porque requieren mayores cantidades de agua para producir una unidad de materia seca; algunas especies casi siempre son nocivas, pero ninguno lo es completo.

ROBBINS (1995) manifiesta que hay cuatro plagas agrícolas: 1). Las enfermedades de los animales; 2). Las enfermedades de las plantas; 3). Los insectos, los roedores y los animales predadores; 4). Las malas hierbas. Las pérdidas anuales ocasionadas por las malas hierbas exceden de las causadas por cualquiera de los otros tres grupos.

1.10.2 Clasificación de las malezas

GARCÍA y FERNÁNDEZ (1991) mencionan que las malezas se pueden clasificar en gran diversidad de formas, siendo estos:

a) Clasificación botánica

Las unidades básicas son: género, especie y familia, las cuales a su vez se agrupan en órdenes, clases y divisiones, que sitúan una planta en distintos niveles dentro del marco de la clasificación taxonómica.

b) Clasificación por ciclo de vida

- **Anuales:** Cuando las malezas cumplen su ciclo de vida a menos de un año, son de

rápido crecimiento y se propagan, por semillas sexuales. Ejemplo: la pira (*Amaranthus dubius*)

- **Bianuales:** Plantas que para completar su ciclo requieren normalmente dos años, el primer año coinciden con su desarrollo vegetativo y el segundo año con su fase de floración y producción de semillas.
- **Perennes:** Plantas que viven por más de un año, se pueden propagar tanto por semillas de origen sexual, como por propágulos vegetativos (asexual), siendo esta última la forma principal de dispersión.
- **Parásitas:** Estas plantas suelen tener unos ciclos biológicos perfectamente sincronizados con las de las plantas huéspedes ya que dependen de ellas para su supervivencia.

1.10.3 Características biológicas de las malezas

GARCÍA y FERNÁNDEZ (1991) menciona que de las casi 250 000 especies vegetales existentes en todo el mundo, aproximadamente 8 000 especies (un 3% del total) se suelen comportar como mala hierba, las cuales son capaces de invadir nuevos hábitad, de persistir en ello a pesar de numerosas y variadas alteraciones introducidas por el hombre y de competir en forma ventajosa con las plantas cultivadas.

Las características de las malas hierbas que favorecen la invasión y persistencia en los campos de cultivo son:

a) Fácil dispersión

CORNEJO (1984) MARZOCCA (1976) y NIETO (1960) realizan una clasificación biológica de las malezas y agrupan dos órdenes principales: el de aquellas que se reproducen únicamente por semillas y el de que se multiplica por medio de diversos

órganos vegetativos. La diseminación esta asegurada por la presencia de semillas y frutos de numerosos dispositivos, tales como alas, formado por tegumentos de las semillas o el pericarpio del fruto, por el cáliz persistente de las brácteas especiales, vilano, popas o penacho, constituido por un arilo plumoso de semilla.

GARCÍA (1991) manifiesta que las semillas de muchas malas hierbas, a veces tienen formas y tamaño similares a las de las semillas de los cultivos con los que conviven, en otros casos las semillas poseen estructuras que les permiten dispersarse con el viento o trasladarse, adheridas en los pelos de los animales.

MARZOCCA (1976) NACIONAL ACADEMY OF SCIENCES (1982) y DETROUX (1967) mencionan que las malezas producen semillas en forma escalonada teniendo además una eficiente capacidad de resistir las condiciones desfavorables y se debe a varios mecanismos morfológicos y fisiológicos, entre la que destaca la latencia prolongada de las semillas, germinación desuniforme establecimiento y crecimiento rápido, alta rusticidad, período de latencia variable.

b) Capacidad de persistencia

GARCÍA (1991) manifiesta que la capacidad de las malezas para persistir en una cierta área, a pesar de todas las adversidades a que sean sometidas, esta capacidad les viene dada por los siguientes atributos:

- **Elevada producción de semilla**

Se refiere al gran número de semillas que puedan producir tales como *Amaranthus retroflexus* "bledo" o *Solanum nigrum* "tomatillo" que producen más de 100 000 semillas por planta y esta elevada capacidad reproductiva favorece la perpetuación de la especie a pesar de todo tipo de adversidades.

- **Largo período de viabilidad**

Las semillas de las malas hierbas pueden permanecer viables en los suelos durante muchos años, hasta 10 años y esta alta longevidad da lugar a la existencia de unas enormes reservas de semillas viables.

- **Germinación escalonada**

Esta propiedad constituye una forma de dispersión en el tiempo, permitiendo evitar riesgos y persistir a pesar de la destrucción ocasional de sus poblaciones.

- **Plasticidad fisiológica:**

Se refiere a la rusticidad y tolerancia de todo tipo de condiciones adversas siendo capaces de completar y producir semillas incluso en condiciones ambientales adversas.

- **Plasticidad genética**

Se refiere a la gran plasticidad genotípica, su variabilidad genética y su potencial de recombinación les permiten una gran flexibilidad a la hora de adaptarse a nuevas condiciones. Un ejemplo dramático de esta capacidad es el desarrollo de genotipos resistentes a diversos herbicidas.

DETRUX (1967) determinó la cantidad de semilla por planta en España, en la “amapola” de 50 000 a 60 000; “mostazas” (*Sinapsis* sp) de 1200 a 4 000 semillas. También menciona que las malezas poseen alta capacidad de producción de semillas, como el “atajo” *Amaranthus retroflexus* con 117 000 semillas; “verdolaga” *portulaca oleraceae* con 52 300 semillas, etc.

c) Capacidad de competencia

GARCÍA (1991) menciona que dado que las malas hierbas tienen que competir a los cultivos por los recursos existentes en el medio (luz, agua y nutrientes), es lógico que estas

especies hayan desarrollado a lo largo de su evolución, una serie de estrategias que les permita sobrevivir o incluso dominar en estas situaciones:

- **Elevada densidad**

Se refiere al número de plantas establecidas en un cultivo y esta superioridad numérica les proporciona una ventaja competitiva respecto al cultivo.

- **Nacencia sincronizada con el cultivo**

Se refiere a la nacencia escalonada durante un largo período de tiempo, la cual coincide exactamente con las del cultivo o incluso, se les adelanta en unos días.

- **Vigor**

Generalmente, las malezas tienen gran vigor y un rápido desarrollo temprano. Por los materiales de reserva acumulados en las estructuras vegetativas (rizomas, estolones y tubérculos) les permiten crecer rápidamente y adquirir un mayor desarrollo.

- **Morfología y fisiología**

MONTE y HOLLE (1982) menciona que la competencia es la relación que se genera entre las plantas, las cuales compiten por la captación de nutrientes, agua y luz; entendiéndose dos tipos de competencia; Inter Específico: que se genera entre plantas de diferentes especies; intra específicos, que ocurre entre plantas de la misma especie. Además manifiesta que la competencia creada por las malezas con relación a los cultivos, es mayor en su primera etapa, por lo que se recomienda su control lo más temprano posible.

AVRDC (1990) señala que la principal causa de esta variación de la altura de planta en los diferentes tratamientos se debe a la naturaleza del cultivo pues, de las mayores limitantes en la producción de hortalizas, es la interferencia de las malezas.

Casi todas estas plantas se desarrollan lentamente durante las primeras semanas después de la emergencia y tienden a ser menos competitivas con las malezas que muchas plantas que se desarrollan en áreas cultivables.

Por ello se considera que el período crítico de competencia de las malezas para la mayoría de las hortalizas es equivalente al primer tercio de su ciclo vegetativo.

Tabla 1.3: Las 15 especies de malezas más importantes nivel mundial.

Nº	Especies	Familia	Ciclo de vida
01	<i>Cyperus rotundus</i>	Ciperáceas	Perenne
02	<i>Cynodón dactylon</i>	Gramíneas	Perenne
03	<i>Echinochloa cruz – galli</i>	Gramíneas	Anual
04	<i>Echinochloa colonum</i>	Gramíneas	Anual
05	<i>Eleusine indica</i>	Gramíneas	Anual
06	<i>Sorghum halapense</i>	Gramíneas	Perenne
07	<i>Imperata cilindrica</i>	Gramíneas	Perenne
08	<i>Eichornia crassipes</i>	Potédireáceas	Perenne
09	<i>Chenopodium album</i>	Chenopodiáceas	Anual
10	<i>Portulaca olerácea</i>	Portulacáceas	Anual
11	<i>Digitaria sanguinalis</i>	Gramíneas	Anual
12	<i>Convolvulus arvensis</i>	Convolvuláceas	Perenne
13	<i>Avena fatua y avena sterilis</i>	Gramíneas	Anual
14	<i>Amaranthus hybridus</i>	Amarantáceas	Anual
15	<i>Amaranthus spinosus</i>	Amarantáceas	Anual

SICHA (1989) señala que la competencia de las malezas, reduce el rendimiento del cultivo, así en el campo experimental de Canaán se determinó una reducción de 95.93% en el cultivo de cebolla.

BEINGOLEA (1984) indica que una reducción de 55.28% en el cultivo de col; GODOY

(1986) encontró una reducción de 84.27% en el cultivo de arveja.

NACIONAL ACADEMY OF SCIENCES (1982) menciona que la pérdida debida a la **disminución del rendimiento y calidad de la cosecha y el costo por combatirlas** asciende del 10 al 15% del valor de la producción agrícola y forestal.

ROBBINS, GRAPAS y RAYNOR (1955) afirma que las malezas que brotan antes de los cultivos reducen mas los rendimientos, que las malezas que brotan después del cultivo, así las malezas que brotan 3 a 4 días antes que la arveja , reduce el rendimiento de 25 a 45%. **Esta efecto se atribuye principalmente a la competencia por el agua y nutrientes.** Además estimó que la reducción en todas las cosechas agrícolas, hortalizas y frutales por efecto de la competencia de malezas alcanzan un 10% de la producción total.

GARCÍA (1991) manifiesta que la razón principal por lo que las malas hierbas están consideradas como indeseables, es porque son capaces de reducir los rendimientos de los cultivos. AGRONOMÍA (1981) citado por ORELLANA (1993) dice que la competencia interfiere el proceso de la fotosíntesis y en la utilización de los nutrientes, agua y espacio reduciendo los rendimientos. CACÑAHUARAY (1996) menciona que la competencia creada por las malezas en relación al cultivo es mayor en su primera etapa, por lo que se recomienda su control lo más temprano posible.

1.10.4 Perjuicio causado por las malas hierbas

GARCÍA (1991) menciona que los daños originados por las malezas son bastante más importantes de lo que se piensa. Estas pérdidas se deben a diversas causas:

a) Reducción en los rendimientos

GARCÍA (1991) manifiesta que las malezas disminuyen los rendimientos de los cultivos, tanto en calidad, como en cantidad. Ello se debe a su efecto de competencia por espacio,

luz, humedad y sustancias nutritivas del suelo, durante el proceso de producción, a la vez que la pérdida de calidad obedece principalmente a la persistencia de impurezas o “cuerpos extraños” con posterioridad a la cosecha.

b) Interferencia con las labores agrícolas y culturales

GARCÍA (1991) indica que frecuentemente la presencia de las malas hierbas atrasa y dificulta la tarea de recolección. El atraso se debe a veces, a una posterior maduración de las malas hierbas con respecto al cultivo. Las dificultades se derivan a los atascos originados en los cilindros y cribas de las cosechadoras.

c) Reducción en el valor de los productos

GARCÍA (1991) menciona que en los cultivos infestados por las malas hierbas, con frecuencia aparecen numerosas semillas y restos de vegetales, junto con el producto cosechado. Dichas impurezas no solo ocasionan un aumento en el contenido de humedad de la cosecha, sino que además le pueden conferir un olor, color o sabor indeseable.

d) Incremento de los costos de producción

GARCÍA (1991) manifiesta que, como consecuencia de la presencia de las malas hierbas y de la necesidad de combatirlas, los costos de producción se ven incrementados en diversas formas. Por un lado aparecen unos costos directos asociados al empleo de herbicidas y labores suplementarios, además existen otros costos indirectos como consecuencia del empleo de cultivos poco rentables en la rotación, de los retrasos en la fecha óptima de siembra.

e) Hospederas de insectos dañinos, patógenos y roedores

Las malezas hospedan estas plagas que incrementan las poblaciones de estos animales de cultivo, ocasionándoles una serie de problemas.

f) Evitan la instalación de ciertos cultivos

En campos infestados por *Cyperus rotundus* "coquito" y *Spilanthus ureas* "turre macho" no es posible el cultivo de hortalizas, porque no poseen capacidad de competencia con estas malezas o por elevado costo en los métodos de eliminación previa.

1.10.5 Control de las malezas

TISCORNIA (1989) menciona que esta operación tiene una influencia importante sobre el buen desarrollo del cultivo, ya que con ella se consigue simultáneamente:

- a) **Destruir malezas que impiden el buen desarrollo de las plantas cultivadas, por quitarles los minerales del suelo, humedad, luz y el espacio que necesitan sus raíces para expandirse libremente.**
- b) **Destruir el acoste de la tierra y con ello conservar mejor la humedad del suelo, al mismo tiempo el aire podrá penetrar libremente en el interior de la tierra, para regir los importantes fenómenos biológicos y químicos.**

BEINGOLEA (1984) define que los deshierbos como práctica culturales muy importantes que permiten controlar las malezas; menciona que en el cultivo de la col, así como en otros cultivos de corto período vegetativo, un solo deshierbo es más que suficiente.

BULLÓN (1985) afirma que para combatir las malezas, se requiere conocer previamente la planta que se va a combatir, es decir sus características botánicas, modos de producción y dispersión. Utilizando semillas sanas y limpias, utilizar estiércol bien descompuesto, limpiar las cosechadoras y otros implementos de labranza.

1.10.6 Época crítica de competencia

HELFGOTF (1986) sostiene que la época crítica es aquella etapa de crecimiento del cultivo, en la cuál la competencia de malezas causa una mayor reducción de los

rendimientos. Esta época crítica generalmente coincide con la etapa en que la planta requiere la mayor cantidad de nutrientes, agua, luz, anhídrido carbónico, para su adecuado **desarrollo vegetativo y productivo.**

NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES (1982) indica que el período mínimo en el que el cultivo debe permanecer sin malezas, para obtener una buena producción depende de **factores como: ciclo vegetativo, hábito de crecimiento, sistema de cultivo, tipo de malezas, condición de humedad y fertilización del suelo.**

CERNA (1994) dice que la competencia e interferencia de las malezas, malas hierbas, o **plantas indeseables en los cultivos desde hace mucho tiempo ha sido el factor menos considerado,** debido a que se trata de plantas al igual que los cultivos y mas aun por que los efectos no son sensacionales y espectaculares como las acciones de los insectos y patógenos. Entre tanto ha quedado demostrado que las malezas ocasionan mermas significativas de la productividad y de la producción, claramente expresadas en el **momento de las cosechas ya sea en calidad como en cantidad del producto agrícola.**

VAN (1981) señala que las malezas encima del camellón no prosperan por que la planta del tomate las cubre. Por el contrario las malezas se multiplican y crecen rápidamente en el fondo y en las paredes del surco. El aporque y el desapoque sirven a la vez, para incorporar los fertilizantes del reabonado y para el control de estas malezas.

FAO (1986) dice que la competencia entre el cultivo y las malezas es más intensa cuando **las malas hierbas y las plantas cultivadas son de morfología similar y tienen las mismas necesidades en lo que se refiere al agua, nutrientes, suelo; hábitos de desarrollo y métodos de reproducción.**

PRIMO (1958) reporta que las malezas causan pérdidas en la cosecha de 15 a 20 % de su valor total en las zonas templadas y del 25 al 50 % en zonas tropicales.

Tabla 1.4: Período crítico de competencia de malezas en algunos cultivos.

Nº	Especies	Período crítico
01	<i>Triticum sativum</i>	4 ^{ta} - 5 ^{ta} SDS
02	<i>Oryza sativa</i>	4 ^{ta} - 7 ^{ma} SDS
03	<i>Zea mays</i>	3 ^{ra} - 6 ^{ta} SDS
04	<i>Pisum sativum</i>	4 ^{ta} - 5 ^{ta} SDS
05	<i>Cicer arietinum</i>	3 ^{ra} - 4 ^{ta} SDS
06	<i>Amaranthus caudatus</i>	5 ^{ta} - 7 ^{ma} SDS
07	<i>Phaseolus vulgaris</i>	4 ^{ta} - 7 ^{ma} SDS
08	<i>Chenopodium quinoa</i>	4 ^{ta} - 7 ^{ma} SDS
09	<i>Solanum tuberosum</i>	4 ^{ta} - 6 ^{ta} SDS
10	<i>Daucus carota</i>	5 ^{ta} - 7 ^{ma} SDS
11	<i>Brassica oleracea</i>	4 ^{ta} - 9 ^{na} SDT
12	<i>Brassica oleracea var. Botrytis</i>	4 ^{ta} - 8 ^{va} SDT
13	<i>Allium cepa</i>	4 ^{ta} - 6 ^{ta} SDT
14	<i>Lactuca sativa</i>	3 ^{ra} - 4 ^{ta} SDT
15	<i>Beta vulgaris</i>	3 ^{ra} - 4 ^{ta} SDT
16	<i>Spinacea oleraceae</i>	3 ^{ra} - 4 ^{ta} SDT
17	<i>Lycopersicum sculentum</i>	7 ^{ta} - 9 ^{na} SDS
18	<i>Lycopersicum sculentum</i>	4 ^{ta} - 7 ^{ma} SDT

Fuente: Bautista (2007)

BAUTISTA (2007) da a conocer en esta etapa la presencia de malezas causa el mayor daño en el cultivo, debido a que en esta etapa la falta de agua, nutrientes y espacio es crucial para las plantas, las mismas que en vez de ser tomadas por el cultivo son tomadas por las malezas, sin duda la duración de los períodos críticos de competencia de las malezas con los cultivos, siendo este período en la mayoría de los cultivos, en las primeras etapas de desarrollo aproximadamente entre la 4^{ta} y 7^{ma} semana después de la siembra o trasplante, equivalente al periodo comprendido entre el tercio inicial y la mitad del ciclo de vida del cultivo.

CAPÍTULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 DE LA ZONA EN ESTUDIO

a) Ubicación geográfica

El presente experimento se realizó en los campos de cultivo del Centro Experimental Canaán del Programa de Investigación en Cultivos Alimenticios – PICAL de la Facultad de Ciencias Agrarias - Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.

Los terrenos están situados en el Distrito de Ayacucho, Provincia de Huamanga, Departamento de Ayacucho, el mismo que se encuentra a 2750 msnm de altitud, cuya coordenada de ubicación son 13° 08' 05'' latitud sur y 74° 32' 00'' longitud oeste.

