

ACTAS DEL
VII CONGRESO
INTERNACIONAL
SOBRE CULTIVOS
ANDINOS

LA PAZ BOLIVIA 4 AL 8 DE FEBRERO DE 1991



EDITORES: D. MORALES Y J.J. VACHER



CRISTOM



ACTAS DEL VII CONGRESO INTERNACIONAL SOBRE CULTIVOS ANDINOS

La Paz - Bolivia, 4 al 8 de febrero

Editores

D. Morales y J.J. Vacher

IBTA

INSTITUTO BOLIVIANO DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

ORSTOM

L'INSTITUT FRANÇAIS DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE POUR LE
DEVELOPPEMENT EN COOPERATION

CIID-Canada

CENTRO INTERNACIONAL DE INVESTIGACION Y DESARROLLO

La Paz, 1992

**ANALISIS DE CRECIMIENTO, PRODUCCION DE BIOMASA Y POTENCIAL
DE RENDIMIENTO DE TRES CLONES DE MELLOCO
(*Ullucus tuberosus*)**

Carlos VIMOS y Carlos NIETO
Programa de Cultivos Andinos INIAP, Casilla 340. Quito, Ecuador

I. INTRODUCCION

El melloco, es un componente importante de la alimentación ecuatoriana, sin embargo, es una especie en la que se han realizado pocos estudios tendientes a mejorar su producción y productividad. Es necesario conocer su comportamiento fisiológico y su relación con el medio, no sólo para conducir adecuadamente su mejoramiento genético, sino para encontrar técnicas mejoradas de manejo.

Los objetivos de esta investigación fueron: analizar el crecimiento y medir el potencial de producción de biomasa para luego relacionarlos con las diferentes variables climáticas a través de tres años agrícolas (1987 a 1989).

II. MATERIALES Y METODOS

Este trabajo se realizó en la E.E. Santa Catalina del INIAP, ubicada a 3050 m.s.n.m., con 11 grados de temperatura promedio y 1400 mm de precipitación anual. Se utilizaron tres clones promisorios Ecu-763 (C1), Ecu-777 (C2) y Ecu-811 (C3), fueron sembrados en parcelas experimentales de 87,5 m² (7 surcos de 12,5 m x 1 m), con tres repeticiones. Se realizaron muestreos mensuales desde la siembra hasta la cosecha durante los tres años agrícolas.

En cada muestreo se tomaron cinco plantas, en las que se evaluaron la producción total de biomasa y por órganos, área foliar y otras variables biológicas, en base a las cuales se calcularon algunos índices fisiológicos y agronómicos de crecimiento como: Índice de Crecimiento Relativo (ICR), Índice de Asimilación Neta (IAN), Índice de Área Foliar (IAF), Eficiencia Energética (EE), Tasa de Producción de Materia Seca (TPMS) e Índice de Cosecha (K).

En el anexo 1, se presenta la distribución de las variables climáticas más importantes durante los tres años del experimento.

III. RESULTADOS Y DISCUSION

En el Cuadro 1, se presentan algunas características que expresan el crecimiento de los tres clones durante los tres años. Al analizar la variable altura de planta, se observó que durante 1987 el crecimiento fue lineal y bastante similar, para los tres clones hasta el sexto mes. Durante los años 1988 y 1989 la tendencia de crecimiento fue similar durante todo el ciclo, pero las magnitudes de crecimiento fueron inferiores para los tres clones en estudio, es decir que al comparar los tres años, se observó que el mayor alargamiento de tallos se presentó durante 1987, mientras que el clon de mayor crecimiento fue el C2 que llegó a 125, 80 y 80 cm en 1987, 1988 y 1989 respectivamente. Estos tamaños de plantas fueron parecidos a los obtenidos por Valladolid et al. (1982) en experimentos similares en Ayacucho Perú, así como los observados en años anteriores a este estudio para toda la colección de melloco (Vimos, 1987).

En cuanto a la producción de biomasa fresca y seca, se encontró que durante el primer año (1987), se presentaron las mayores producciones C1=2322, C2=2222 y C3=1342 g/planta de biomasa fresca y C1=457, C2=374 y C3=227 g/planta de biomasa seca, alcanzados al final del ciclo. Los valores medidos para 1988 y 1989 fueron considerablemente inferiores comparados con los del primer año, lo que ratifica la respuesta encontrada para altura de planta. Este comportamiento posiblemente indica que las precipitaciones altas de 1988 y 1989 (Anexo 1B,C) afectaron negativamente el desarrollo de este cultivo.

El peso seco de hojas, durante 1987 se incrementó hasta el quinto mes para los tres clones en estudio (C1=69, C2=84 y C3=60 g/planta), luego se observó una ligera disminución y finalmente un pequeño incremento. En los siguientes años, los valores se incrementaron de la misma forma hasta el quinto mes, pero decrecieron hasta el final del ciclo. Esto demuestra que el melloco tiene un aparato fotosintético significativo hasta el quinto mes del ciclo, pero la formación de tubérculos apareció a partir de cuarto mes, lo que significa que la actividad fotosintética fue relevante hasta el final del ciclo. No obstante lo anterior, los mayores valores de área foliar se alcanzaron durante el primer año, (C1=132, C2=130 y C3=98dm²/planta), al final del ciclo, mientras que en los siguientes años, los valores fueron bastante inferiores y, entre el quinto y sexto mes, se registraron los mayores. Todo esto demuestra que probablemente el melloco no requiere de una gran cantidad de hojas para la acumulación de biomasa en los tubérculos, una vez que éstos estén formados.

En el Cuadro 2, se presentan los índices agronómicos y fisiológicos del crecimiento, calculados en base a los datos de crecimiento. Se observó que los mayores incrementos de biomasa por unidad de biomasa inicial y por tiempo (ICR) en los tres clones, se presentaron durante 1987, los máximos valores se alcanzaron en el segundo mes de cultivo, después se presentó un decrecimiento desde 50 a 80% en el tercer mes, luego presentaron un ligero incremento durante el cuarto y quinto mes para finalmente disminuir. En los años siguientes, los máximos valores se alcanzaron en el primer mes, luego se observó un comportamiento similar al del primer año. En el Anexo 1, se puede observar que durante el primer año existió una buena precipitación en los dos primeros meses del ciclo, lo que no ocurre en 1988, que se presentó escasez de agua, y en cambio para 1989 existió demasiada precipitación, lo que originó una baja producción de biomasa.

En cuanto al incremento de biomasa por unidad de área foliar y por tiempo (IAN), los máximos valores se alcanzaron en los primeros meses, observándose un comportamiento similar durante los tres años para los tres clones en estudio. Esto indica que posiblemente al inicio del crecimiento los clones llegan a tener un relativo mayor porcentaje de hojas (tejido fotosintetizante productor de biomasa) en relación a los tallos, además de que las plantas jóvenes tienen sus hojas expuestas a la luz, de tal forma que aprovechan de mejor manera la energía radiante incidente. La tendencia decreciente observada hasta la cosecha, puede deberse al exceso de área folia, que posiblemente ocasionó un autosombreamiento y que no aprovecharon eficientemente la luz incidente, lo que originó una baja eficiencia por unidad de área foliar. Además se debe considerar que al cuarto mes aparece la formación de tubérculos, lo que posiblemente incide en el decrecimiento del IAN. En el tercer mes de crecimiento se observó un decrecimiento significativo del IAN, lo que puede deberse al manejo del cultivo, pues en esta época se realiza el aporque, lo que hace que mucho del tejido aéreo sea enterrado.

En el Cuadro 2, se presentan además los datos del porcentaje de energía lumínica que la planta transforma en energía química (EE). En los tres años, los máximos valores se alcanzaron, como es lógico, al final del ciclo y, en 1987 se obtuvieron los valores más altos con 0.76 0.63 y 0.38 para los clones 1, 2 y 3 respectivamente, lo que indica una respuesta favorable de los clones a las condiciones climáticas de este año agrícola (alta luminosidad y baja precipitación), Anexo 1. Estos índices de eficiencia energética son altos para una planta C3 como es el melloco, y reflejan la capacidad de adaptación de la planta a las condiciones de altura y de alta nubosidad, propios de la zona andina.

En lo referente al índice de cosecha (K), los mejores índices se obtuvieron en 1988 con 77%, 80% y 70% para los clones 1, 2, y 3 respectivamente. Como esto indica la relación entre la parte aprovechable en este caso, los tubérculos y biomasa total, se evidencia una vez más la capacidad de producción de este tubérculo; pues tiene una gran facilidad para acumular materia seca en los tubérculos y por lo tanto un gran potencial de producción.