El Centro Experimental Canaán, donde se realizó el presente trabajo de investigación, está dentro de la Zona Estepa Montano Bajo Subtropical (emBS), según la clasificación de las zonas de vida propuesta por HOLDRIGGE (1979); caracterizado por la presencia de un clima semiárido con una vegetación de matorrales espinosos (Huarango, Opuntias, cabuyas, etc.) y arboles de zonas semiáridas como el molle.

b) Antecedentes del terreno

En la campaña agrícola 2003 y 2004 se cultivo cebada (*Hordeum vulgare*) en el terreno donde se realizó el presente experimento, utilizando un nivel de abonamiento de 56-60-00

de NPK, teniendo como fuente de abonamiento el Fosfato diamónico y la Urea agrícola, cuyos rendimientos fueron satisfactorios ($1800 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$), luego el terreno permaneció en descanso por un periodo de dos meses.

c) Aspectos climatológicos

Las observaciones climatológicas fueron obtenidas de la Estación Meteorológica de Pampa del Arco, propiedad de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, que está ubicada a $74^{\circ}13'36''$ longitud oeste y $13^{\circ}08'51''$ latitud sur y a una altitud de 2761 msnm. En el Distrito de Ayacucho.

El Cuadro 2.1, reporta el comportamiento climático registrado durante los años 2003 y 2004, observándose las siguientes características:

- La temperatura máxima media mensual osciló entre 24.30 a 27.80°C . correspondiendo el valor más alto al mes de octubre; la temperatura máxima media anual fue de 25.30°C . Con relación a la temperatura mínima media mensual se registro una variación entre 4.40 a 11.60°C . presentándose frío más intenso en el mes de julio; el promedio fue de 9.93°C . como temperatura media mínima mensual.
- La temperatura media anual fue de 17.58°C . Estos valores térmicos fueron muy satisfactorios para el normal crecimiento y desarrollo del cultivo de yacón porque estuvieron dentro del rango de temperaturas exigidos por el cultivo.
- La precipitación pluvial total entre los meses de diciembre de junio 2003 a mayo del 2004 fue de 527.3 mm ; concentrándose la mayor precipitación en los meses de diciembre del 2003 a marzo del 2004.

CUADRO 2.1: Datos climatológicos correspondiente a la campaña agrícola 2003.

Estación Meteorológica: **Pampa del Arco** Distrito : **Ayacucho**
 Altitud : **2772 msnm** Provincia : **Huamanga**
 Latitud : **13°08' LS** Departamento : **Ayacucho**
 Longitud : **74°13' LW**

DESCRIPCIÓN	AÑO 2003							AÑO 2004					TOTAL ANUAL
	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	
T° máxima media mensual (°C)	24,7	24,3	24,3	25,1	27,8	28,1	25,8	25,8	24,3	24,6	25,4	25,9	
T° mínima media mensual (°C)	4,7	4,4	6,8	8,3	9,3	9,8	11,6	11,6	11,4	11	8,8	6,5	
T° media mensual (°C)	14,7	14,35	15,55	16,7	18,55	18,95	18,7	18,7	17,85	17,8	17,1	16,2	
Precipitación total (mm)	1,3	2,0	30,6	27,2	11,3	28	83,8	69,9	149,1	83	29,8	11,3	527,3
Evapotranspiración potencial (mm)	70,56	71,176	77,128	80,16	92,008	90,96	92,752	92,752	82,824	88,288	82,08	80,352	1001,04
Evapotranspiración ajustado (mm)	37,397	37,7233	40,878	42,485	48,764	48,209	49,1586	49,159	43,898	46,793	43,502	42,587	
Exceso de humedad en el suelo (mm)							34,641	20,741	105,203	36,207			
Déficit de humedad en el suelo (mm)	-36,097	-36,423	-39,578	-41,185	-47,464	-46,909					-42,202	-41,287	

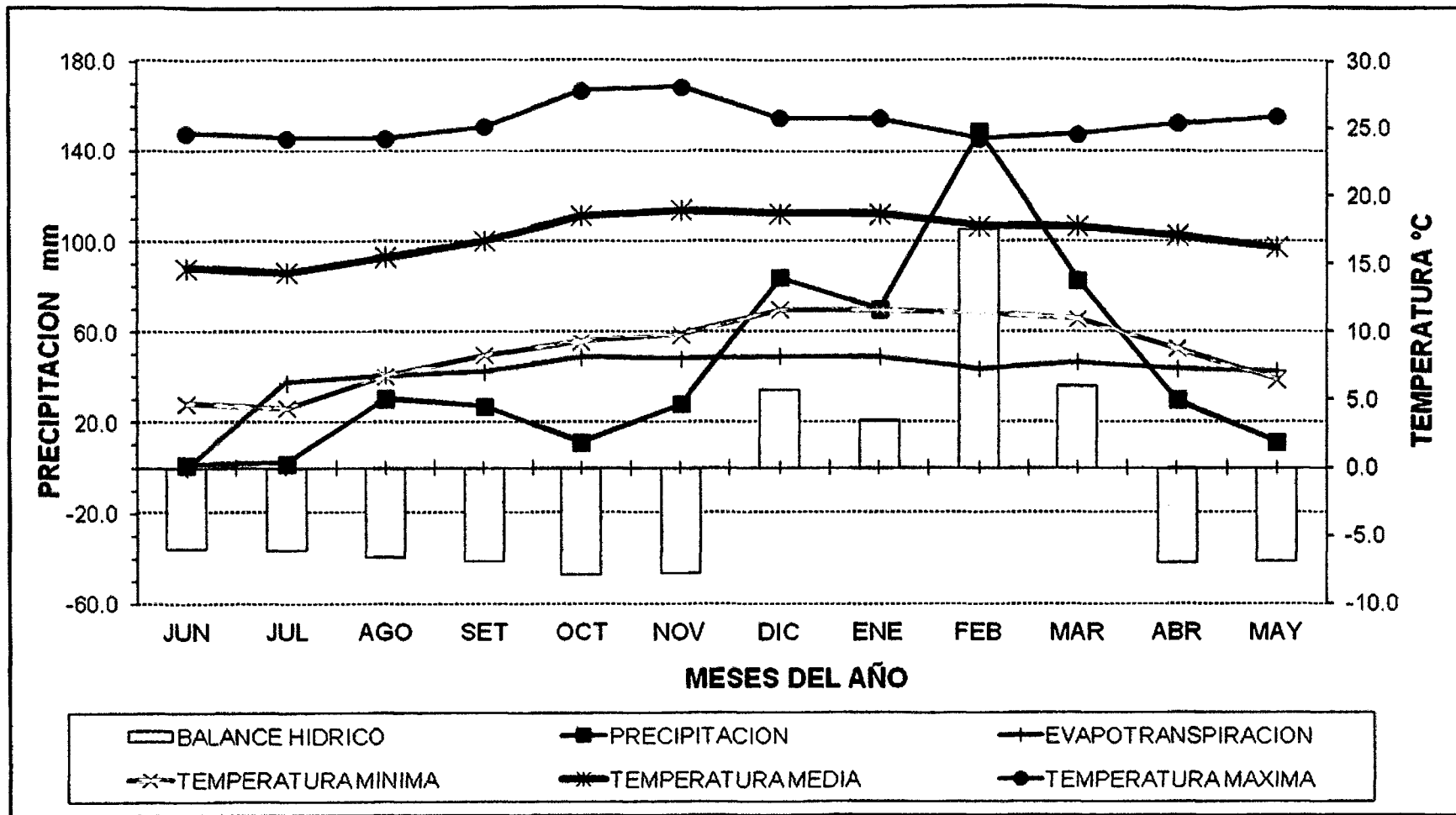


GRAFICO 2.1: Temperaturas Ombrotermicas y Balance Hídrico, correspondiente a la campaña agrícola 2003. Estación Met Pampa del Arco - Ayacucho.

En relación al Balance Hídrico, se ha observado que los meses comprendidos entre julio hasta noviembre hubo un déficit de humedad en el suelo, por lo que se tuvo que conducir el cultivo durante este tiempo bajo riego, dotando agua quincenalmente desde la siembra en una cantidad suficiente como para cubrir las necesidades hídricas del cultivo. Durante los meses de diciembre del 2003 hasta marzo del 2004 la disponibilidad de humedad en el suelo fue en estado de exceso, por la cual no fue necesario realizar riegos hasta el mes de marzo.

d) Características edáficas del campo de cultivo

El análisis físico y químico del suelo se realizó en el laboratorio de Análisis de Suelos Plantas y Aguas “Nicolás Roulet” del Programa de Investigación en Pastos y Ganadería de la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNSCH. La muestra se obtuvo según el método convencional, tomando sub muestras a una profundidad de 20 cm, las que se homogenizaron para obtener un kilogramo de muestra y enviarlo al laboratorio previamente etiquetado.

Se realizó el análisis de fertilidad con el método Semi-microkjeldhal, para determinar el nitrógeno total; el colorímetro Bray-Kurtz I, para fósforo disponible; el fotómetro de llama, para potasio disponible y el pH del suelo fue determinado por el potenciómetro, cuyos resultados se muestran en el Cuadro 2.2.

De acuerdo a los resultados, el contenido de materia orgánica corresponde a un nivel pobre, el nitrógeno a un nivel pobre, el fósforo a un nivel medio y el potasio disponible corresponde a un nivel alto. En relación al pH, el suelo es ligeramente ácido; la textura del suelo es franco arcilloso. Por las interpretaciones del análisis de suelo, se concluye que es un suelo con baja fertilidad, que necesita la incorporación de materia orgánica en cantidades adecuadas y el uso de fertilizantes para la obtención de cosechas en cantidades

significativas.

CUADRO 2.2: Análisis de suelos y características físicas y químicas del suelo de Canaán.

COMPOSICIÓN	CONTENIDO	MÉTODO DE ANÁLISIS	INTERPRETACIÓN.
% M.O	1.48	Walkley y Black	Pobre
% de N total	0.07	Semi micro kjeldhal	Pobre
Fósforo disp.(ppm)	12.55	Bray – Kurtz I	Medio
Potasio disp.(ppm)	322.50	fotómetro de llama	Alto
pH en agua	6.40	Potenciometría	Ligeramente ácido
Textura del suelo		Triángulo textural	Franco arcilloso
Limo (%)	16.85	Bouyoucus	
Arcilla (%)	45.40	Hidrómetro	
Arena (%)	35.28	Hidrómetro	

Fuente: Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas y Aguas “Nicolás Roulet” – Programa de Investigación en Pastos y Ganadería.

2.2 MATERIAL GENÉTICO.

Se empleó el ecotipo “Blanco” caracterizado por el color blanquecino de la pulpa del raíz reservante, dicho material genético es procedente de la colección de germoplasma del Programa de Investigación en Cultivos Alimenticios (PICAL) de la UNSCH. El ecotipo de yacón “Blanco” presenta una altura de planta entre 1.50 a 2.0 m; con exuberante follaje, cuyo periodo vegetativo es de 350 a 380 días, y el rendimiento potencial es de 45 Tm.ha⁻¹.

2.3 METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

a) Diseño estadístico

El experimento fue conducido bajo el Diseño Experimental de Bloque Completo

Randonizado (DBCR), estudiándose diez tratamientos con tres repeticiones; en total se condujo treinta unidades experimentales.

El Modelos Aditivo Lineal (M.A.L), para un dato cualquiera de una repetición (r), tiene la siguiente estructura:

$$Y_{ij} = \mu + \beta_i + \tau_j + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Observación del i-esimo bloque en el j-esimo momento de deshierbo.

μ = Media general de cualquiera de las observaciones.

β_j = Efecto del i-esimo bloque.

τ_i = Efecto del j-esimo momento de deshierbo (tratamiento).

ε_{ij} = Error o efecto aleatorio

b) Tratamientos en estudio

Los tratamientos que se estudiaron fueron:

<u>Nº Trat.</u>	<u>Descripción</u>	<u>NOTA</u>
T ₁	Con deshierbo continuo durante todo el periodo vegetativo	DC
T ₂	Con deshierbo a la 3 ^{ra} semana después de la siembra	3 ^{ra} SDS
T ₃	Con deshierbo a la 6 ^{ta} semana después de la siembra	6 ^{ta} SDS
T ₄	Con deshierbo a la 9 ^{na} semana después de la siembra	9 ^{na} SDS
T ₅	Con deshierbo a la 12 ^{ava} semana después de la siembra	12 ^{ava} SDS
T ₆	Con deshierbo a la 15 ^{ava} semana después de la siembra	15 ^{ava} SDS

T ₇	Con deshierbo a la 18 ^{ava} semana después de la siembra	18 ^{ava} SDS
T ₈	Con deshierbo a la 21 ^{ava} semana después de la siembra	21 ^{ava} SDS
T ₉	Con deshierbo a la 24 ^{ava} semana después de la siembra	24 ^{ava} SDS
T ₁₀	Sin deshierbo durante todo el periodo vegetativo	SD

c) Características del Campo Experimental:

De las parcelas experimentales:

Longitud de las parcelas	:	3.0 m.
Ancho de la parcela	:	1.0 m.
Distancia entre surcos	:	1.0 m.
Distanciamiento entre golpes	:	0.5 m.
Número de surcos por parcela	:	1.0
Número de golpes por surco	:	6.0

De los bloques

Número de bloques	:	3.0 u.
Ancho de bloque	:	3.0 m.
Largo de bloque	:	10.0 m.
Área total del bloque	:	30.0 m. ²
Número de parcelas por bloque	:	10.0 Unid
Número total de parcelas	:	30.0
Área total del experimento	:	90.0 m ²

2.4 OBSERVACIONES EVALUADAS

2.4.1 De las malezas

obtener propágulos frondosos cuyo peso fue superior a los 90 g. Cada propágalo se espolvoreó con flor de azufre para lograr una cicatrización adecuada de las heridas, luego se dejó orear por algunos días en un ambiente seco limpio y protegido de los rayos solares. Esta labor se hizo el 05 de julio del 2003.

b) Recojo de muestra para análisis de suelos

Para determinar las características físicas, químicas y la textura del suelo, se extrajo del campo experimental una muestra representativa de todo el campo de cultivo, mediante el método del zigzag, tomada de una profundidad de 20 cm. Luego del recojo de muestras se hizo la homogenización del suelo y se envió una muestra de 1.0 kg al laboratorio de Suelos, Plantas y Agua “Nicolás Roulet” del Programa de Investigación de Pastos y Ganadería de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, para los análisis respectivos.

c) Preparación del terreno

La preparación del terreno se realizó el 20 de junio del 2003, con una pasada de arado de disco en forma cruzada a una profundidad aproximada de 30cm. Posteriormente el 10 de julio del 2003 se realizó el desmenuzamiento de los terrones con una pasada de rastra de disco y finalmente se hizo el nivelado del suelo con la ayuda de picos y rastrillos.

d) Estacado y surcado

El estacado y surcado de las parcelas se realizó el 12 julio del 2003, a un distanciamiento de 1.0 m entre surcos; el estacado se realizó con la ayuda de cordel, wincha y estacas, delimitándose los bloques, calles, parcelas y bordes, de acuerdo a las características del campo experimental.

f) Siembra y abonamiento

La siembra del yacón se hizo el 15 de julio de 2003, colocándose un propágulo por golpe a un distanciamiento entre golpe de 0.50 cm, simultáneamente se suministró 1.0 kg de guano de islas por metro cuadrado colocando al fondo del surco, teniendo cuidado de no poner en contacto el guano con los propágulos, seguidamente se tapó con una pequeña capa de suelo, con la finalidad de mejorar la materia orgánica en la unidad experimental del experimento.

h) Riego

Se realizó un riego pesado el 12 de julio del 2003, luego con mayor frecuencia cada 7 días después de la siembra; hasta que las plantas se establezcan bien en el campo de cultivo, luego de ello fueron mas pesados cada 20 días, tratando siempre de mantener la humedad adecuada del campo de cultivo.

i) Aporque

Se realizó en dos oportunidades, dependiendo de los tratamientos en estudio. La primera se hizo el 26 de agosto (6 semana después de la siembra) y la segunda se hizo el 21 de setiembre (15 semanas después de la siembra) con la finalidad de inducir la formación de raíces reservantes y dar mejor aireación al suelo y así provocar un mayor desarrollo del cultivo.

j) Control fitosanitario

El control de plagas no se realizó por no haber presencia de ataque de plagas en forma significativa; sin embargo se presentó una mínima incidencia de pudrición radicular ocasionada por hongos de los géneros Fusarium y Rhizoctnia, debido al exceso de humedad en las épocas de lluvias. Para el control de esta enfermedad se hizo aplicaciones

de fungicidas sistémicos a base de mancozeb (Ridomil) en una concentración de 20%. La aplicación del fungicida se hizo el 13 de enero del 2004.

k) Cosecha

La cosecha se inicio el 02 de mayo del 2004; luego de 272 días después de la siembra. Para la extracción de las raíces reservantes de yacón se removió suficientemente la tierra al rededor de la planta garantizando menor daño a las raíces. Después las raíces se desgajaron de la corona con mucho cuidado, tratando que se produzca la menor herida posible en la zona de unión con la cepa. Luego se realizó las evaluaciones de acuerdo a los objetivos trazados.

2.6 ANÁLISIS ESTADÍSTICO REALIZADO

Los análisis estadísticos fueron el análisis de varianza correspondiente a un Diseño Bloque Completamente Randomizado, estableciendo las significancias mediante al Tabla de Contrastes de Fisher (Prueba de F). Los que resultaron significativas se hizo la prueba de contrastes de promedio mediante a través de la Prueba de Tukey a nivel de 0.05.

CAPITULO III

RESULTADOS Y DISCUSIONES

3.1 DE LAS MALEZAS

3.1.1 POBLACIÓN DE MALEZAS

En los Cuadros 3.1 y 3.2, se muestran las poblaciones de malezas por especies presentes en cada tratamiento en estudio, destacándose que es a la 6^{ta} SDS, donde se presentó la mayor población con 1 542 215 malezas por hectárea, teniéndose como las más frecuentes a la “galingosa (*Galingosa paviflora*), “rupu rupu” (*Malvastrum sp*), y “verdolaga” (*Portulaca oleracea*), con 40.6%, 12.1% y 11.2%, respectivamente. Con relación al tratamiento Sin Deshierbo (T₁₀), se encontró que la población total de malezas es muy variable dependiendo de los elementos climáticos como humedad, temperatura, así también como de la ubicación, fertilidad del suelo y del cultivo. GODOY (1986), reportó para el cultivo de la arveja, un total de 1 272 300 malezas/ha, par las condiciones edafoclimáticas de Wayllapampa; ALVA (1987) también reporta un total de 7 317 709 malezas/ha para el cultivo de maíz. HERENCIA (1987) encontró 5 342 594 malezas/ha en el cultivo de garbanzo en Pampa de Arco; mientras que BAUTISTA (1987) reportó 1 146 637 malezas/ha en el cultivo de zanahoria, para las condiciones del C.E. Canaán; así mismo, BEINGOLEA (1991) señala que se presentó 6 310 710 malezas/ha en el cultivo de la col.