CUADRO 1. ALGUNAS CARACTERISTICAS BIOLÓGICAS DE TRES CLONES DE MELLOCO EN DIFERENTES EPOCAS DE CRECIMIENTO EN SANTA CATALINA DURANTE 1987 a 1989

MES	ALTURA de PLANTA (cm)			PESO FRESCO PLANTA (g)			PESO SECO PLANTA (g)			PESO SECO HOJAS (g)			PESO SECO TUBERCULOS (g)			AREA FOLIAR (dm2)		
	C1	C2	C3	C1	C2	C3	C1	C2	C3	C1	C2	C3	C1	C2	C3	C1	C2	C3
1987																		
1	7.67	7.67	7.67	2.29	0.65	0.88	0.12	0.05	0.07									
2	14.33	16.67	15.00	37.87	25.81	18.18	2.99	1.79	1.37	1.58	0.99	0.84				4.66	2.91	2.2
3	24.33	30.00	20.33	261.80	263.87	125.40	13.10	11.51	6.88	8.00	6.90	4.66				37.67	29.55	15.3
4	33.67	43.00	29.00	855.93	1143.27	577.53	53.86	186.92	37.95	29.07	33.32	25.29	0.20	0.00	0.55	45.60	50.63	34.6
5	61.33	71.67	44.33	1690.86	2088.80	1163.40	166.25	186.92	110.26	69.56	84.83	60.69	2.87	7.78	7.73	109.16	105.19	69.0
6	89.33	122.33	86.33	2286.67	2346.00	1160.87	244.30	255.43	120.99	55.24	62.28	42.50	20.13	30.29	28.93	98.11	118.36	66
7	107.67	125.00	78.67	2322.00	2222.40	1342.67	457.27	374.99	227.93	64.67	60.73	62.57	152.51	182.39	108.87	132.46	130.07	98.2
1988																		
1	7.33	7.00	7.33	2.87	1.26	0.61	1.91	0.69	0.32									
2	11.67	8.67	8.00	82.54	53.19	39.60	4.00	2.44	1.66	2.92	1.74	1.16				5.97	3.73	2.4
3	23.67	20.00	13.33	361.80	261.80	153.73	19.44	15.70	9.24	11.81	10.03	6.70				26.50	23.65	13.1
4	36.00	48.00	19.33	643.13	545.60	347.53	63.49	48.77	31.81	26.39	22.93	20.28	7.11	4.21	0.45	29.13	36.01	24.3
5	48.00	57.67	37.33	830.60	673.13	447.60	81.52	73.69	54.55	30.58	23.37	20.46	9.45	26.33	18.32	71.11	50.77	27.5
6	60.00	58.00	28.00	837.80	577.93	378.07	152.63	119.53	70.71	33.45	23.11	23.93	62.13	74.71	36.26	29.41	28.43	34.7
7	71.33	80.67	35.67	451.07	359.87	200.80	191.39	172.31	78.84	19.16	11.01	5.78	147.36	137.86	55.27	42.99	27.30	10.9
1989																		
1	7.00	6.33	5.67	2.61	2.81	2.34	0.41	0.44	0.39									
2	16.33	18.00	13.33	84.86	73.90	34.98	5.79	4.54	1.79	4.00	3.14	1.40				5.76	4.22	1.8
3	27.67	30.67	20.67	259.33	198.00	139.17	24.51	18.09	11.05	13.80	10.49	7.94				16.68	13.73	8.4
4	45.00	42.00	29.00	457.83	387.00	250.50	53.75	46.83	25.28	24.73	20.58	16.35	2.71	10.23	3.09	32.37	28.52	19.7
5	53.33	59.33	35.67	542.00	356.50	459.50	95.02	73.15	60.04	30.29	18.31	28.62	33.27	39.91	12.43	37.55	22.10	33.7
6	62.67	58.33	44.33	458.57	427.50	442.33	128.56	133.72	88.86	24.79	27.72	35.03	80.89	91.01	40.18	26.57	31.87	31.8
7	83.33	80.00	63.00	411.92	335.83	342.33	138.37	144.79	115.89	13.90	13.49	17.74	94.21	91.56	58.59	15.97	15.91	20.3