CUADRO 3.1: Población de especies de malezas presentes en el campo experimental durante el periodo vegetativo del cultivo de yacón. Canaán, 2750 msnm. (Parte 1)

N°	Nombre común	NOMBRE CIENTIFICO	Familia	T1		T2		T3		T4		T5	
				DESHIER CONT		3ra SDS		6ta SDS		9 ra SDS		12 ava SDS	
				N°	%	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%
01	Isqara	<i>Sonchus asper</i>	Compositae	26666.0	3.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	93333.0	6.5
02	Rupu rupu	<i>Malvastrum sp.</i>	Malvaceae	53333.0	7.7	40000.0	22.5	57777.0	21.0	106666.0	10.0	173333.0	12.0
03	Galinsoga	<i>Galinsoga parviflora</i>	Compositae	280000.0	40.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	582222.0	40.4
04	Silkau	<i>Bidens pilosa</i>	Compositae	62222.0	9.0	17777.0	10.0	17777.0	6.5	26666.0	2.5	102222.0	7.1
05	Atajo	<i>Amaranthus spinosus</i>	Amaranthaceae	26666.0	3.8	40000.0	22.5	48888.0	17.7	146666.0	13.8	133333.0	9.3
06	Quina silvestre	<i>Chenopodium album</i>	Chenopodiaceae	35555.0	5.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	44444.0	3.1
07	Coquito	<i>Cyperus rotundus</i>	Cyperaceae	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
08	Pata de Gallo	<i>Echinochloa colonum</i>	Gramineae	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
09	Trebol blanco	<i>Trifolium rapens</i>	Leguminosae	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10	Oreganiño	<i>Arenaria sp.</i>	Caryofilaceae	44444.0	6.4	26666.0	15.0	8888.0	3.2	8888.0	0.8	62222.0	4.3
11	Nabo silvestre	<i>Raphanus raphanistrum</i>	Cruciferae	35555.0	5.1	17777.0	10.0	13333.0	4.8	22222.0	2.1	13333.0	0.9
12	Verdolaga	<i>Portulaca oleracea</i>	Portulacaceae	31111.0	4.5	13333.0	7.5	44444.0	16.1	235555.0	22.2	111111.0	7.7
13	Alfalfa	<i>Melilotus oficinslis</i>	Leguminosae	53333.0	7.7	22222.0	12.5	53333.0	19.4	466666.0	43.9	93333.0	6.5
14	Pasto cuaresma	<i>Digitaria sanguinalis</i>	Gramineae	44444.0	6.4	0.0	0.0	31111.0	11.3	48888.0	4.6	31111.0	2.2
TOTAL				693329.0	100.0	177775.0	100.0	275551.0	100.0	1062217.0	100.0	1439997.0	100.0

CUADRO 3.2: Población de especies de malezas presentes en el campo experimental durante el periodo vegetativo del cultivo de yacón. Canaán, 2750 msnm. (Parte 2)

N°	Nombre comun	NOMBRE CIENTIFICO	Familia	T6		T7		T8		T9		T10	
				15 ava SDS		18 na SDS		21 ava SDS		24 ava SDS		SIN DESHIERBO	
				N°	%	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%
01	Isqana	<i>Sonchus asper</i>	Compositae	93333.0	6.1	31111.0	2.8	40000.0	4.5	75555.0	7.9	106666.0	8.2
02	Rupu rupu	<i>Malvastrum sp.</i>	Malvaceae	186666.0	12.1	97777.0	8.8	195555.0	21.8	137777.0	14.4	164444.0	12.7
03	Galinsoga	<i>Galinsoga parviflora</i>	Compositae	626666.0	40.6	697777.0	62.5	271111.0	30.2	355555.0	37.2	373333.0	28.8
04	Silkau	<i>Bidens pilosa</i>	Compositae	97777.0	6.3	13333.0	1.2	26666.0	3.0	53333.0	5.6	97777.0	7.5
05	Atajo	<i>Amaranthus spinosus</i>	Amaranthaceae	111111.0	7.2	66666.0	6.0	53333.0	5.9	44444.0	4.7	97777.0	7.5
06	Quinua silvestre	<i>Chenopodium album</i>	Chenopodiaceae	48888.0	3.2	0.0	0.0	13333.0	1.5	4444.0	0.5	17777.0	1.4
07	Coquito	<i>Cyperus rotundus</i>	Cyperaceae	0.0	0.0	0.0	0.0	84444.0	9.4	40000.0	4.2	71111.0	5.5
08	Pata de Gallo	<i>Echinochloa colonum</i>	Gramineae	22222.0	1.4	71111.0	6.4	71111.0	7.9	62222.0	6.5	66666.0	5.1
09	Trebol blanco	<i>Trifolium rapens</i>	Leguminoseae	0.0	0.0	0.0	0.0	4444.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0
10	Oreganillo	<i>Arenaria sp.</i>	Caryofilaceae	48888.0	3.2	4444.0	0.4	17777.0	2.0	0.0	0.0	40000.0	3.1
11	Nabo silvestre	<i>Raphanus raphanistrum</i>	Cruciferae	8888.0	0.6	4444.0	0.4	8888.0	1.0	4444.0	0.5	31111.0	2.4
12	Verdolaga	<i>Portulaca oleracea</i>	Portulacaceae	173333.0	11.2	62222.0	5.6	4444.0	0.5	40000.0	4.2	57777.0	4.5
13	Alfalfilla	<i>Melilotus officinalis</i>	Leguminoseae	88888.0	5.8	4444.0	0.4	0.0	0.0	13333.0	1.4	44444.0	3.4
14	Pasto cuaresma	<i>Digitaria sanguinalis</i>	Gramineae	35555.0	2.3	62222.0	5.6	106666.0	11.9	124444.0	13.0	128888.0	9.9
TOTAL				1542215.0	100.0	1115551.0	100.0	897772.0	100.0	955551.0	100.0	1297771.0	100.0

Las variaciones en población de las malezas en un determinado lugar, depende de los mecanismos de germinación de la maleza que representa el factor crítico para el establecimiento de las infestaciones, las condiciones de humedad adecuada del suelo, temperatura favorable, oxígeno suficiente, luz, presencia de envolturas resistentes en las semillas, profundidad a la que están enterradas las semillas en reposo de las malezas, NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES (1989).

3.1.2 TENDENCIA DE LA POBLACIÓN DE MALEZAS.

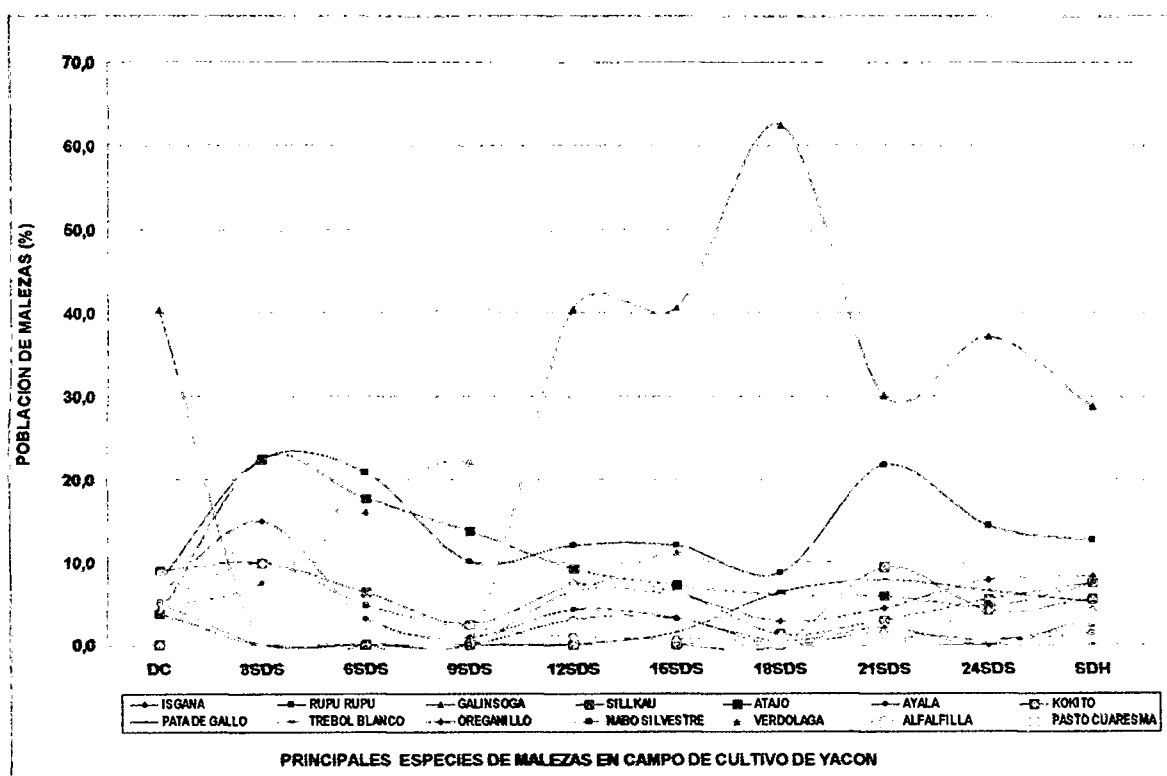


GRAFICO 3.1: Tendencia de la población de especies de malezas durante el periodo vegetativo del cultivo de yacón. Canaán, 2750 msnm.

En el Grafico 3.1 se muestra la tendencia de la población de malezas según especies durante el periodo vegetativo del cultivo de yacón, observándose que a la 12 y 15^{ava} semana se encontró mayor población con 1 439 997 y 15 422 215 malezas/ha, teniéndose

como las más frecuentes a la “verdolaga” (*Portulaca oleracea*), “rupu rupu” (*Malvastrum sp.*), “ataqo” (*Amaranthus spinosus*), “Sillkau” (*Bidens pilosa*) y “Galinsoga” (*Galinsoga parviflora*) con 111111; 173333; 133 333;102 222 y 582 222 malezas/ha, representando el 7.7%; 12%;9.3;7.1% y 40.4%, respectivamente.

Los resultados del presente trabajo, demuestran que la población total de malezas es muy variable dependiendo de los elementos climáticos como humedad, temperatura, la fertilidad del suelo y el tipo de cultivo.

BAUTISTA (1987) reporta para el cultivo de la zanahoria un total de 18 especies de malezas, siendo las más representativas la “galinsoga”, “pasto llorón” y la “aserruchada”.

BEINGOLEA (1991) encontró 19 especies de malezas para el cultivo de la col, siendo las mas representantitas la “galinsoga”, la “verdolaga”, el “ataqo” y el “oreganillo”, que constituyen el 90.5 %.

ORELLANA (1993) registró para el cultivo de cebolla 16 especies de las cuales la (*Galinsoga parviflora*), “alfalfilla” (*Melilotus officinalis*), “nabo silvestre” (*Raphanus raphanistrum*), “acalifa” (*Acalifa arvensis*) son las mas representativas con el 85.38% de la población total de malezas.

RIVERA (1993) reportó para el cultivo de col, 15 especies de las cuales las que mas representativas fueron: la “galinsoga”, el “mondonguito”, la “verdolaga”, el “yuyo” y el “ataqo” llegando al 73.48 % del la población total de malezas.

BUSTIOS (1 999) señala que en el cultivo de la col se encontró 16 especies, sobresaliendo la “verdolaga”, la “galinsoga” y el Ataqo con el 33.55, 29.37 y el 9.13 %, respectivamente y la especie menos representativa fue la “quinua silvestre”, el “culantrillo”, y el “sillkau” con 0.15, 0.06, 0.04%, respectivamente, de la población total de malezas.

3.1.3 FAMILIA DE MALEZAS

Durante el manejo del cultivo de yacón, para las condiciones edáficas y climáticas del Centro Experimental de Canaán, se registró un total de 14 especies de malezas, pertenecientes a 10 familias, tal como se muestra en el Cuadro 3.3. Entre las familias que mas repercusión en el campo de cultivo fueron las Compositae con tres especies (*Sonchus asper*, *Galinsoga parviflora* y *Bidens pilosa*); Gramineae con dos especies (*Digitaria sanguinalis* y *Echinochloa colonum*); Leguminosae con dos especies (*Trifolium rapens* y *Melilotus officinales*); Malvaceae con una especie (*Malvastrum sp.*); Amaranthaceae con una especie (*Amaranthus spinosus*); Chenopodiaceae con una especie (*Chenopodium album*); Cyperaceae con una especie (*Cyperus rotundus*); Caryofilaceae con una especie (*Arenaria sp.*); Cruciferae con una especie (*Raphanus raphanistrum*); y Portulacaceae con una especie (*Portulaca oleracea*). BAUTISTA (2007) afirma que muchas especies de malezas tienen mecanismos morfológicos y fisiológicos que les dan una mayor competitividad; en unos casos, es a través de un mayor desarrollo radicular como el nabo silvestre y la mostacilla. GARCÍA y FERNÁNDEZ (1991) sostiene que debido a la elevada prolificidad de las malas hierbas, el número de plantas establecidas en el campo de cultivo suele ser muy elevado. Esta superioridad les proporciona una ventaja competitiva respecto al cultivo. De igual manera, sostiene que la variación en la población de malezas se debe a mecanismos morfológicos y fisiológicos como: la latencia prolongada de las semillas, germinación desuniforme, establecimiento y crecimiento rápido, alta rusticidad, periodo de latencia variable, sobre todo la germinación escalonada de las semillas a lo largo del año y a lo largo de varios años que les permite una dispersión en el tiempo, evitando riesgos y persistiendo a pesar de la destrucción ocasional de sus población.

CUADRO 3.3: Población de familia de malezas presentes en el campo experimental durante el periodo vegetativo del cultivo de yacón. Canaán, 2750 msnm.

N°	Familia	T1		T2		T3		T4		T5		T6		T7		T8		T9		T10	
		DESHIER CONT		3ra SDS		6ta SDS		9 na SDS		12 ava SDS		15 ava SDS		18 na SDS		21 ava SDS		24 ava SDS		SIN DESHIERBO	
		N°	%	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%
01	<i>Amaranthaceae</i>	26666.0	3.8	40000.0	22.5	48888.0	17.7	146666.0	13.8	133333.0	9.3	111111.0	7.2	66666.0	6.0	53333.0	5.9	44444.0	4.7	97777.0	7.5
02	<i>Caryofilaceae</i>	44444.0	6.4	26666.0	15.0	8888.0	3.2	8888.0	0.8	62222.0	4.3	48888.0	3.2	4444.0	0.4	17777.0	2.0	0.0	0.0	40000.0	3.1
03	<i>Chenopodiaceae</i>	35555.0	5.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	44444.0	3.1	48888.0	3.2	0.0	0.0	13333.0	1.5	4444.0	0.5	17777.0	1.4
04	<i>Compositae</i>	368888.0	53.2	17777.0	10.0	17777.0	6.5	26666.0	2.5	77777.0	54.0	817778.0	53.0	742221.0	66.5	337777.0	37.6	484443.0	50.7	577776.0	44.5
05	<i>Cruciferae</i>	35555.0	5.1	17777.0	10.0	13333.0	4.8	22222.0	2.1	13333.0	0.9	8888.0	0.6	4444.0	0.4	8888.0	1.0	4444.0	0.5	31111.0	2.4
06	<i>Cyperaceae</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	84444.0	9.4	40000.0	4.2	71111.0	5.5
07	<i>Gramineae</i>	44444.0	6.4	0.0	0.0	31111.0	11.3	48888.0	4.6	31111.0	2.2	57777.0	3.7	133333.0	12.0	177777.0	19.8	186666.0	19.5	195554.0	15.1
08	<i>Leguminoseae</i>	53333.0	7.7	22222.0	12.5	53333.0	19.4	466666.0	43.9	93333.0	6.5	88888.0	5.8	4444.0	0.4	4444.0	0.5	13333.0	1.4	44444.0	3.4
09	<i>Malvaceae</i>	53333.0	7.7	40000.0	22.5	57777.0	21.0	106666.0	10.0	173333.0	12.0	186666.0	12.1	97777.0	8.8	195555.0	21.8	137777.0	14.4	164444.0	12.7
10	<i>Portulacaceae</i>	31111.0	4.5	13333.0	7.5	44444.0	16.1	235555.0	22.2	111111.0	7.7	173333.0	11.2	62222.0	5.6	4444.0	0.5	40000.0	4.2	57777.0	4.5
TOTAL		693329.0	100.0	177775.0	100.0	275551.0	100.0	1062217.0	100.0	1439997.0	100.0	1542215.0	100.0	1115551.0	100.0	897772.0	100.0	955551.0	100.0	1297771.0	100.0

3.1.4 TENDENCIA DE LAS FAMILIAS DE MALEZAS

La presencia de malezas, durante el periodo vegetativo del yacón fue de una tendencia irregular, dependiendo de la propia competencia entre malezas el desarrollo del área foliar del cultivo de yacón y de las condiciones climáticas que fueron factores limitantes para que muchas malezas no pudieran desarrollarse adecuadamente. Según el Grafico 3.2 se encontró que las familias de las Compositae es fueron las malezas que tuvieron una tendencia creciente con mayor énfasis desde la 9^{na} SDS hasta la 24^{ava} SDS; Las Gramíneas tuvieron mayor incidencia en el campo de cultivo desde la 6^{ta} y todo el periodo vegetativo del cultivo de yacón.

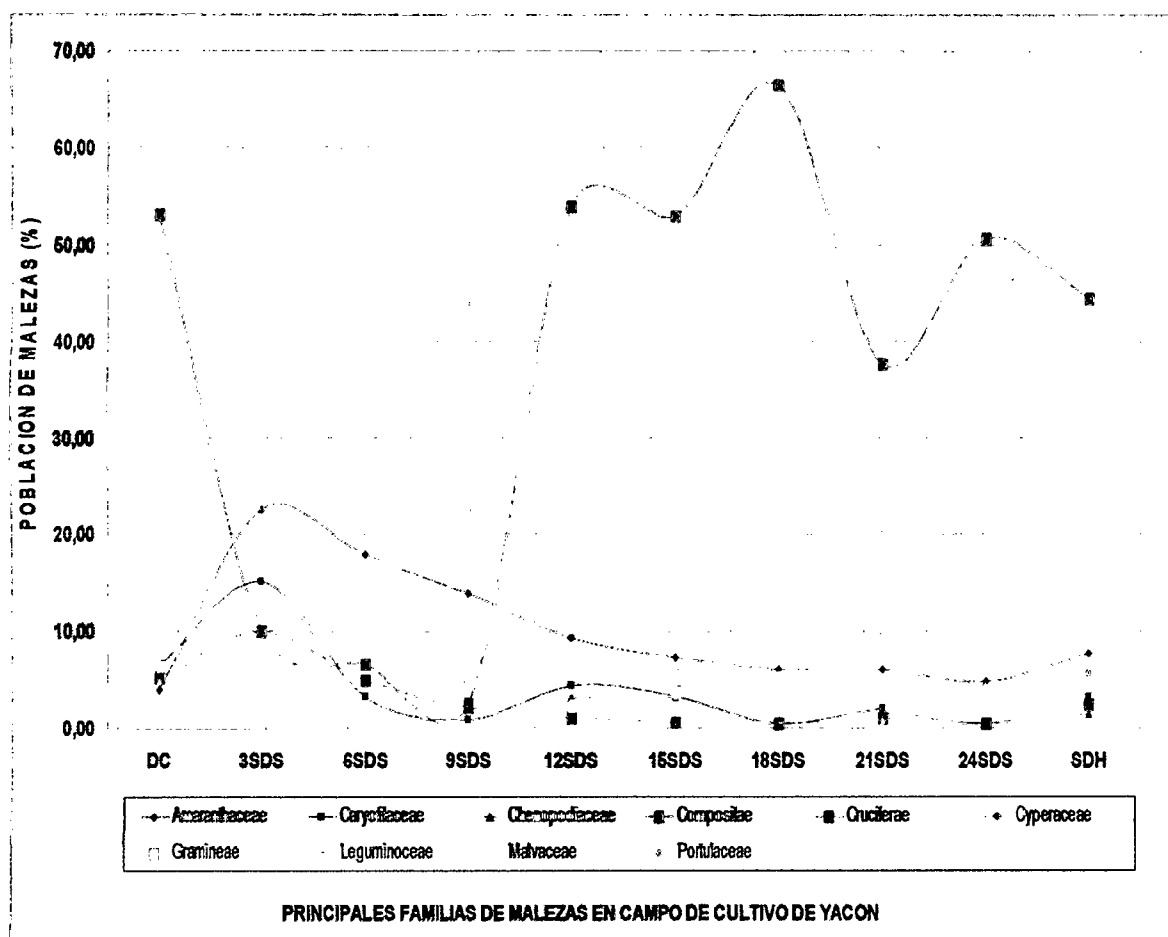


GRAFICO 3.2: Tendencia de la población de familias de malezas durante el periodo vegetativo del cultivo de yacón. Canaán, 2750 msnm.