Cuadro 2. ALGUNOS INDICES DE CRECIMIENTO DE TRES CLONES DE MELLOCO EN SANTA CATALINA (INIAP)
DURANTE 1987 A 1989

MES.	INDICE DE CRECIMIENTO RELATIVO (g/semana)			INDICE DE ASIMILACION NETA (g/dm ² /semana)			INDICE DE AREA FOLIAR dm ² /dm ²			INDICE DE COSECHA (%)			TASA DE PRODUCCION M.S. (g/m ² /semana)			EFICIE. ENERGETICA (%)		
	C1	C2	C3	C1	C2	C3	C1	C2	C3	C1	C2	C3	C1	C2	C3	C1	C2	C3
1987																		
1	0.574	0.376	0.444										0.050	0.019	0.027			
2	0.756	0.835	0.704	0.885	0.795	0.727	0.093	0.058	0.046				1.339	0.813	0.608			
3	0.147	0.434	0.376	0.149	0.195	0.188	0.754	0.591	0.307				4.719	2.997	2.573			
4	0.330	0.409	0.398	0.230	0.328	0.306	0.912	1.013	0.693	0.37	0.00	1.44	19.020	25.645	14.501	0.15	0.00	0.11
5	0.263	0.241	0.249	0.360	0.377	0.366	2.183	2.104	1.038	1.73	4.16	7.01	52.405	56.211	36.543	0.37	0.42	0.25
6	0.090	0.073	0.022	0.176	0.143	0.037	1.962	2.367	1.335	8.24	14.99	23.91	36.470	31.973	5.007	0.46	0.49	0.23
7	0.146	0.083	0.148	0.434	0.225	0.306	2.650	2.602	1.966	33.55	48.64	47.77	99.387	55.795	49.905	0.76	0.63	0.30
1988																		
1	1.226	0.989	0.809										0.888	0.317	0.145			
2	0.172	0.293	0.384	0.523	0.647	0.699	0.120	0.075	0.050				0.975	0.813	0.625			
3	0.369	0.440	0.401	0.261	0.283	0.277	0.530	0.473	0.263				7.202	6.190	3.537			
4	0.276	0.265	0.289	0.370	0.273	0.290	0.583	0.720	0.487	11.20	8.64	1.42	20.558	15.434	10.534	0.18	0.13	0.01
5	0.058	0.096	0.126	0.089	0.135	0.205	1.422	1.015	0.551	11.60	35.74	33.60	8.414	11.626	10.609	0.18	0.16	0.17
6	0.146	0.113	0.061	0.310	0.278	0.222	0.788	0.569	0.695	40.70	62.50	51.28	33.185	21.395	7.543	0.30	0.24	0.14
7	0.053	0.085	0.025	0.220	0.442	0.092	0.860	0.546	0.218	77.10	80.01	70.11	18.087	24.629	3.794	0.33	0.30	0.14
1989																		
1	0.868	0.883	0.853										0.188	0.201	0.176			
2	0.616	0.545	0.358	1.388	1.374	0.918	0.115	0.084	0.037				2.511	1.913	0.656			
3	0.336	0.323	0.424	0.425	0.392	0.497	0.334	0.275	0.170				8.733	6.325	4.318			
4	0.183	0.222	0.193	0.288	0.332	0.249	0.648	0.570	0.395	5.04	21.85	12.24	13.649	13.412	6.642	0.18	0.16	0.08
5	0.133	0.104	0.202	0.276	0.244	0.311	0.951	0.442	0.674	35.02	54.57	20.71	19.258	12.794	16.221	0.25	0.20	0.16
6	0.071	0.141	0.092	0.247	0.530	0.205	0.531	0.640	0.637	62.92	68.06	45.22	15.652	28.268	13.449	0.29	0.30	0.20
7	0.017	0.019	0.062	0.110	0.113	0.246	0.319	0.318	0.408	68.09	63.24	50.56	4.579	5.167	12.613	0.26	0.28	0.22

Al analizar las variables agronómicas tomadas una sola vez durante el ciclo (Cuadro 3), se observó que como el más precoz, se presentó el clon Ecu-763 con 225 días a la cosecha, mientras que los mejores rendimientos se alcanzaron con el clon Ecu-777 con 20356 kg/ha en promedio. Así mismo, al analizar el efecto de los años, se observó que en 1989 los tres clones fueron más precoces y en 1987 se alcanzaron los mejores rendimientos de tubérculos con 23813 kg/ha de promedio.

Cuadro 3. Algunas variables de respuesta del crecimiento de tres clones de melloco durante 1987 a 1989 en Sta.Catalina.

CLON/ AÑO	D I A S			RENDIMIENTO			
	Alt. Plan . (cm)	FLOR	TUBER	COS	kg/Ha		
ECU-763	90	94	118	225	131	18718	73
ECU-777	102	100	106	226	137	20356	59
ECU-811	57	109	117	228	74	13731	43
1987	104	113	114	226	148	23813	95
1988	63	101	118	220	114	16473	50
1989	83	89	109	219	81	12500	31
X	83	101	114	226	114	17602	59
C.V. (%)	8.3	2.4	1.7	0.7	37.4	21.2	30.2
F. LINEAS	2.3**	94.4**	119.9**	14.5**	5.4*	7.67*	6.1*
F. AÑOS	16.5**	225.3**	48.1**	593**	5.9*	21.3**	30.7**
F. LxA	0.1NS	19.4**	12.0**	14.5**	0.6NS	3.9*	1.9NS