Por otro lado, las Leguminosas se presentaron sólo la 9^{na} SDS y las Ciperáceas se presentó a partir de la 21^{ava} SDS, siendo las malezas que fueron de menor importancia para el cultivo de yacón.

Estos resultados nos señalan que la población de malezas se ve reducida notoriamente a mayores deshierbos, dando lugar a la menor competencia por los factores como agua, luz, nutrientes y espacio, que condicionan el mayor rendimiento del cultivo.

DETROUX (1967) señala que las malezas de hojas anchas reducen la población de las malezas de hojas delgadas, por la sombra que proyectan e interfieren en la fotosíntesis. RIVAS (1985) afirma que la población de malezas se reduce a medida que las malezas crecen por efecto competitivo.

HELFGOTT (1986) manifiesta que las malezas no solamente compiten por elementos nutritivos, luz, espacio, si no que tienen un proceso alelopático.

MARZOCCA (1976) señala que el crecimiento y desarrollo de una especie de malezas en lugares diferentes, depende del grado de adaptabilidad y tolerancia a los factores adversos al crecimiento.

3.1.5 ALTURA DE MALEZAS Y DEL CULTIVO

En el Grafico 3.3 se muestra la altura de planta, en promedio, de las malezas que se presentaron en el campo de cultivo de yacón, se observó un incremento conforme avanza el periodo vegetativo de las malezas, en función a los tratamientos en estudio. La máxima altura fue de 76.3 cm cuando no se hizo ningún deshierbo durante el periodo vegetativo del cultivo de yacón; mientras tanto, cuando el deshierbo se realizó a la 18^{ava} SDS alcanzó una altura de 75.8 cm.

De igual manera, en el Grafico 3.3 se demuestra que la mayor altura de planta de yacón fue con deshierbo es continuo, alcanzando un valor promedio de 162.0 cm. Así mismo, se encontró una altura de planta de 95.6 cm cuando el deshierbo se realizó a la 3^{ra} SDS; con deshierbo a la 6^{ta} SDS, la altura de planta fue de 126.0 cm; Similarmente se reporta que con deshierbo a la 9^{na}, 12^{ava}, 15^{ava}, 18^{ava}, 21^{ava} y 24^{ava} SDS, la altura de la planta fue 148, 156, 115, 92.5, 72.8 y 55.6 cm, respectivamente. La menor altura de planta de yacón se registró cuando no se hizo ningún deshierbo durante todo su periodo vegetativo, siendo su valor de 42.5 cm.

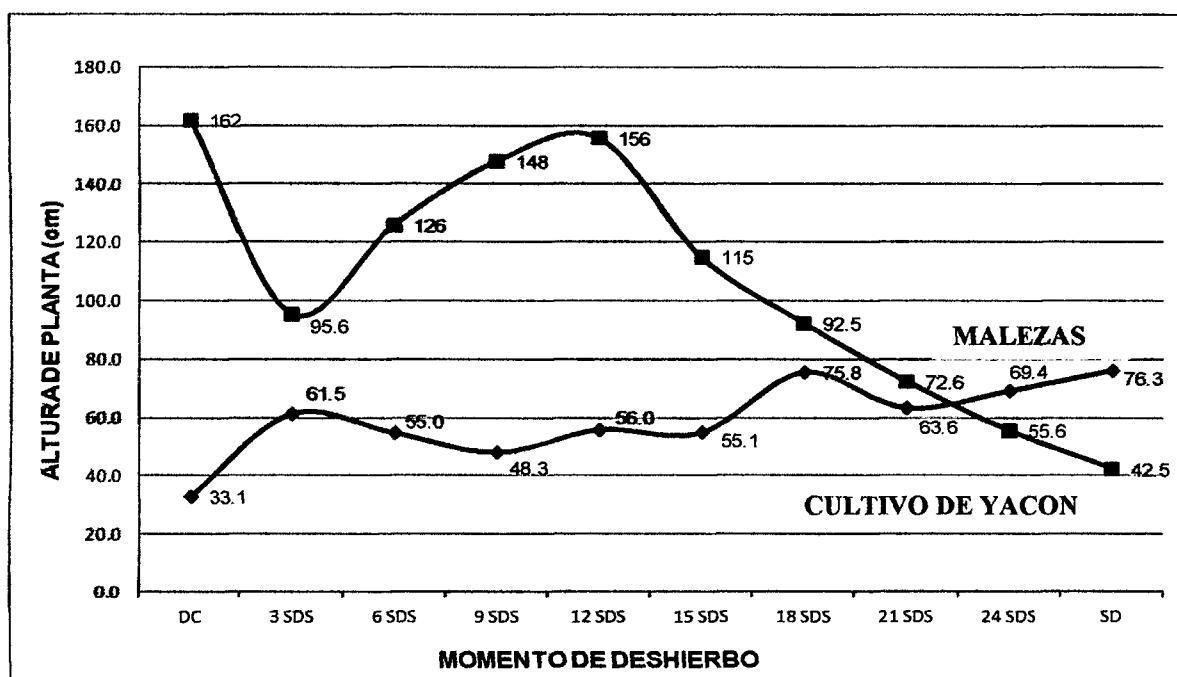


GRAFICO 3.3: Tendencia de la altura del yacón y de las malezas durante el periodo vegetativo del cultivo de yacón. Canaán, 2750 msnm.

Los resultados demuestran que la altura de planta del cultivo fue de forma descendente con respecto a las malezas, de acuerdo a cada tratamiento establecido. Estos resultados son consecuencia de los deshierbos en distintos periodos del crecimiento y desarrollo del cultivo, así como de la competencia que presentó las malezas en agua, luz, nutrientes y espacios.

En los tratamientos sin deshierbo durante todo el periodo vegetativo, las malezas afectaron significativamente a la altura de la planta del cultivo en comparación con los tratamientos que fueron deshierbados en diferentes días después de la siembra.

Al igual que la población, la altura de las malezas es muy variable dependiendo de los diferentes elementos climáticos como la temperatura, humedad, la fertilidad del suelo y del cultivo: el incremento de la altura de la maleza desde 3^{ra} SDS se ve favorecido por el incremento de las precipitaciones a partir del mes de diciembre tal se muestra en el Grafico 2.1, correspondiente al balance hídrico durante la campaña agrícola 2003- 2004, en la que se aprecia el exceso de agua, expresado en mm, desde el mes de diciembre hasta marzo del 2004.

BAUTISTA (2007) menciona que los daños causados por las malezas en los cultivos, varían enormemente por el grado de infestación de las malezas, donde una infestación masiva puede ocasionar la pérdida casi en su totalidad de la cosecha.

HELFGOTT (1986) señala que malezas que prosperan bien y tiene mayor altura, son aquellos que tienen una mayor escala de tolerancia y que está determinada genéticamente, con la posibilidad de aprovechar al máximo las condiciones ambientales en relación al cultivo.

RIVAS (1985) señala que la población de malezas se reduce a medida que las plantas crecen por efecto competitivo.

DETROUX (1967) menciona que las malezas de hojas anchas reducen la población de las malezas de hojas delgadas, por la sombra que proyectan e interfieren en la fotosíntesis.

RIVAS (1985) afirma que la población de malezas se reduce a medida que las malezas crecen por efecto competitivo. SICHA (1989), reporta que en el cultivo de zanahoria, las malezas lograron alcanzar la mayor altura a los 112 días de la siembra, siendo las más

representativas la “Isqana” (*Sonchus oleraceus*), “rupu rupu” (*Malvastrum sp*), “nabo silvestre” (*Raphanus Raphanistrum*), “galinsoga” (*Galinsoga parviflora*), “sillkau” (*Bidens pilosa*), “ataqo” (*Amaranthus spinosus*) con 76.0; 72.5; 72.0; 69.5; 70.0 y 70.0 cm, respectivamente, bajo condiciones del Centro Experimental de Canaán. MARZOCCA (1976), indica que el crecimiento y desarrollo de una especie de malezas en lugares distintos, depende del grado de adaptabilidad y tolerancia a los factores adversos al crecimiento.

VITTA (2 002) menciona que uno de los factores que condiciona el resultado de la competencia por luz es la diferencia de altura de los componentes de la mezcla de plantas. Incluso diferencias muy pequeñas de altura pueden tener un marcado efecto sobre los niveles de intercepción de luz de cada uno de los componentes de la mezcla de plantas.

CHAPMAN y CARTER (1976) manifiestan que las malezas son plantas vigorosas, duras, de crecimiento rápido, tienen eficaces sistemas radicales, retoñan con facilidad, son prolíficas en la producción de semillas, interfieren con los cultivos, el bienestar del hombre y animales, además son muy rústicos de gran adaptabilidad a las condiciones ecológicas existentes.

3.1.6 TENDENCIA DE PESO VERDE DE LAS MALEZAS

En el Grafico 3.4; se observa el incremento de la materia verde conforme avanza el período vegetativo del cultivo, observándose que cuando se deshierba a la 24^{ava} SDS y sin deshierbo muestran un peso verde de malezas de 30192.3 y 33211.5 kg.ha⁻¹, frente al resto de los tratamientos que obtuvieron menor peso verde de malezas; con deshierbo continuo (DC) el peso de malezas fue de 4115.5 kg.ha⁻¹, mientras cuando se realiza el deshierbo a la 3^{ra} SDS el peso fue de 3487.4 kg.ha⁻¹; con deshierbos a 6^{ta} SDS el peso fue de 4986.3

kg.ha⁻¹; si se realiza el deshierbo a la 9^{na} SDS el peso de la maleza fue 19272.7 kg.ha⁻¹; cuando se realiza el deshierbo a la 12^{ava} SDS se registró un peso de 26312.0 kg.ha⁻¹; con deshierbo a la 15^{ava} SDS el peso fue de 21161.6 kg.ha⁻¹; con deshierbos a la 18^{ava} SDS el peso fue de 25393.9 kg.ha⁻¹; con deshierbos a 21^{ava} SDS se registró 27485.9 kg.ha⁻¹.

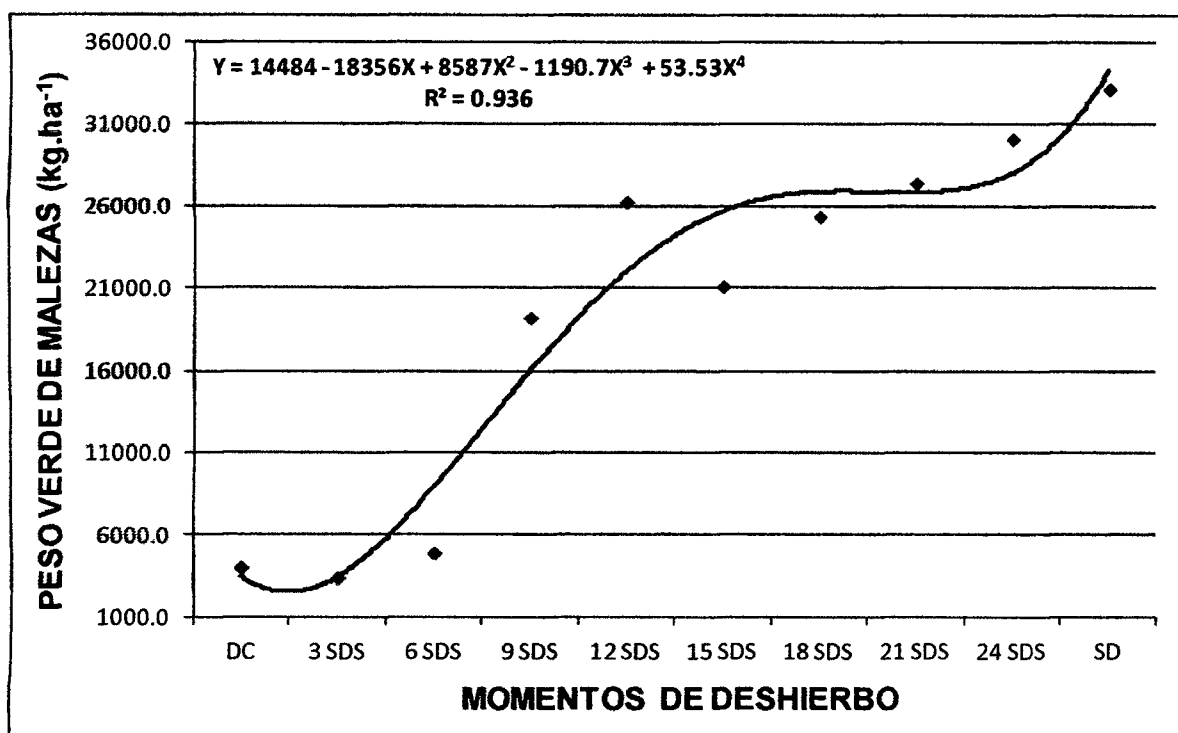


GRAFICO 3.4: Peso verde de malezas durante el periodo vegetativo del cultivo del yacón. Canaán, 2750 msnm.

Los resultados del peso de la materia verde de las malezas siguen una tendencia polinomial, cuya expresión matemática es $Y = 14484 - 18356X + 8587.6X^2 - 1190.7X^3 + 53.53X^4$, con un coeficiente de correlación de 0.94, demostrando una alta asociación entre el peso verde de malezas y los distintos periodos de deshierbos en el cultivo de yacón.

Esta tendencia del incremento de peso verde malezas se debe a la interacción de los elementos climáticos como luminosidad, lluvias, temperatura, y absorción de los nutrientes

que determinan los cambios fenológico de la planta, en base a las características de las malezas.

3.1.7 TENDENCIA DE PESO SECO DE LAS MALEZAS

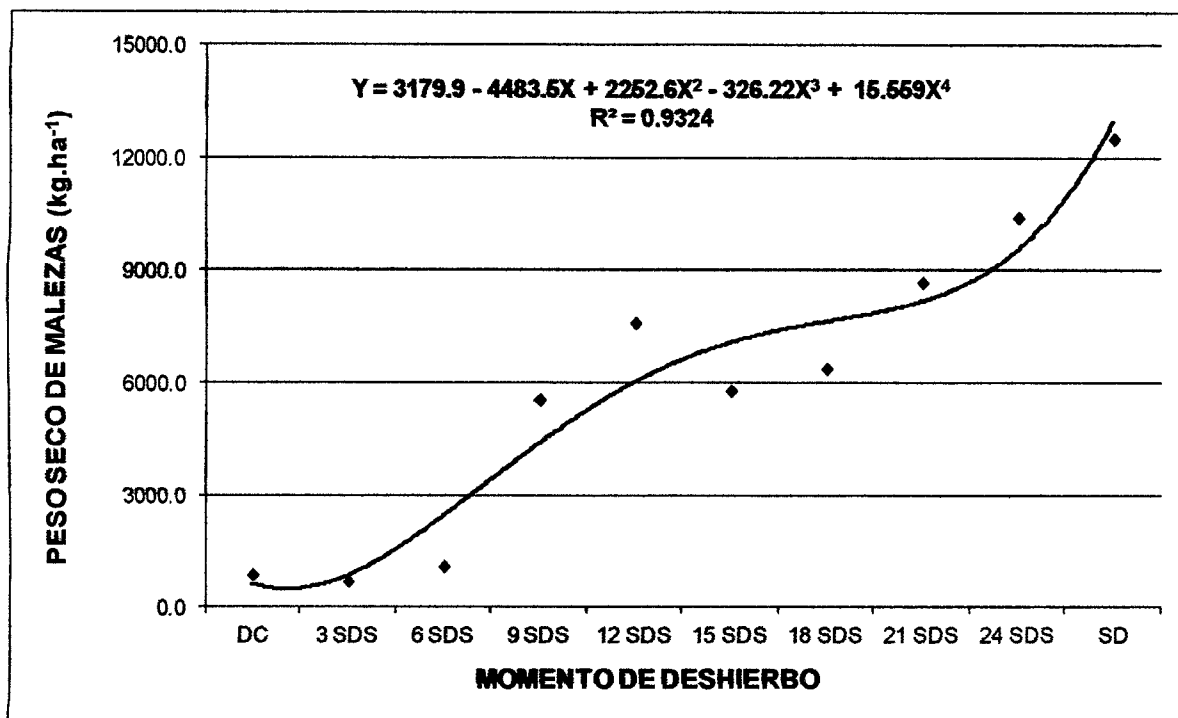


GRAFICO 3.5: Peso seco de de malezas durante el periodo vegetativo del cultivo de yacón. Canaán, 2750 msnm.

De igual forma en el Grafico 3.5 se observa el incremento de la materia seca conforme en función al período vegetativo del cultivo. La tendencia de incremento es polinomial cuya formula matemática es $Y = 3179.9 - 4483.5X + 2252.6X^2 - 326.22X^3 + 15.56X^4$, con un coeficiente de correlación de 0.93. En esta tendencia se observa que con deshierbos a la 24^{ava} SDS y sin deshierbo muestran un peso seco de malezas 10434.5 y 12521.4 kg.ha⁻¹, respectivamente. Cuando se hizo el deshierbo durante todo el periodo vegetativo el peso seco de las malezas fue de 897.3 kg.ha⁻¹.

El incremento del peso de la materia seca, es como respuesta a la interacción de los elementos climáticos como luminosidad, lluvias, temperatura y absorción de los nutrientes que determinan los cambios fenológico de la planta, en base a las características de las malezas.

MAXIMOV (1952) sostiene que bajo condiciones de competencia y al haber una adecuada cantidad de agua y nutrientes, la luz viene hacer un efecto limitante de crecimiento y producción de materia seca.

HELFGOTT (1986) señala que el consumo de agua por las malezas es mayor en muchos casos y con mayor rapidez que el cultivo, ya que las malezas requieren de mayor cantidad de agua para producir una unidad de materia seca.

DEMOLÓN (1996) menciona que una alta densidad favorece al mayor crecimiento de plantas y menor al rendimiento de materia seca.