IV. CONCLUSIONES

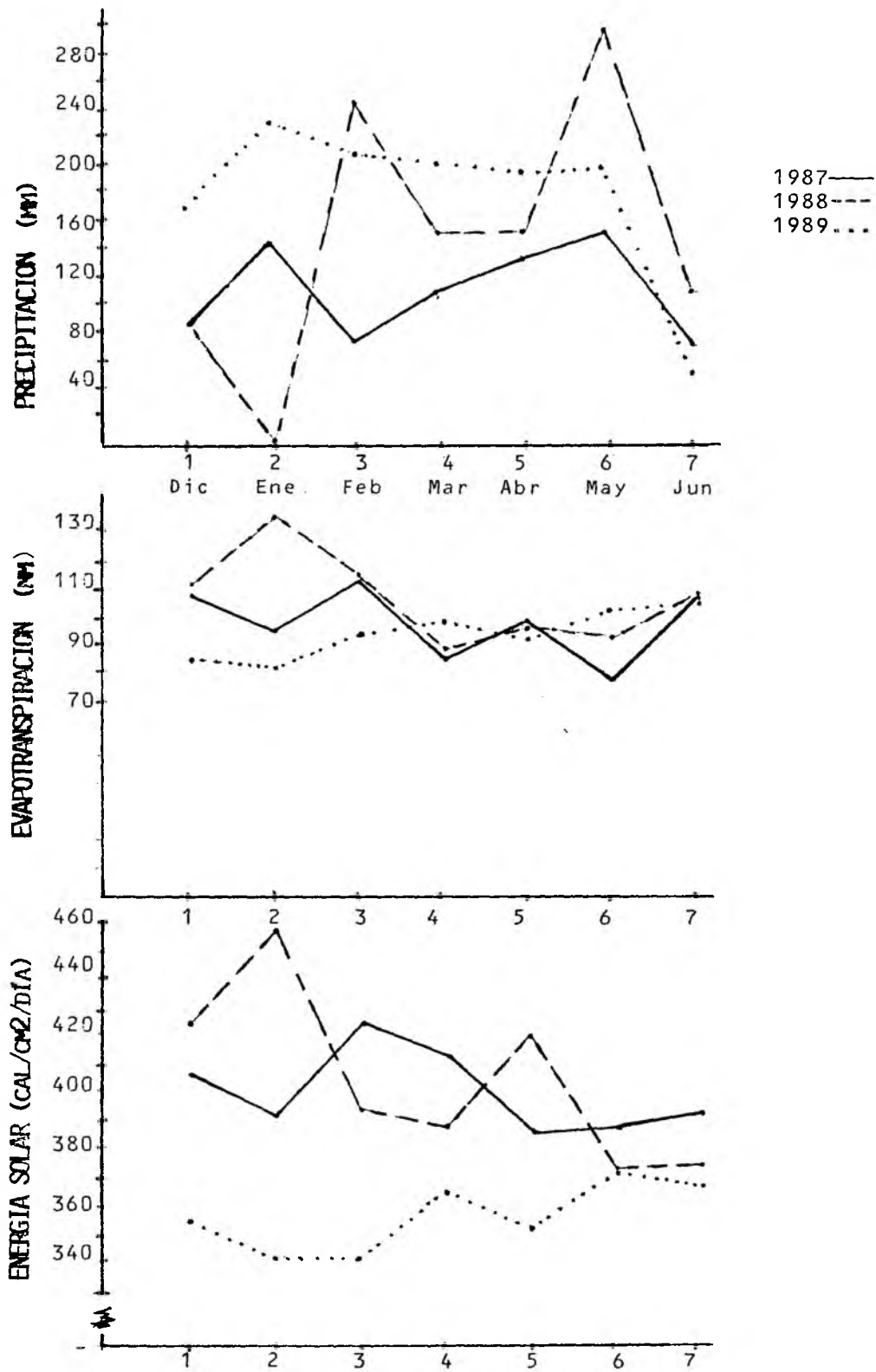
Durante 1987, se alcanzaron los más altos valores de crecimiento como altura de planta, biomasa fresca y seca, peso seco de hojas, peso de tallos, peso seco de tubérculos y área foliar, para los tres clones estudiados, lo que puede ser la respuesta a las mejores condiciones meteorológicas que se presentaron durante este año (lluvia y evapotranspiración equilibrada, temperatura bien distribuida y luminosidad mayor durante el ciclo).

El clon 1 (Ecu-763), alcanzó los máximos valores de biomasa fresca y seca y área foliar, en tanto que el clon 2, alcanzó el máximo alargamiento de tallos, mayor peso de tubérculos en promedio durante los tres años en estudio, por lo que estos materiales deberían ser considerados en futuros experimentos, sobre todo de mejoramiento genético, para aprovechar su potencial de crecimiento y sus mejores características fisiológicas.

La formación de tubérculos en los tres clones se inició al cuarto mes, a partir del cual se observó una actividad fotosintética significativa, a pesar de que el aparato fotosintético (hojas) disminuyó considerablemente.

El Melloco es una especie que no tolera períodos de exceso de lluvias, posiblemente debido a que viene acompañado de una marcada disminución en la luminosidad, estos fenómenos no sólo afectan su actividad fotosintética sino también su rendimiento.

Las labores culturales, especialmente el aporque parecen afectar momentáneamente el crecimiento de melloco, por la cantidad de tejidos que quedan bajo tierra, pero la planta presentó una alta capacidad de recuperación de asimilación neta con los tejidos que quedan expuestos.



Anexo 1. Distribución de algunas variables climáticas en Santa Catalina durante 1987 a 1989. A. Precipitación, B. E vapotranspiración y C. Energía Radiante, en Sta. Catalina

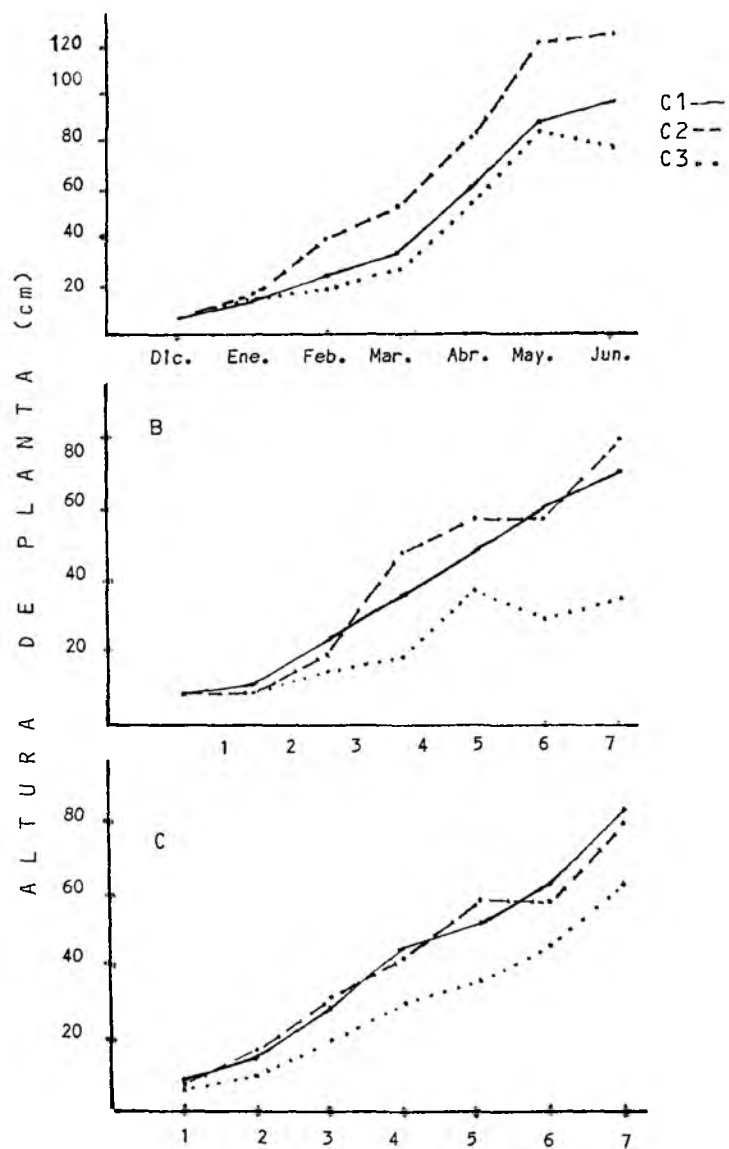


Fig. 1. Distribución de la Altura de Planta de tres clones de melloco. A. 1987, B. 1988 y C. 1989, en Santa Catalina