3.1.8 ÉPOCA CRÍTICA DE COMPETENCIA DE MALEZAS Y EL CULTIVO

En los Gráfico 3.6 y 3.7 se observa la tendencia del rendimiento de raíces reservantes del yacón y de las malezas en verde y en materia seca, notándose un incremento en el rendimiento del yacón en función a los distintos periodos de deshierbo, mientras que el incremento del rendimiento en verde de las malezas es también por el momento de los deshierbos que se va realizando durante el periodo vegetativo del cultivo. La interacción entre las dos curvas que se produce entre la 9^{na} y 12^{ava} SDS indica el periodo crítico de competencia que se da entre el cultivo del yacón y las malezas. Es este periodo en que se deben realizar el control de malezas para evitar competencias en luz, agua, nutrientes y humedad, lo cual favorecerá para un normal crecimiento y desarrollo del cultivo, con la cual los rendimientos serán optimizados.

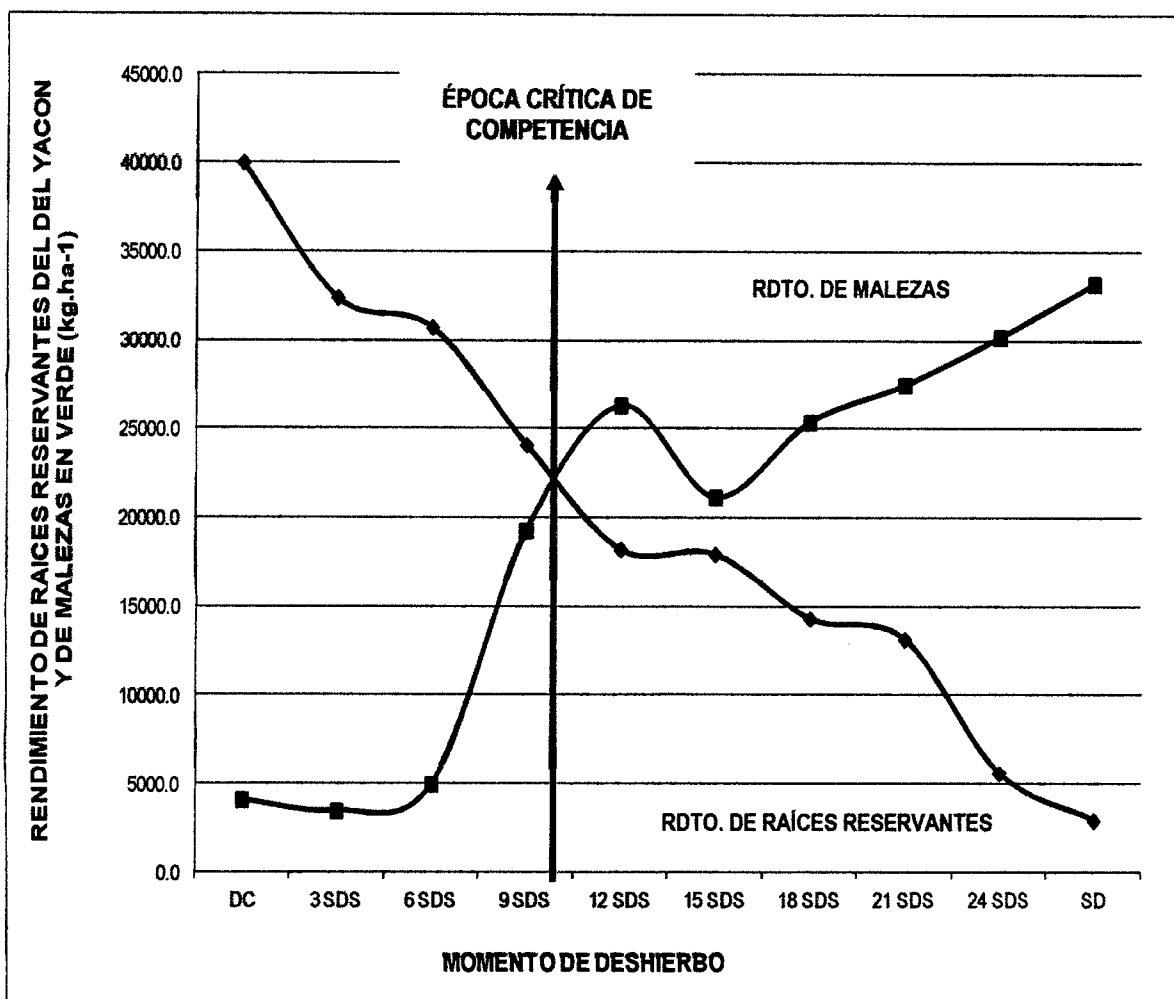


GRAFICO 3.6: Tendencia del rendimiento de raíces reservantes versus el rendimiento de materia verde de malezas, durante el periodo vegetativo del cultivo de yacón. Canaán, 2750 msnm.

Antes de la 9^{na} SDS y después de la 12^{ava} SDS no es adecuado realizar los deshierbos porque interfiere con el normal crecimiento y desarrollo del cultivo.

LABRADA (1998) encontró que el período crítico de competencia de malezas en el cultivo de cebolla está entre los 10 y 30 días después de la emergencia. Durante este periodo, las malezas pueden extraer 42, 6 y 36 kg de N, P y Kg.ha⁻¹, respectivamente.

En cultivos como la achita el periodo crítico está comprendido entre los 28 y 42 días después de la siembra (CACÑAHUARAY, 1996). En el maíz entre 21 y 42 días (CERÓN,

1987). Mientras que SICHA (1989) reporta que la cebolla posee un periodo crítico de competencia entre los 21 y 42 días después del trasplante.

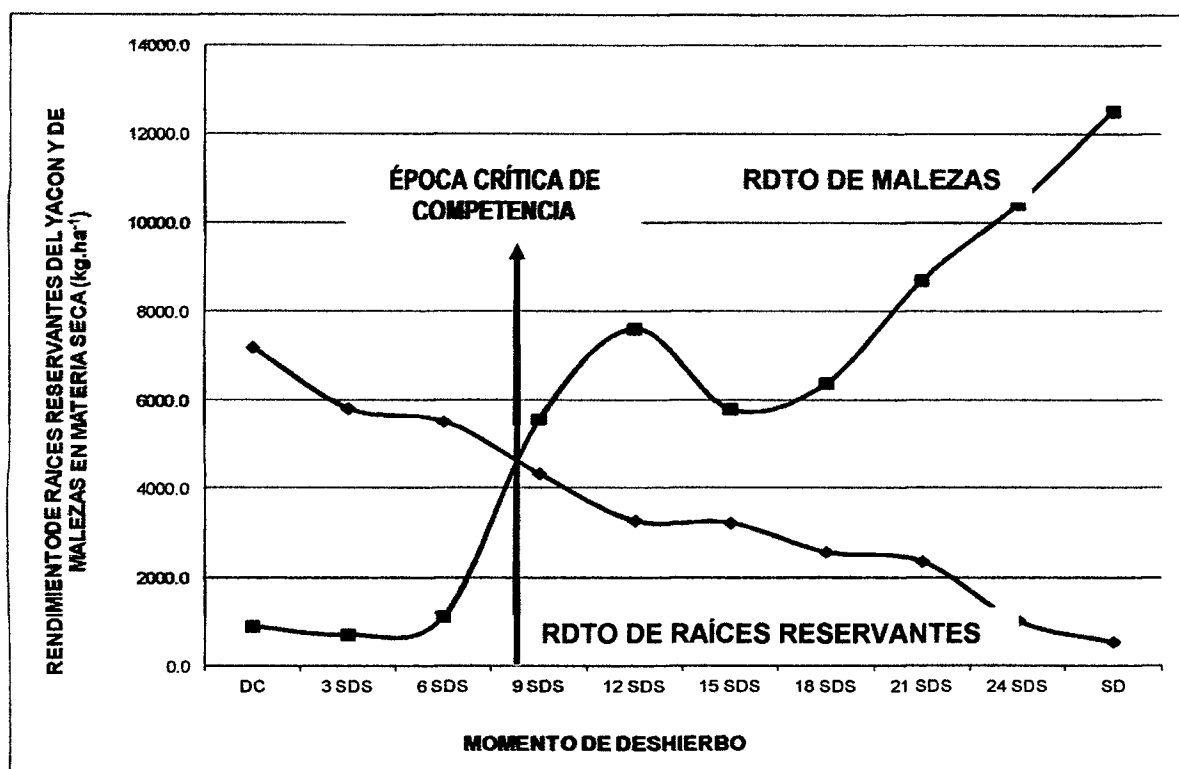


GRAFICO 3.7: Tendencia del rendimiento de raíces reservantes versus el rendimiento de malezas en materia seca durante el periodo vegetativo del cultivo de yacón. Canaán, 2750 msnm.

En el cultivo de la col este periodo corresponde entre los 28 y 63 días después del trasplante (BEINGOLEA, 1991). Para cultivos anuales, el mismo autor señala que, la época crítica está entre la tercera y octava semana, después de la siembra.

MONTERO (1 987) reporta para el caso del frijol que este periodo corresponde a los 40 días después de la siembra.

VIDALÓN (2 007) llegó a la conclusión que en el yacón el deshierbo más adecuado es a la 7^{ma} SDS y posteriormente realizar otro deshierbo a la 15^{ava} SDS para poder optimizar los rendimientos de producción, bajo condiciones edáficas y climáticas del C.E. Canaán.

3.2 DEL CULTIVO DE YACON

3.2.1 FACTORES DE PRECOCIDAD

La evaluación de los factores de precocidad, se realizó mediante el conteo del número de días después de la siembra (DDS) para cada evento fenológico utilizando la estadística descriptiva, señalando solamente los rangos de cada evento fenológico, por que la fenología de un cultivo no es un dato exacto, sino se presenta en forma escalonada, dependiendo de las condiciones medio ambientales, el manejo y la fertilidad del suelo imperantes en el lugar del ensayo.

a) Días a la floración

De acuerdo al Cuadro 3.4 la etapa fenológica correspondiente a floración del yacón se presentó en un amplio periodo de etapa reproductiva. Con deshierbo continuo se registró una floración entre 178 y 180 DDS, mientras que con deshierbos a la 3^{ra} SDS, 6^{ta} SDS, 9^{na} SDS, 12^{ava} SDS, 15^{ava} SDS, 18^{ava} SDS, 21^{ava} SDS, 24^{ava} SDS y sin deshierbo el periodo de floración se presentó entre 182 y 186, 186 y 191, 184 y 197, 189 y 198, 193 y 199, 197 y 203, 201 y 207, 204 y 208, 208 y 210 DDS, respectivamente.

Esta amplitud de días a la floración se debió a la competencia que produjo las malezas, denotando que cuando el campo de cultivo esta totalmente enmalezado el periodo de floración del yacón se prolonga considerablemente.

NINA (1996) señala que en el cultivo del yacón la floración se hace evidente entre los 130 a 160 días después de la siembra, siempre y cuando el campo de cultivo este libre de malezas, con un buena fertilización orgánica y una disponibilidad hídrica adecuada.

CUADRO 3.4: Factores de precocidad en el cultivo del yacón bajo la influencia de momentos de deshierbo. Canaán, 2750 msnm.

TRATAMIENTOS		DÍAS A LA FLORACIÓN	DÍAS A LA COSECHA
		RANGO	RANGO
T ₁	Deshierbo Continuo	178 – 180	259 – 262
T ₂	Deshierbo a la 3 ^{ra} SDS	182 – 186	261 – 264
T ₃	Deshierbo a la 6 ^{ta} SDS	186 – 191	263 – 267
T ₄	Deshierbo a la 9 ^{na} SDS	184 – 197	264 – 267
T ₅	Deshierbo a la 12 ^{ava} SDS	189 – 198	265 – 268
T ₆	Deshierbo a la 15 ^{ava} SDS	193 – 199	266 – 270
T ₇	Deshierbo a la 18 ^{ava} SDS	197 – 203	268 – 272
T ₈	Deshierbo a la 21 ^{ava} SDS	201 – 207	269 – 273
T ₉	Deshierbo a la 24 ^{ava} SDS	204 – 208	273 – 276
T ₁₀	Sin Deshierbo	208 – 210	278 - 280

b) Días a la cosecha

El Cuadro 3.4 reporta la etapa fenológica de los días transcurridos a la cosecha, encontrándose que con deshierbo continuo, el periodo de cosecha se hizo entre 259 y 262 DDS, mientras que con deshierbos a la 3^{ra} SDS, 6^{ta} SDS, 9^{na} SDS, 12^{ava} SDS, 15^{ava} SDS, 18^{ava} SDS, 21^{ava} SDS, 24^{ava} SDS y sin deshierbo el periodo de floración se presentó entre 261 y 264, 263 y 267, 264 y 267, 265 y 268, 266 y 270, 268 y 272, 269 y 273, 273 y 276, 278 y 280 DDS, respectivamente.

Los resultados del Cuadro 3.4 demuestran que la etapa de cosecha también estuvo influenciada por la presencia de malezas en el campo de cultivo. Así mismo se ha comprobado que el cultivo del yacón es muy susceptible a la competencia por malezas, alargando el periodo vegetativo.

SEMINARIO (2003) indica que en Cajamarca la cosecha se realiza entre 7.5 y 12 meses después de la siembra, dependiendo de la zona geográfica y del morfotipo cultivar empleado. En términos generales se puede afirmar que la cosecha en las zonas bajas y templadas es temprana y en las zonas altas es tardía. Los indicadores para saber si ha llegado el momento de la cosecha son el amarillamiento de las hojas y el cese de la floración.

3.2.2 FACTORES DE RENDIMIENTO

a) Altura de planta

CUADRO 3.5: Análisis de Varianza de la altura de planta del yacón. Canaán, 2750 msnm.

Fuente de Variación	G.L.	Suma Cuad.	Cuad. Medio	F Calc.	Pr>F	Sig
Bloque	2	0.22568000	0.11284000	8.72	0.0022	**
Tratamiento	9	2.68278667	0.29808741	23.04	<.0001	**
Error	18	0.23285333	0.01293630			
Total	29	3.14132000				

Coefficiente de variabilidad: 7.86%

El Análisis de Varianza calculado en el Cuadro 3.5 denota que las fuentes de variación Tratamiento y Bloques presentaron una alta significación estadística, por lo que se está demostrando que los diferentes periodos de deshierbos influye directamente en la altura de planta del cultivo de yacón.

Al realizar la Prueba de Tukey en el Grafico 3.8 se ha determinado que con deshierbo continuo (T₁); deshierbo a la 15^{ava} SDS (T₆); deshierbo a la 21^{ava} SDS (T₈); deshierbo a la 12^{ava} SDS (T₅); deshierbo a la 18^{ava} SDS (T₇); deshierbo a la 6^{ta} SDS (T₃); deshierbo a la 3^{ra} SDS (T₂) y con deshierbo a la 9^{na} SDS (T₄), presentaron una altura de

planta de 1.73, 1.68, 1.59, 1.57, 1.57, 1.52, 1.50 y 1.48 cm, respectivamente sin denotar diferencias estadísticas en los valores señalados; pero al realizar los deshierbos a los 24^{ava} SDS (T₉) y al no realizar ningún deshierbo (T₁₀), presentaron una menor altura de planta de 1.11 y 0.68cm, siendo los valores mas bajos y presentado diferencias significativas entre ambos valores.

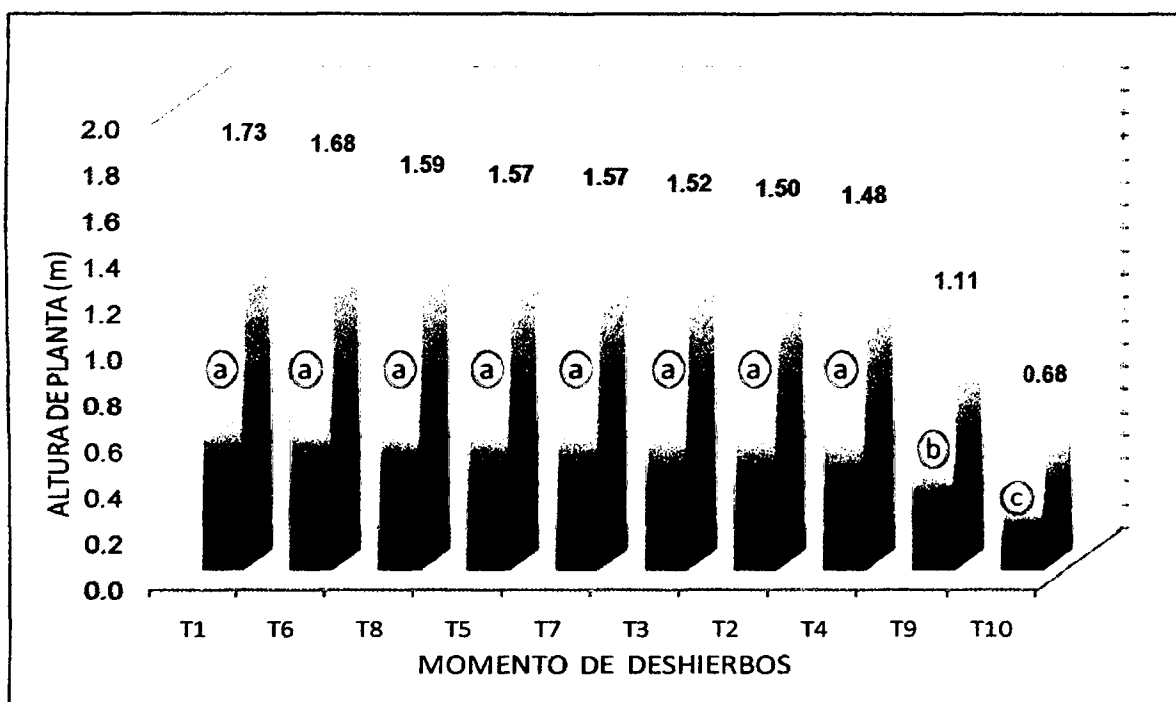


GRAFICO 3.8: Prueba de Tukey de la altura de planta (m) del yacón. Canaán, 2750 msnm.

ESPINOZA (2002) menciona que la altura de planta de los cultivos esta en relación con la humedad óptima, fertilidad del suelo y presencia de materia orgánica; con la cual se logran alturas hasta 2.60 m en el cultivo de yacón.

CACÑAHUARAY (1996) determinó en el cultivo de achita una variación altamente significativa de la altura de planta (bajo condiciones similares de tratamiento) variando desde 170 cm (con deshierbo continuo) hasta 107.75 cm (sin deshierbo hasta la cosecha). Estos resultados corroboran que las malezas tienen un efecto negativo sobre el normal crecimiento de los cultivos.

b) Número de tallos por planta

El Análisis de Varianza calculado en el Cuadro 3.6 denota que en las fuentes de variación Tratamiento y Bloques no se encontró diferencia estadística, por lo que se esta demostrando que los diferentes periodos de deshierbos no influyeron en el número de tallos por planta del cultivo de yacón y que las diferencias en el número de tallos por cada tratamiento se debe a factores externos no estudiados en el presente ensayo.