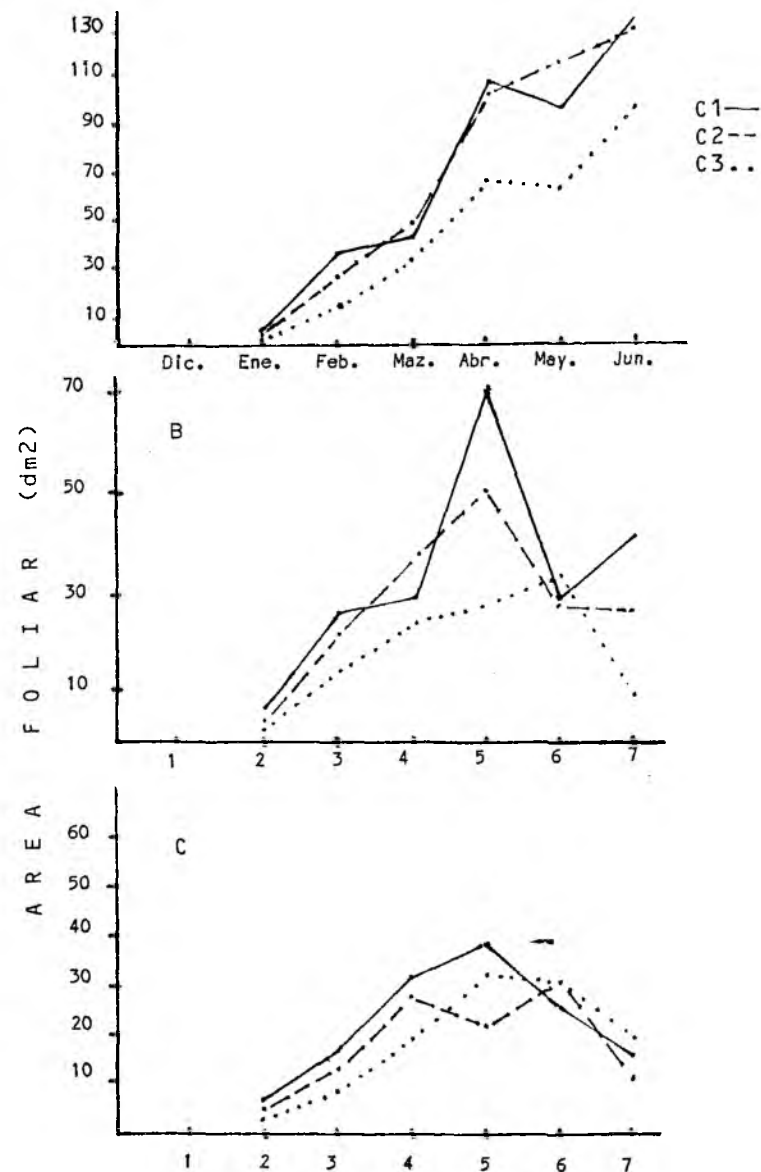


Fig. 2. Distribución del Area Foliar de tres clones de melloco A. 1987, B. 1988 y C. 1989, en Santa Catalina

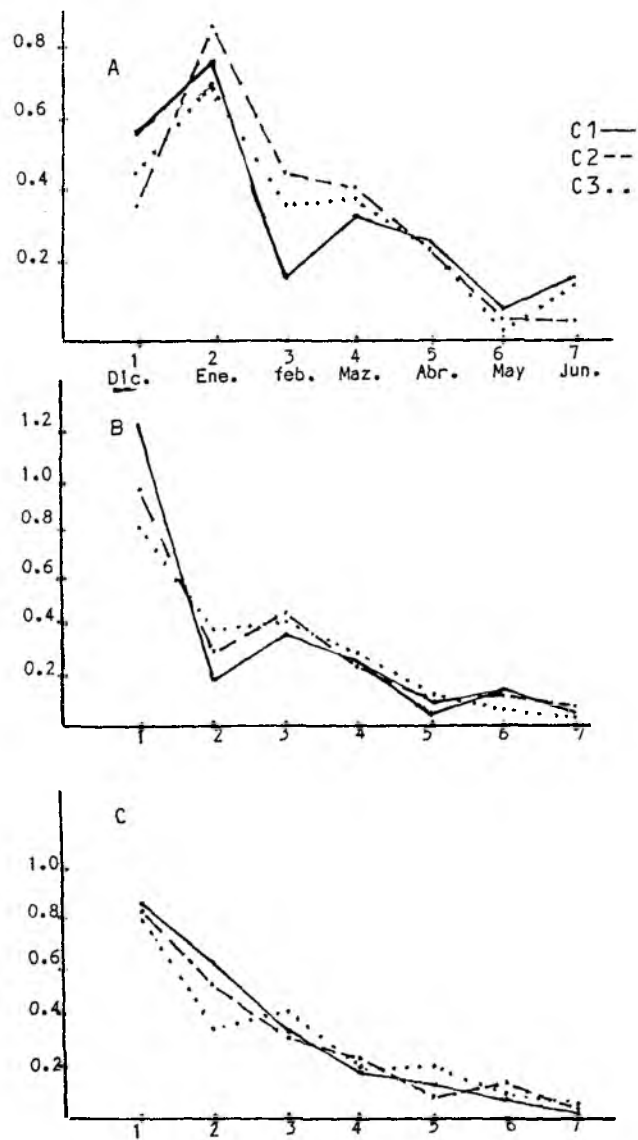


Fig. 3. Distribución del Índice de Crecimiento Relativo (ICR) de tres clones de melocho. A. 1987, B. 1988 y C. 1989. En Santa Catalina.