CUADRO 3.6: Análisis de Varianza de número de tallos por planta del yacón. Canaán, 2750 msnm.

Fuente de Variación	G.L.	Suma Cuad.	Cuad. Medio	F Calc.	Pr>F	Sig
Bloque	2	0.2595	0.1297	1.68	0.2039	NS
Tratamiento	9	1.4889	0.1554	2.14	0.0805	NS
Error	18	1.3887	0.0771			
Total	29	3.1371				

Coefficiente de variabilidad: 13.32%

En el presente trabajo experimental se encontró que para el número de tallos por planta de yacón, fue de 3.44 hasta 7.50, siendo el promedio de 4.44 tallos por planta de yacón.

Espinoza (2002) Afirma que una planta de yacón puede tener 8 tallos. Por su parte, Seminario (2003) indica que si la planta proviene de propágulos o semilla vegetativa, consta de varios tallos y si la planta proviene de semilla botánica, consta de un solo tallo principal.

c) Peso de corona por planta

El Análisis de Varianza calculado en el Cuadro 3.7 demuestra que las fuentes de variación Tratamiento presenta una alta significación estadística, denotando que los diferentes

periodos de deshierbos tuvieron una influencia directamente en el peso de la corona en el cultivo de yacón.

CUADRO 3.7: Análisis de Varianza del peso de corona por planta del yacón. Canaán, 2750 msnm.

Fuente de Variación	G.L.	Suma Cuad.	Cuad. Medio	F Calc.	Pr>F	Sig
Bloque	2	1.1256	0.5628	5.25	0.0159	NS
Tratamiento	9	14.8491	1.6499	15.40	<.0001	**
Error	18	1.9281	0.1071			
Total	29	17.9029				

Coefficiente de variabilidad: 17.96%

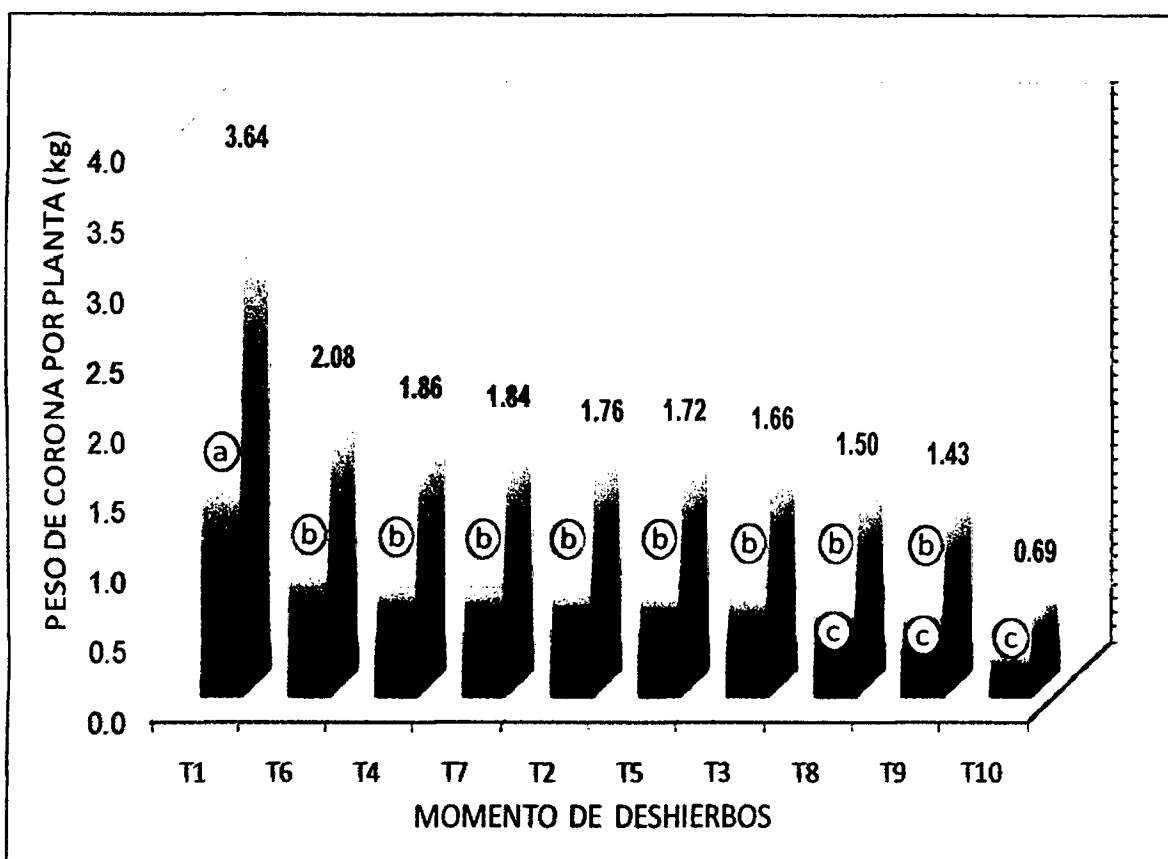


GRAFICO 3.9: Prueba de Tukey del peso de la corona (kg) del yacón. Canaán, 2750 msnm.

La Prueba de Tukey del Grafico 3.9 señala que con deshierbo continuo (T₁), se obtiene 3.64 kg de corona por planta, mientras que con deshierbo a la 15^{ava} SDS (T₆), deshierbo a la 9^{na} SDS (T₄), deshierbo a la 18^{ava} SDS (T₇), deshierbo a la 3^{ra} SDS (T₂), deshierbo a la 12^{ava} SDS (T₅), deshierbo a la 6^{ta} SDS (T₃), deshierbo a 21^{ava} SDS (T₈), y deshierbo a 24^{ava} SDS (T₉), presentaron peso de corona por planta de 2.08, 1.86, 1.84, 1.76, 1.72, 1.66, 1.50, 1.43 kg de corona por planta, respectivamente, sin denotar diferencias estadísticas entre estos valores. Si no se realiza el deshierbo durante todo el periodo vegetativo (T₁₀) producirá solo 0.69 kg de corona por planta de yacón, siendo el valor más bajo.

d) Peso de raíces por planta

Al realizar el Análisis de Varianza en el Cuadro 3.8, se encontró para tratamiento una alta significación estadística; mientras que para bloques no se encontró significación estadística. Esto demuestra que los diferentes periodos de deshierbos influyen directamente en el peso de raíces por planta en el cultivo de yacón.

CUADRO 3.8: Análisis de Varianza del peso de raíces por planta del yacón. Canaán, 2750 msnm.

Fuente de Variación	G.L.	Suma Cuad.	Cuad. Medio	F Calc.	Pr>F	Sig
Bloque	2	208447.246	10423.623	2.16	0.1447	NS
Tratamiento	9	9527468.462	1058607.607	218.98	<.0001	**
Error	18	87016.868	4834.270			
Total	29	9635332.577				

Coefficiente de variabilidad: 6.96%

La Prueba de Contraste Tukey en el Grafico 3.10 demuestra que el deshierbo continuo (T₁), produjo 2.0 kg de raíces reservantes por planta, diferenciándose estadísticamente del

resto de los tratamientos. Los deshierbos a la 24^{ava} SDS (T₉) y sin deshierbo todo el período vegetativo (T₁₀), solo produjeron 0.28 y 0.15 kg de raíces reservantes por planta de yacón, respectivamente sin denotar diferencias estadísticas en los valores señalados.

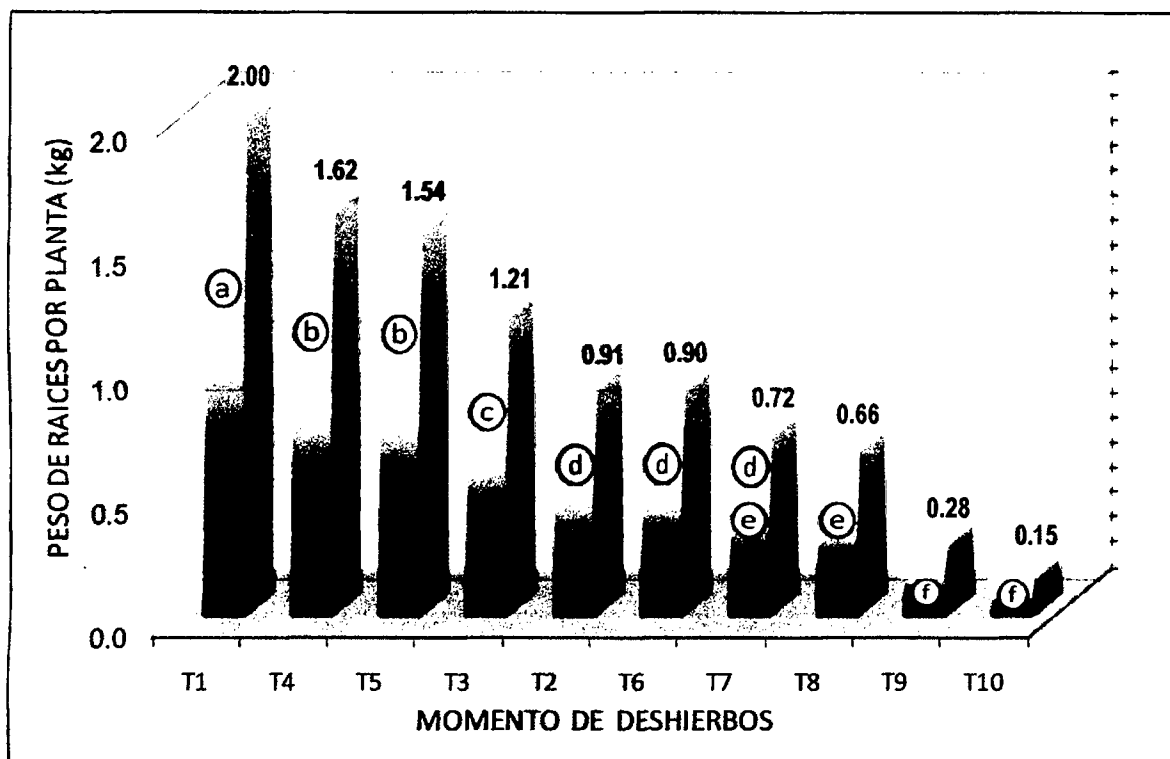


GRAFICO 3.10: Prueba de Tukey del peso de raíces por planta (kg) del yacón. Canaán, 2750 msnm.

Los resultados demuestran que el mejor peso de raíces reservantes por planta, se consiguió cuando el campo esta libre de malezas, sin causar competencia en agua, luz, espacio y nutrientes; pero si el deshierbo es después que la maleza se haya desarrollado y establecido en el campo de cultivo perjudicará notablemente en la biometría de los cultivos.

AMAYA (2002) menciona que bajo un sistema de producción poco tecnificado, una planta produce entre 2 y 3 kg de raíces reservantes. Sin embargo, con abonamiento y un

adecuado manejo agronómico, el peso por planta puede llegar cerca de los 6 kg de raíces por planta.

e) Número de raíces por planta

CUADRO 3.9: Análisis de Varianza del número de raíces por planta del yacón. Canaán, 2750 msnm.

Fuente de Variación	G.L.	Suma Cuad.	Cuad. Medio	F Calc.	Pr>F	Sig
Bloque	2	0.2391	0.1195	0.35	0.7118	NS
Tratamiento	9	267.9426	29.7714	86.28	<.0001	**
Error	18	6.2106	0.3450			
Total	29	274.3924				

Coefficiente de variabilidad: 7.31%

El Análisis de Varianza efectuado en el Cuadro 3.9 denota que para tratamiento presentó una alta significación estadística. Estos resultados denotan que los diferentes periodos de deshierbos influyen directamente en el número de raíces por planta en el cultivo de yacón.

El Grafico 3.11 demuestra que con deshierbos a la 9^{na} SDS (T₄), deshierbos a la 12^{ava} SDS (T₅) y deshierbos continuo (T₁), alcanzó a producir 12.05, 11.50 y 11,00 raíces por planta de yacón, respectivamente, sin denotar diferencias estadísticas; con deshierbo a la 24^{ava} SDS (T₉) y sin deshierbo en todo el período vegetativo (T₁₀), produjo solamente 3.80 y 2.80 raíces por planta, respectivamente, sin diferencia estadística y siendo los valores más bajos.

Estos resultados demuestran que manteniendo el campo limpio de malezas y realizando deshierbos oportunos desde la 9^{na} SDS hasta 12^{ava} SDS, el cultivo de yacón presenta un crecimiento y desarrollo en forma normal.

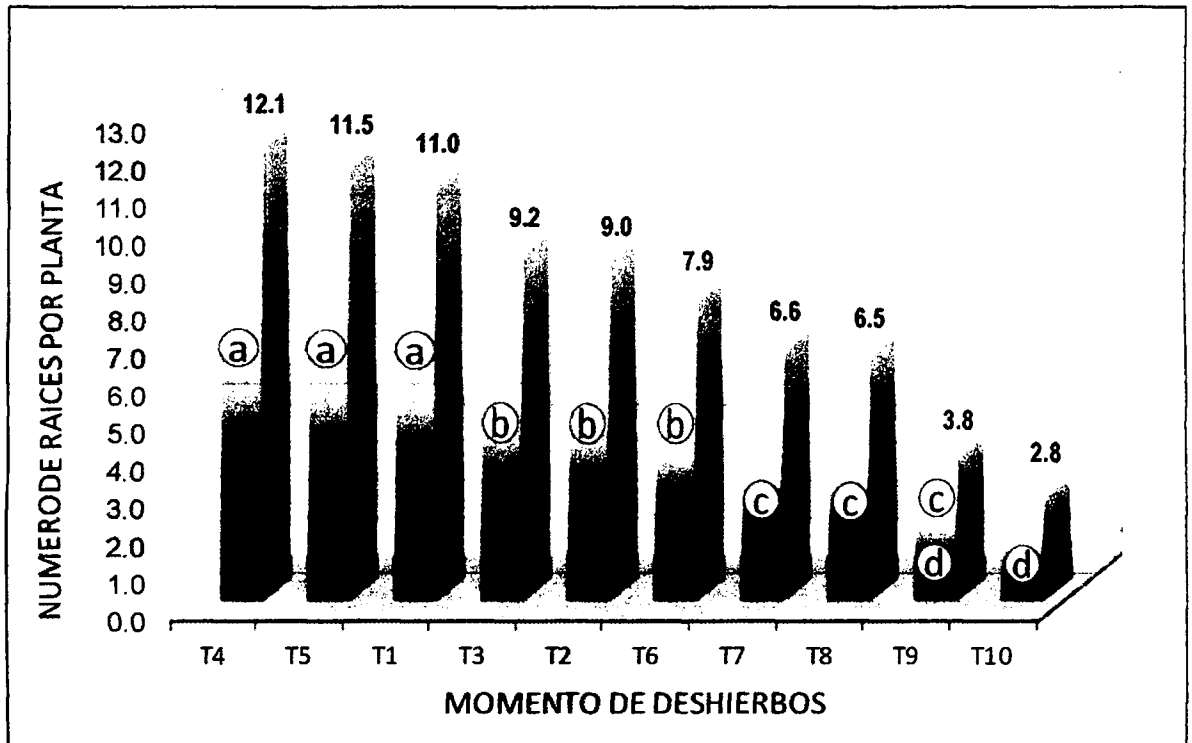


GRAFICO 3.11: Prueba de Tukey del número de raíces por planta del yacón. Canaán, 2750 msnm.

AMAYA (2002) citado por SEMINARIO (2003) menciona que a mayores densidades de plantas se produce mayor número de raíces, pero de menor tamaño y peso, mientras a menores densidades se produce menor número de raíces por planta, con mayor tamaño y peso. ESPINOZA (2002) afirma que las raíces tuberosas están insertadas directamente a la cepa madre, llegando a formarse de 23 a 26 raíces tuberosas por planta, dependiendo de las condiciones del suelo, materia orgánica, fertilidad, calidad de la semilla, humedad y clima; este número es el total de raíces por la planta, sin considerar la clasificación comercial.

f) **Peso de raíces reservantes**

El Análisis de Varianza calculado en el Cuadro 3.10 denota para fuentes de variación tratamientos presenta una alta significación estadística, por lo que se esta demostrando que

los diferentes periodos de deshierbos influye directamente en peso de las raíces reservantes del yacón.

CUADRO 3.10: Análisis de Varianza del peso de cada raíz por planta del yacón. Canaán, 2750 msnm.

Fuente de Variación	G.L.	Suma Cuad.	Cuad. Medio	F Calc.	Pr>F	Sig
Bloque	2	125.9283	62.9641	1.38	0.2758	NS
Tratamiento	9	36653.5054	4072.6117	89.58	<.0001	**
Error	18	818.3418	45.4634			
Total	29	37597.7756				

Coefficiente de variabilidad: 5.85%

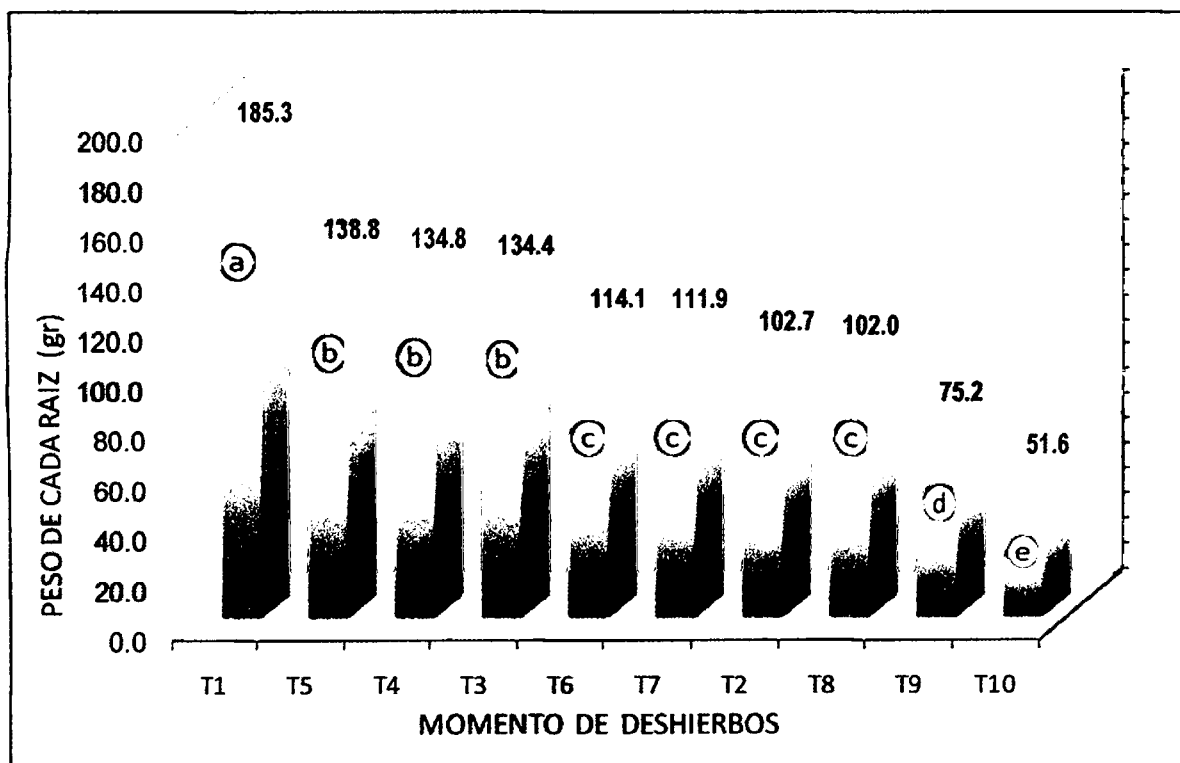


GRAFICO 3.10: Prueba de Tukey del peso de cada raíz (gr) por planta del yacón. Canaán, 2750 msnm.