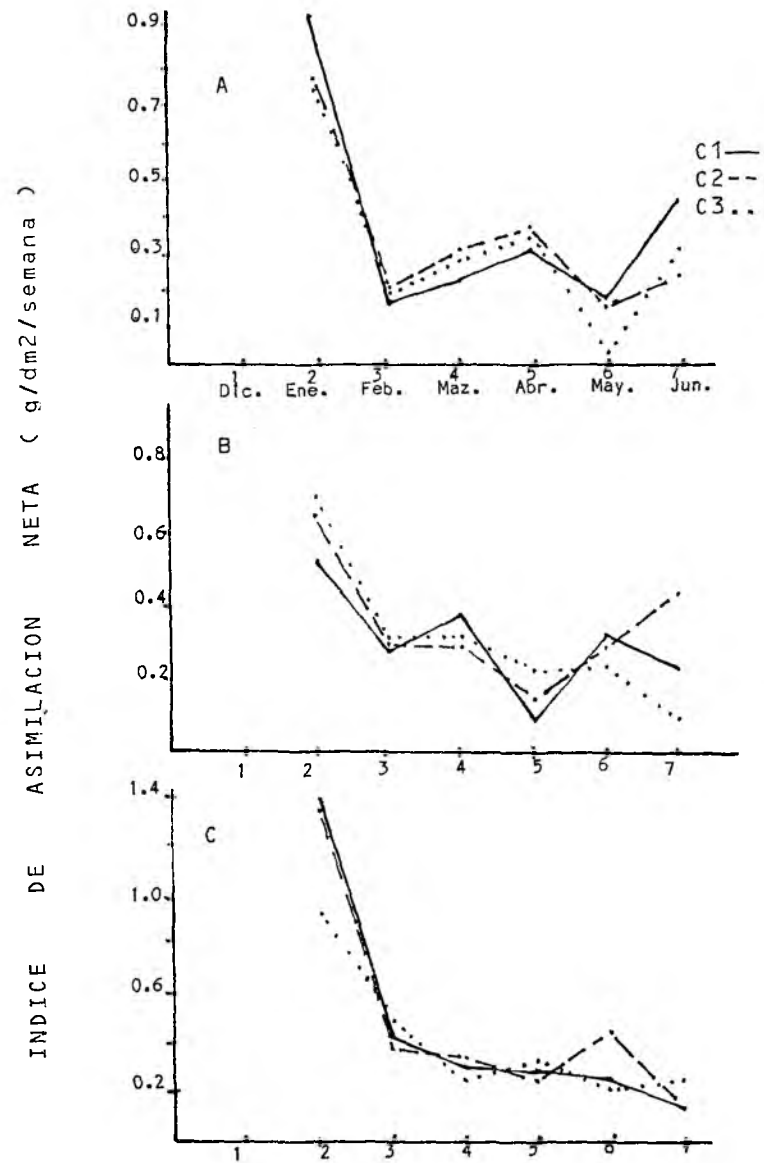


Fig. 4. Distribución del Índice de Asimilación Neta (IAN) de tres clones de melocho. A. 1987, B. 1988 y C. 1989. En Santa Catalina.

V. BIBLIOGRAFIA

- ECUADOR, 1987-1989. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Programa de Cultivos Andinos. Informes Anuales. Quito, Ecuador.
- NIETO, C. OCHOA, J., 1988. Análisis de crecimiento, producción de biomasa y potencial de rendimiento de tres variedades de quinua En: VI Congreso Internacional sobre Cultivos Andinos. Quito, mayo 30 a junio 2 de 1988. Quito, Ecuador. pp. 86-94.
- NIETO, C., 1986. Análisis de crecimiento y respuesta al fotoperíodo de seis especies de *Amaranthus*. Tesis Master Science. Turrialba, Costa Rica. CATIE. Departamento de Producción Vegetal. p. 101.
- VALLADOLID, J. et al., 1982. Análisis de Crecimiento de tres especies de plantas tuberosas andinas bajo condiciones de secano en Allpachaka-Ayacucho. En: III Congreso Internacional de Cultivos Andinos. La Paz, Bolivia, febrero 8 a 12 de 1982. La Paz, IBTA/CIID. pp. 377-389.
- VIMOS C. 1987. Caracterización y Evaluación agronómica de 90 entradas de Melloco, 48 de Oca y 36 de Mashua, del Banco de Germoplasma del INIAP. Tesis Ingeniero Agrónomo. ESPOCH. Riobamba, Ecuador. p. 126.