Al realizar la Prueba de Tukey en el Grafico 3.10 se muestra que el deshierbo continuo

(T₁) llegó a producir 185.3 gr. de raíces reservantes por planta del yacón, diferenciándose estadísticamente con el resto de los tratamientos; sin deshierbo todo el período vegetativo (T₁₀), solo produjo 51.6 gr de raíz reservantes por planta, diferenciándose estadísticamente del resto de los tratamientos.

Así mismo, se ha comprobado que los deshierbos en distintas épocas del cultivo, influyen directamente en el peso de cada raíz reservantes del yacón, demostrando que la presencia de malezas en el campo interfiere de alguna manera en el crecimiento y desarrollo del cultivo de yacón.

g) Diámetro de raíces reservantes

El Análisis de Varianza calculado en el Cuadro 3.11 denota que en las fuentes de variación Tratamientos y Bloques no se encontró significación estadística, por lo que se esta demostrando que los diferentes periodos de deshierbos no influyeron en el diámetro de raíces por planta del cultivo de yacón.

CUADRO 3.11: Análisis de Varianza del diámetro de raíces del yacón. Canaán, 2750 msnm.

Fuente de Variación	G.L.	Suma Cuad.	Cuad. Medio	F Calc.	Pr>F	Sig
Bloque	2	0.1201	0.0600	0.59	0.5631	NS
Tratamiento	9	1.3678	0.1519	1.50	0.2213	NS
Error	18	1.8231	0.1012			
Total	29	3.3110				

Coefficiente de variabilidad: 13.83%

En el presente trabajo se encontró que el diámetro de raíces de la planta de yacón, varía de 8.43 cm. hasta 3.83 cm con un promedio de 5.40 cm.

SEMINARIO (2003) afirma que con fines de estimar el tipo de raíces producidas y su proporción relativa en la cosecha, en Cajamarca se ha clasificado las raíces en tres categorías: raíces de primera, son las más grandes y tiene entre 7 y 10 cm de diámetro, mayor a un peso no menor de 300 gr. raíces de segunda, son las que tienen entre 5 a 6 cm de diámetro y peso que varía de 120 a 300 gr. raíces de tercera, considerados no comerciales, su diámetro es menor que 5 cm y su peso es menor a 120 gr.

h) Longitud de raíces reservantes

El Análisis de Varianza calculado en el Cuadro 3.4.8 denota que para fuentes de variación **Tratamientos existe alta significación estadística, por lo que se esta demostrando que los diferentes periodos de deshierbos influye directamente en la longitud de las raíces de planta del cultivo de yacón**

CUADRO 3.12: Análisis de Varianza de la longitud de raíz del yacón. Canaán, 2750 msnm.

Fuente de Variación	de	G.L.	Suma Cuad.	Cuad. Medio	F Calc.	Pr>F	Sig
Bloque		2	7.9665	3.9832	1.52	0.2450	NS
Tratamiento		9	207.1401	23.0155	8.80	<.0001	**
Error		18	47.0974	2.6165			
Total		29	262.2041				

Coefficiente de variabilidad: 13.21%

Al realizar la Prueba de Tukey en el Grafico 3.13 se muestra que el deshierbo a la 18^{ava} SDS (T₇), llegó a producir raíces reservantes de una longitud de 15.4 cm, diferenciándose estadísticamente con el resto de los tratamientos; sin deshierbo todo el período vegetativo (T₁₀), solo produjo raíces reservantes de 5.4 cm de longitud, diferenciándose estadísticamente del resto de los tratamientos y siendo el valor más bajo.

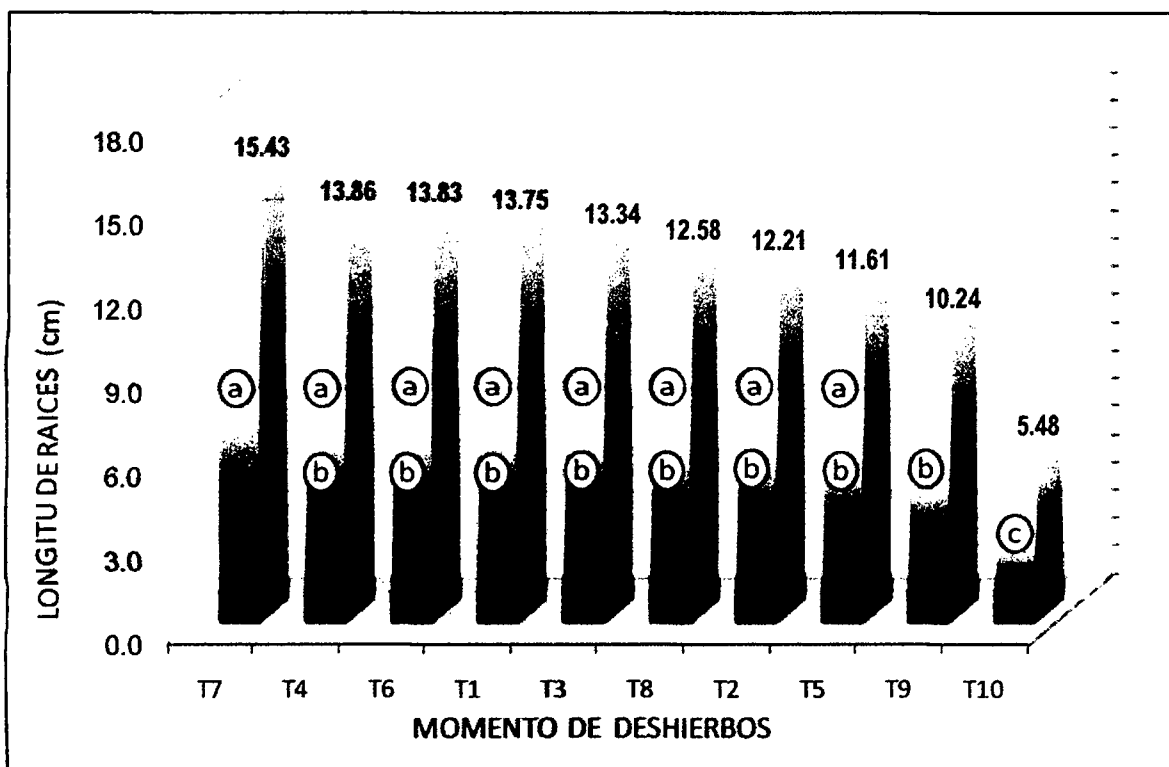


GRAFICO 3.13: Prueba de Tukey de la longitud de raíces (cm) del yacón. Canaán, 2750 msnm.

i) Rendimiento de raíces reservantes del yacón

El Análisis de Varianza calculado en el Cuadro 3.13 denota que para fuentes de variación correspondientes a Tratamientos demuestra una alta significación estadística, por lo que se encontró que los diferentes periodos de deshierbos influyen directamente en rendimiento de raíces de planta del cultivo de yacón.

Al realizar la Prueba de Tukey en el Grafico 3.14, demostró que con deshierbo continuo (T₁), llegó a producir 38.04 Tn.ha⁻¹ de raíces reservantes en el cultivo del yacón, diferenciándose estadísticamente con el resto de los tratamientos; mientras los tratamientos con deshierbos a la 24^{ava} SDS (T₉) y sin deshierbo en todo el período vegetativo (T₁₀), solo produjeron 4.8 y 2.95 Tn.ha⁻¹ de raíces reservantes del yacón, diferenciándose estadísticamente del resto de los tratamientos y siendo los valores más bajos.

CUADRO 3.13: Análisis de Varianza del rendimiento de raíces del yacón. Canaán, 2750 msnm.

Fuente de Variación	G.L.	Suma Cuad.	Cuad. Medio	F Calc.	Pr>F	Sig
Bloque	2	6857381	3428691	2.13	0.1475	NS
Tratamiento	9	3471004162	385667129	239.87	<.0001	**
Error	18	28940399	1607800			
Total	29	3506801942				

Coefficiente de variabilidad: 6.86%

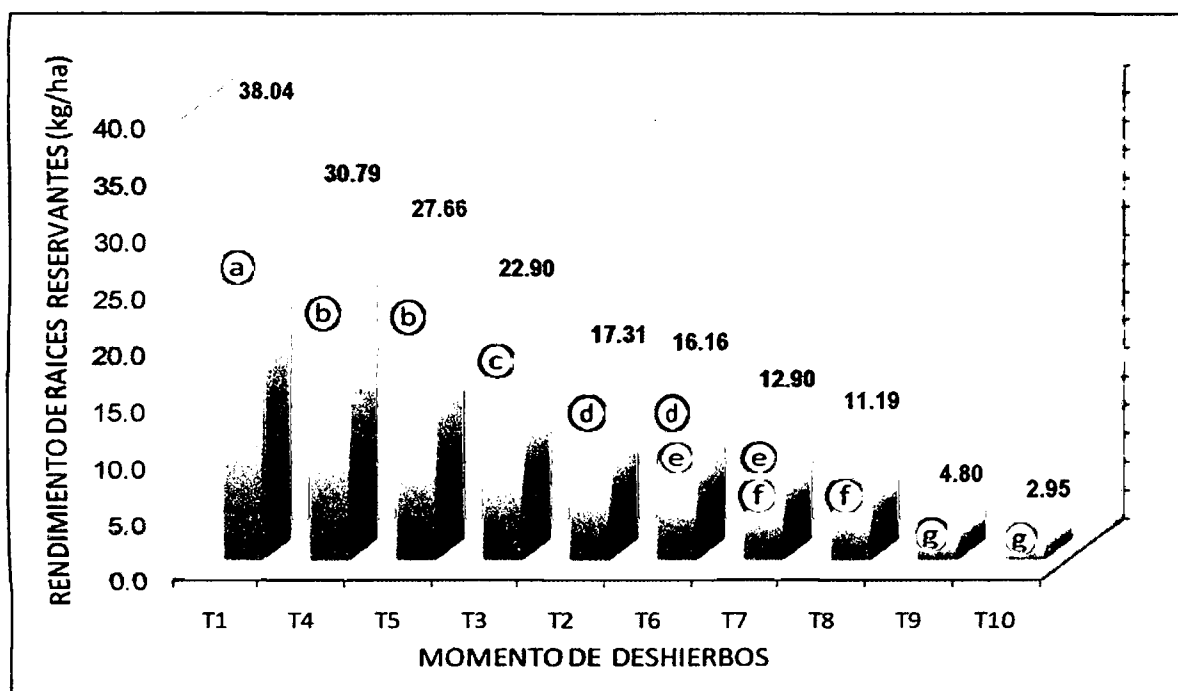


GRAFICO 3.14: Prueba de Tukey del rendimiento de raíces reservantes (kg/ha) del yacón. Canaán, 2750 msnm.

SEMINARIO (2003) afirma que el yacón es una planta que se caracteriza por su rusticidad y altos rendimientos. El rendimiento de raíces reservantes, registrado en diferentes lugares y países, que varía de 10 a 100 Tn.ha⁻¹ en el caso particular de Cajamarca, el rendimiento promedio evaluado durante varias campañas y en diferentes sitios, estuvo alrededor de 40 a

50 tn.ha⁻¹ . Según este autor, el rendimiento depende de la densidad de siembra, factores edáficos, manejo agronómico, clima, altitud y otros factores.

CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación y para las condiciones en las que se realizó, se señalan las siguientes conclusiones:

- a) La mayor población de malezas se observó a la 12^{ava} y 15^{ava} SDS, registrándose poblaciones de 1 439 997 y 15 422 215 malezas por hectárea, teniéndose como las más frecuentes a la “verdolaga” (*Portulaca oleracea*), “rupu rupu” (*Malvastrum sp.*), “ataqo” (*Amaranthus spinosus*), “Sillkau” (*Bidens pilosa*) y “Galinsoga” (*Galinsoga parviflora*).
- b) La altura de planta de yacón en relación a la altura de las malezas fue mayor cuando se hizo deshierbos continuos, llegando a medir hasta 1.62 cm, mientras que cuando no se realizó ningún deshierbo la altura de planta de yacón solo llegó a medir 42.5 cm.
- c) El incremento de la materia verde y seca de las malezas fue en forma creciente a medida que los deshierbos se realizaron a partir de la 3^{ra} hasta la 24^{ava} SDS. Los mayores valores de materia verde y seca, se obtuvieron en aquellos tratamientos donde no se hizo ningún control de malezas.

- d) La época crítica de competencia de malezas se presentó a la 9^{na} SDS, por que a partir de este momento decrece los rendimientos del cultivo de yacón, por la acción de la competencia de malezas, evidenciado por el incremento de la materia verde y seca de malezas.
- e) Al evaluar los factores de precocidad, se determinó que el cultivo de yacón **conducido sin malezas presentan menor precocidad tanto vegetativa como reproductiva**; mientras que, los cultivos con presencia de malezas ocasionan mayor periodo vegetativo.
- f) Con relación al peso de corona por planta, realizando deshierbos continuos se obtiene 3.64 kg, mientras que al no realizar ningún deshierbo, se obtiene sólo 0.69 Kg de **corona por planta**.
- g) Para el peso de raíces por planta, se determinó que los deshierbos continuos producen 2.0 kg y sin deshierbo sólo produjo 0.15 kg de raíces reservantes por **planta**.
- h) En forma similar los deshierbos a la 9^{na} semana, a la 12^{ava} semana y cuando se deshierbo continuamente, logra producir 12.05, 11.50 y 11,00 raíces por planta de yacón, respectivamente. **En forma similar, el mayor peso de cada raíz se logró con deshierbo continuo, produciéndose 185.3 gr. de raíces reservantes por planta**; por otro lado, cuando no se realiza ningún deshierbo solo produjo 51.6 gr. de raíz reservantes por **planta**.
- i) Con relación al rendimiento del yacón, se ha establecido que con deshierbos continuos se llegó a producir 38.04 Tn.ha⁻¹ de raíces reservantes y cuando no se deshierba sólo se alcanzó a producir 2.95 Tn.ha⁻¹.

4.2 RECOMENDACIONES

De las conclusiones logradas en el presente trabajo se plantean las siguientes recomendaciones.

- a) Realizar deshierbos a la 9^{na} SDS, con la cual se obtendrá altos rendimientos de raíces reservantes en el cultivo de yacón.
- b) Repetir el ensayo en otras épocas del año, en distintos pisos ecológicos y en diferentes campos de cultivo.
- c) Finalmente, promover y difundir el cultivo del yacón por su alta potencialidad en rendimiento de raíces reservantes.

RESUMEN

Con la finalidad de determinar la época crítica de competencia de malezas en el cultivo de yacón (*smallanthus sonchifolius poepp & endl.*) h. robinson, se realizó el presente trabajo en el Centro Experimental de Canaán, ubicado a 2750 msnm, con los siguientes objetivos: a) Determinar el efecto de la competencia de malezas en el rendimiento del cultivo de yacón, y b) Determinar la época crítica de competencia de malezas. Se utilizó un morfotipo blanco de yacón procedente del Banco de Germoplasma del Programa de Investigación en Cultivos Alimenticios. Los tratamientos de experimento fueron: T₁ (Con deshierbo continuo), T₂ (Con deshierbo a la 3^{ra} semana después de la siembra), T₃ (Con deshierbo a la 6^{ta} semana después de la siembra), T₄ (Con deshierbo a la 9^{na} semana después de la siembra), T₅ (Con deshierbo a la 12^{ava} semana después de la siembra), T₆ (Con deshierbo a la 15^{ava} semana después de la siembra), T₇ (Con deshierbo a la 18^{ava} semana después de la siembra), T₈ (Con deshierbo a la 21^{ava} semana después de la siembra), T₉ (Con deshierbo a la 24^{ava} semana después de la siembra) y T₁₀ (Sin deshierbo durante todo el periodo vegetativo del cultivo). La unidad experimental fue una parcela de 3m², donde se condujo 6 plantas. El trabajo se planteó dentro de un Diseño Experimental de Bloque Completo Randonizado (DBCR), estudiándose 10 tratamientos con tres repeticiones. Las conclusiones fueron: a) La mayor población de malezas se observó a la 12 y 15^{ava} semana después de la siembra, encontrándose poblaciones de hasta 1 439 997 y 15 422 215 malezas por hectárea, teniéndose como las más frecuentes a la “verdolaga” (*Portulaca oleracea*), “rupu rupu” (*Malvastrum sp.*), “ataqo” (*Amaranthus spinosus*), “Sillkau” (*Bidens pilosa*) y “Galinsoga” (*Galinsoga parviflora*), b) La altura de planta en relación a la altura de las malezas fue mayor cuando se realizó el deshierbo continuo llegando a medir hasta 1.62 mientras que cuando no se realizó ningún deshierbo la altura de planta de yacón solo llegó a medir 42.5 cm, c) El incremento de la materia verde de las

malezas fue en forma ascendente, alcanzando el mayor peso en la 24^{ava} SDH y cuando no se hizo ningún deshierbo, presentando 30 192.3 y 33 211.5 kg.ha⁻¹, respectivamente. d) De igual forma, el incremento de la materia seca fue en forma ascendente observándose que a la 24^{ava} SDH y sin deshierbo se registró 10 434.5 y 12 521.4 kg.ha⁻¹, e) El periodo crítico de competencia de malezas se presentó a la 9^{na} SDS, f) Al evaluar los factores de precocidad, se encontró que la floración del yacón se da entre los 179 a 209 días después de la siembra; mientras que la cosecha se realizó entre los 261 a 279 días después de la siembra. g) Con relación al peso de corona por planta, realizando deshierbos continuos se obtiene 3.64 kg, mientras que al no realizar ningún deshierbo, se obtiene sólo 0.69 Kg de corona por planta, h) Para el peso de raíces por planta, se determinó que los deshierbos continuos producen 2.0 kg y sin deshierbo sólo produjo 0.15 kg de raíces reservantes por planta, i) En forma similar los deshierbos a la 9^{ma} semana, a la 12^{ava} semana y cuando se deshierbo continuamente, logra producir 12.05, 11.50 y 11,00 raíces por planta de yacón, respectivamente, j) En forma similar, el mayor peso de cada raíz se logró con deshierbo continuo, produciéndose 185.3 gr. de raíces reservantes por planta; por otro lado, cuando no se realiza ningún deshierbo solo produjo 51.6 gr. de raíz reservantes por planta, k) Con relación al rendimiento del yacón, se ha establecido que con deshierbos continuos se llegó a producir 38.04 tn.ha⁻¹ de raíces reservantes y cuando no se deshierba sólo se alcanzó a producir 2.95 tn.ha⁻¹. Se recomienda: a) Realizar el deshierbo a la 9^{na} SDS, para poder optimizar la rentabilidad del cultivo, b) Repetir el ensayo en otras épocas del año, en distintos pisos ecológicos y en diferentes campos de cultivo, c) Finalmente, promover y difundir el cultivo del yacón por sus cualidades nutraceuticas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALVA, J. 1987. Determinación de la época crítica de competencia de malezas, en el cultivo de maíz forrajero (*Zea mays*) en Wayllapampa a 2500 msnm. Tesis de Ing. Agrónomo. Facultad de Ciencias Agrarias. UNSCH- Ayacucho.
2. AMAYA, J. 2002. Desenvolvimiento de yacón (*Polymnia shonchifolia* Popp. & Ende. apartir de rizóforas y de yemas axilares, en diferentes espaciamientos. Tese do titulo do Doctor em Agronomia. Área de concentracao em horticultura. Universidade Estadual Paullista Julio de Hesquita Filho. Brasil. 89 p.
3. ARBIZU, C. y HERMANN, M. 1993. Algunos factores limitantes en el uso de raíces y tubérculos andinos y sus prioridades de investigación: expuesto en el curso taller internacional sobre agroecosistema andina. Lima - Perú.
4. AVRDC. 1990. Vegetable production training manual. Asian Vegetable Research and Development Center. Shanhua, Tainan. 447 pp.
5. BARRANTES, F. 1998. Fascículo 17: Patología de la raíces y cornos andinos. En Seminario, J (compilador). producción de raíces andinas: Fascículos. Manuales de Capacitación CIP. Centro Internacional de la Papa (CIP). Lima –Perú.
6. BAUTISTA, R. 1987. Comparativo de herbicidas para el control de malezas en el cultivo de zanahoria (*Daucus carota* L.), en Canaán a 2,750 msnm. Trabajo de Investigación. IIFCA. UNSCH. Ayacucho.
7. BAUTISTA, R. 2007. Manejo agrícola de malezas. imprenta AMISTAD. 1^{ra} Edic. UNSCH. Ayacucho-Perú.
8. BEINGOLEA, C 1991. Época crítica de competencia de malezas en el cultivo de la col “(*Brassica oleraceae* L.), Canaán 2,750 msnm. Tesis de Ing. Agrónomo. Facultad de Ciencias Agrarias. UNSCH- Ayacucho.
9. BULLON, A. 1985. Producción y protección vegetal de cultivos. Edit. jurídica. Lima – Perú.
10. BUSTIOS, R. 1999. Influencia del deshierbo y la fertilización orgánica mineral en el cultivo de la col, en Canaán a 2,750 msnm. Tesis de Ing. Agrónomo. Facultad de Ciencias Agrarias. UNSCH- Ayacucho.

11. CACÑAHUARAY A. R. 1996 Determinación de la época crítica de competencia de malezas en el cultivo de achita (*Amaranthus caudatus L.*) en Canaán a 2,750 msnm. Tesis de Ing. Agrónomo. Facultad de Ciencias Agrarias. UNSCH- Ayacucho.
12. CERNA, L. 1994. Manejo mejorado de malezas. 1^{ra} Edic. CONCYTEC. Trujillo – Perú
13. CERON, Francisco. 1987 Determinación de la época crítica de competencia de malezas en el cultivo del maíz (*Zea mays*) para grano, Var. PMV – 580 en Wayllapampa a 2,500 msnm. Tesis de Ing. Agrónomo. Facultad de Ciencias Agrarias. UNSCH- Ayacucho.
14. CHAPMAN, R. y CARTER, P. 1976. Producción agrícola; principios y prácticas. 1^{ra} Edic. Edit. Acribia. Zaragoza - España.
15. CIP. 2000. Yacón: Un dulce regalo de los andes al mundo, fuera de los andes. International Potato Center. www.cipotato.org.com.
16. CORNEJO, V. 1984. Malezas. UNSCH. Folleto de divulgación. Facultad de Ciencias Biológicas. UNSCH, Ayacucho.
17. DEMOLON, A. 1996. Crecimiento de vegetales cultivados. 1^{ra} Edic. España.
18. DETROUX, L. 1967. Los herbicidas y su empleo. Edit. Oikos Tau. España.
19. ESPINOZA, E. 2002. Manual de cultivo de yacón. 1^{ra} Edic. Universidad Nacional Emilio Valdizan. Huánuco – Perú.
20. FAO. 1986. Ecología y control de malezas perennes en América Latina. Roma – Italia.
21. GARCÍA Y FERNANDEZ. 1991. Fundamentos sobre mala hierbas y herbicidas. Edit. Mundi –Prensa. 1^{ra} Edic.. Madrid –España.
22. GODOY, L. 1986. Determinación de la época crítica de la competencia de malezas en el cultivo de la arveja en Wayllapampa a 2600 msnm. Tesis de Ing. Agrónomo. Facultad de Ciencias Agrarias. UNSCH- Ayacucho.
23. GRAU & REA, J. 1997. “Yacón *Smallanthus sochifolius*” (Poepp. & Endl.) H. Robinson. Raíces y tubérculos andinos: Ahipa, Arracacha, Maca, y Yacón. Instituto

de Investigación en Genética y Cosecha de Plantas. Roma Italia.
<http://www.cipotato.org/market/ARTChermann/yacon.pdf>.

24. HELFGOTT, S. 1986. Control de malezas. La Molina. Lima - Perú.
25. HERENCIA, C. 1987. Determinación de la época crítica de competencia de malezas en el cultivo del garbanzo en pampa del arco a 2761 msnm. Tesis de Ing. Agrónomo. Facultad de Ciencias Agrarias. UNSCH- Ayacucho.
26. HERMANN, M. & HELLER, J. 1999. Andean roots and tubers: Ajipa, Arracacha, Maca and Yacón. IPGRI. 256 pp. Art. Yacón. By Grau, A. & Rea, J. pp 199-238.
27. HOLDRIGE, L.R. 1979. Ecología basada en zonas de vida. San José de Costa Rica. IICA.
28. LABRADA R. y GARCÍA, F. 1998. Período crítico de competencia de malas hierbas en frijol (*Phaseolus vulgaris L.*). *Agrotecnia de Cuba* 10: 67-72.
29. LEON, J. 1964. Plantas alimenticias andinas. Boletín Técnico N° 06. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, Zona Andina. Lima.
30. MARZOCCA, A. 1976. Manual de malezas. Edit. Hemisferio sur. Argentina.
31. MAXIMOV, A. 1952. Fisiología vegetal. 3^{ra} Edic. Edit. Acme Agency. Buenos Aires – Argentina.
32. MENDIETA, Q. M. 2005. El Yacón: cultivo y producción. 1^{ra} Edic. Ediciones RIPALME. Lima – Perú.
33. MONTERO, O., 1987 Determinación de la época crítica de competencia de malezas en el cultivo del frijol en Wayllapampa a 2,500 msnm. Tesis de Ing. Agrónomo. Facultad de Ciencias Agrarias. UNSCH- Ayacucho.
34. MONTES, A y HOLLE, M. 1982 Enseñanza práctica de producción de hortalizas. San José - Costa Rica IICA.
35. MOSTACERO, J. y MEJIA, F. 1993. Taxonomía de fanerógamas peruanas. Lima – CONCYTEC. 599 pág.
36. NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. 1,982. Plantas nocivas y como combatirlas. Edit. Limusa. México.

37. NIETO J., BRONDO, J. y GONZALEZ , J. 1960. Critical periods of the crop growth cycle for competition from weeds. PANS (C) 14: 159-166.
38. NINA, V. 1996. El Cultivo de Llacón. Folleto N° 35-96. INIAA – Estación Experimental Andenes –Cuzco. PNIRGB. 19 pp.
39. OHYAMA, T. Y. y OTROS, 1990. El cultivo de Llacón. INIA. Folleto N°. 35-96. Lima, Perú.
40. ORELLANA, T. 1993. Determinación del periodo crítico de competencia de malezas en el cultivo de cebolla en canaán a 2,750 msnm. Tesis de Ing. Agrónomo. Facultad de Ciencias Agrarias. UNSCH- Ayacucho.
41. PEREA, F. C. 2008. Yacón peruano, dulce medicinal exportación. Universidad de San Martín de Porres. Lima - Perú.
42. PRIMO, E. 1958. Herbicidas y fitoreguladores. Edit. Aguilar. Madrid.
43. RIVAS, A. 1985. Determinación de la época crítica de competencia de malezas en el cultivo de maíz. Informe de prácticas pre -profesionales. UNSCH. Ayacucho – Perú.
44. RIVERA. 1993. Efecto del distanciamiento entre surcos y el número de deshierbos en el cultivo de col, en Canaán a 2,750 msnm. Tesis de Ing. Agrónomo. Facultad de Ciencias Agrarias. UNSCH- Ayacucho.
45. ROBBINS, CRAFTS y RAYNOR. 1955. Destrucción de malas hierbas. Edit. Hispanoamericana. México.
46. ROBINSON, H. 1978. Studies in the Heliantese (Asteraceae).XII.Re- establishment of the genes *Smallanthus*. Phytologia 39(1): 47- 53
47. ROBLES, E. 2004. Respuesta de la aplicación de oxifluorfen y números de deshierbos en el rendimiento de la cloriflor (*Brassica oleracea var. Botritis*) Canaán 2750 msnm. Tesis de Ing. Agrónomo. Facultad de Ciencias Agrarias. UNSCH- Ayacucho.
48. SEMINARIO, J. *et al.* 2003. El yacón: Fundamentos para el aprovechamiento de un recurso promisorio. Centro Internacional de la Papa (CIP). Universidad Nacional de Cajamarca. Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE). Lima – Perú.

49. SICHA. 1989. Determinación de la época crítica de competencia de malezas en el cultivo de la zanahoria en Canaán a 2,750 msnm. Tesis de Ing. Agrónomo. Facultad de Ciencias Agrarias. UNSCH- Ayacucho.
50. TAPIA, M. 1997. Cultivos andinos subexplotados y su aporte a la alimentación. Edic. FAO-FIAT/PANIS. Santiago de Chile. 273 pp.
51. TISCORNIA, J. R. 1989. Hortalizas de hoja. 1^{ra} Edic. Edit. Albatros. Buenos Aires - Argentina.
52. VALDERRAMA, C. M. 2005. Manual del cultivo de yacón. Convenio MINAG COSUDE. Cajamarca – Perú.
53. VAN, H. 1,981. Tomates. Edit. Trillas S.A. Manuales para la Educación Agropecuaria. México.
54. VIDALÓN .J. 2007. Influencia de la gallinaza y deshierbo en el rendimiento del yacón en Canaán a 2750 msnm. Ayacucho. Tesis de Ing. Agrónomo. Facultad de Ciencias Agrarias. UNSCH- Ayacucho.
55. VIETMEYER, N. 1989. Los cultivos olvidados de los incas. Revista Ceres de la FAO. 99-105.
56. VITTA. J. 2,002. Cátedra de malezas. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Rosario. CC14. 2,123 Zavalla. Argentina.
<http://www.fcagr.unr.edu.ar/malezas/Cursos.htm>

ANEXOS



MUESTREO DE MALEZAS EN EL CAMPO



PLANTA DE YACÓN EN BROTAMIENTO



ETAPA DE CRECIMIENTO Y DESARROLLO DE LA PLANTA DE YACÓN



PLANTA DE YACON VIGOROSA



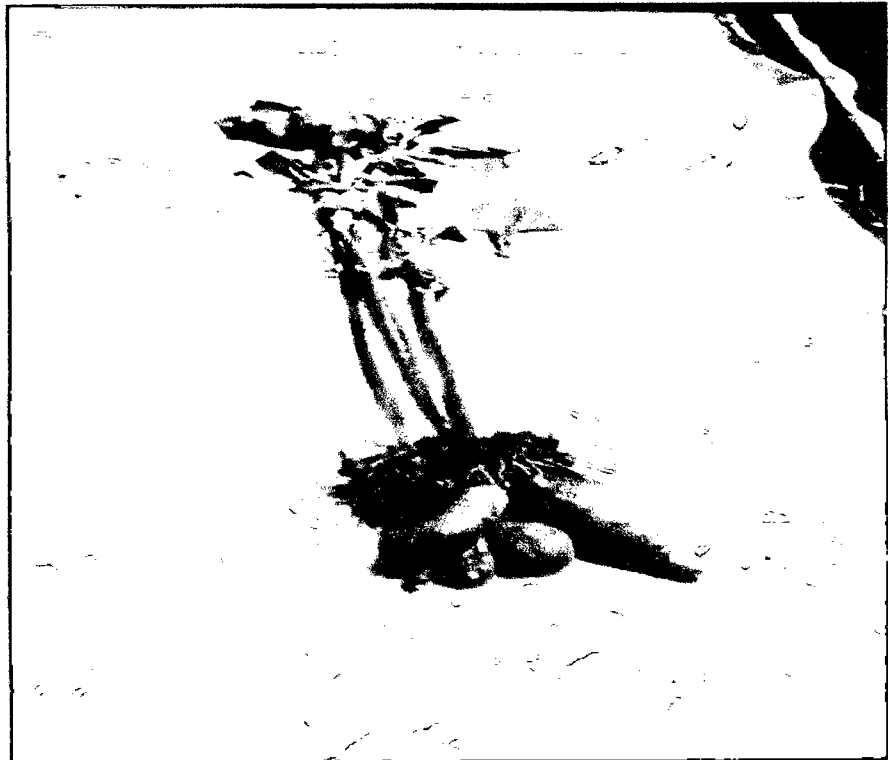
INICIO DE FLORACIÓN DE LA PLANTA DE YACON



CESE DE LA FLORACIÓN Y AMARILLA MIENTO DE LAS HOJAS DEL YACON



RAÍZ RESERVANTE DE YACON



PLANTA DE YACON

ESPECIES DE MALEZAS PRESENTES EN EL CAMPO DE CULTIVO



***Bidens pilosa* (Sillkai)**



***Portulaca oleracea* (Verdolaga)**



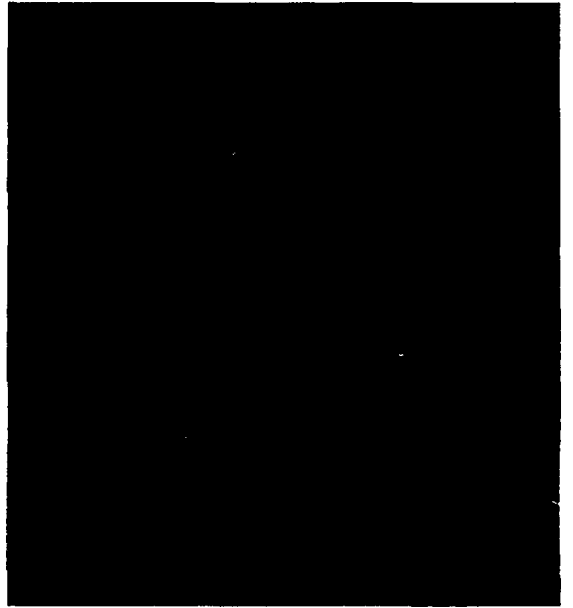
***Cyperus rotundus* (Coquito)**



***Brassica campestris* (Nabo Silvestre)**



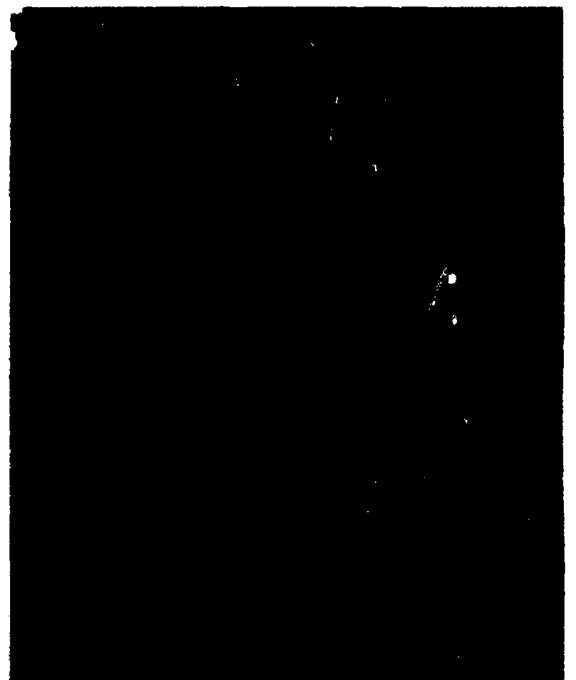
Galinsoga parviflora



Chenopodium album



Sonchus asper (Isqana)



Amaranthus spinosus (atajo)



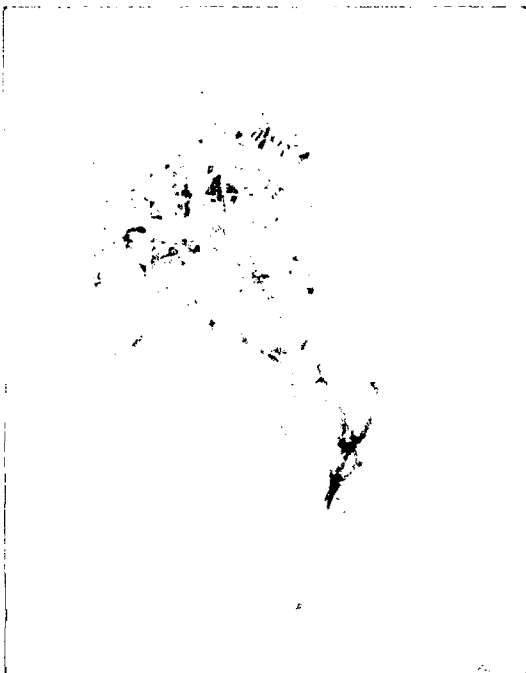
Raphanus raphanistrum

Raphanus raphanistrum

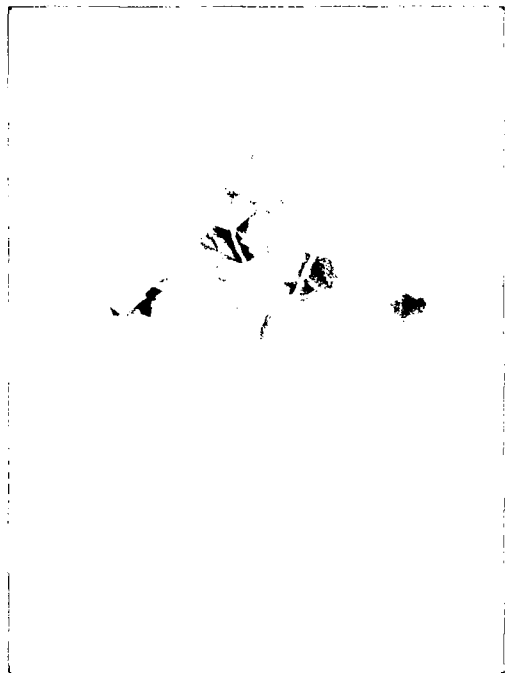


Arenaria sp

Arenaria sp



Oreganillo



Malva Estrella