

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE AGRONOMIA

ESCUELA DE SANIDAD VEGETAL

TRABAJO DE DIPLOMA

**EVALUACION ECONOMICA DE DIFERENTES CRITERIOS DE
APLICACION PARA EL CONTROL DE *Plutella xylostella* L EN EL
CULTIVO DE REPOLLO (*Brassica oleracea* L) EN EPOCA DE PRIMERA.**

Autor: Br. Jeanine Pineda Tinoco.

Presentada a la consideración del Honorable Tribunal Examinador como requisito final para optar al grado de Ingeniero Agrónomo.

Managua, Nicaragua. 1993.

DEDICATORIA

A Dios

A mis padres Oscar Pineda y Alejandra Tinoco por haberme dado la vida y junto a ella todo el apoyo moral y económico para llegar a la meta final.

A mis hermanos José, Jorge y Elin Pineda Tinoco.

A mis sobrinos Fátima Pineda y Oscar Martínez Pineda.

A Manuel Díaz Gómez por brindarme todo su apoyo.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi asesor Ing. M.Sc. Freddy Miranda Ortiz por haberme conducido a la culminación de este trabajo quien puso todo su tiempo y conocimiento.

Agradezco a la Escuela de Sanidad Vegetal-UNA por facilitarme todos los recursos necesarios para realizar este trabajo en la persona del Ing. M.Sc. Grerorio Varela Ochoa.

Al Ph.D. Falguni Guharay por brindarme su amistad y la orientación necesaria para la finalización de este trabajo.

A todos mis profesores, por darme todos los conocimientos necesarios en mi formación profesional, al personal administrativo especialmente a la secretaria Lorena López.

Al Colectivo MIP-Repollo Ing. Martha Zamora, a mis compañeros Elverth Méndez, Juan Ayerdis, y Mercedita Ríos, por su compañerismo y apoyo incondicional .

Al Personal Médico y Paramédico del Hospital Escuela Alejandro Dávila Bolaños y en particular a los Drs Franklin Martínez, Anael Mairena, y Ernesto Mondragón.

CONTENIDO

Dedicatoria	i
Agradecimiento	ii
Contenido	iii
Indice de Cuadros	iv
Indice de Figura	v
Resumen	vi
I. Introducción	1
II. Materiales y Métodos	4
III. Resultados y Discusión	10
1. Incidencia de plagas y enemigos naturales en los diferentes tratamientos evaluados en el cultivo de repollo	10
2. Rendimiento y Calidad del repollo	15
3. Análisis económico	19
IV. Conclusiones	29
V. Recomendaciones	30
VI. Bibliografía citada	31
VII Anexos	35

LISTA DE CUADROS

CUADRO 1. Tratamientos evaluados durante el experimento en época de primera. La Concepción, Masaya, 1991	7
CUADRO 2. Incidencia de <i>F. xylosteella</i> por planta en los diferentes tratamientos aplicados al cultivo de repollo	13
CUADRO 3. Incidencia de Arañas por planta en los diferentes tratamientos aplicados al cultivo del repollo en cada una de sus etapas	14
CUADRO 4. Análisis de varianza para el rendimiento y calidad del repollo en cada uno de los umbrales de estudio	17
CUADRO 5. Número de aplicaciones y análisis estadístico en cada uno de los diferentes umbrales de estudio	18
CUADRO 6. Presupuesto parcial de los Beneficios netos y los costos variables en dólares en cada uno de los umbrales utilizados. La Concepción, Masaya, 1991	21
CUADRO 7. Análisis de Dominancia	22
CUADRO 8. Análisis Marginal de los Beneficios netos	23
CUADRO 9. Análisis de Dominancia. Rendimiento repeticiones con promedios más bajos	26
CUADRO 10. Análisis Marginal de los beneficios netos mínimos promedio de cuatro repeticiones	26
CUADRO 11. Análisis de Sensibilidad con una disminución del 95.8% del precio del repollo y aumento del 5,300% del precio del insecticida. La Concepción, Masaya, 1991	28

LISTA DE FIGURA

Figura 1. Fluctuaciones de población de *P. xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) en los diferentes tratamientos comparadas con el testigo

11

RESUMEN

Con el objetivo de encontrar el mejor criterio de aplicación para el manejo de *P. xylosteella* en el cultivo del repollo, se realizó un experimento a nivel de campo en época de primera, Mayo-Agosto, 1991 en la Concepción-Masaya (IV Región de Nicaragua). Los tratamientos evaluados fueron : 0.1; 0.3; 0.5; 0.7; 0.9; y 1.2 larvas por planta, sin control y calendarizado.

Se mantuvieron los diferentes criterios de esta plaga utilizando aplicaciones semanales del insecticida Javelin WG NRD-12 *Bacillus thuringiensis* sub spp Kurstaki a una dosis de 783 gr/ha. La incidencia de *P. xylosteella* no fue significativa durante la fase de establecimiento del cultivo del repollo (0-30 días después del trasplante), oscilando entre 0.01-0.07 larvas por planta. No así en las etapas posteriores comprendidas entre 30-90 días después del trasplante, se registraron poblaciones altas hasta 2.30 larvas por planta encontrándose diferencias significativas. Esta incidencia en la última etapa afecta a las variables: daño foliar, precio e ingreso bruto.

Se tomaron datos sobre los costos agrícolas de cada uno de los tratamientos y sus respectivos rendimientos. Se analizaron mediante el análisis de presupuestos parciales incluyendo un análisis de retorno mínimo y un análisis de sensibilidad de los precios del producto final.

El análisis económico mostró que para una producción de repollo rentable, es necesario el uso de plaguicidas utilizando umbrales de aplicación que permitan mantener la rentabilidad del cultivo y los niveles poblacionales de la plaga. Tal es el caso del umbral 0.5 larvas por planta que demostró presentar estas características aún en las peores condiciones de producción, al igual que cuando existen cambios en el precio del insecticida y el precio del repollo, es decir que cuando existe un aumento de 5,300% en el precio del insecticida y una disminución de 95.8% en el precio del repollo este umbral mantiene una tasa de retorno marginal similar a la tasa mínima comparativa de 125%.

I. INTRODUCCION

El problema de plagas en el cultivo del repollo (*Brassica oleracea* L) es muy complejo y su efecto incide significativamente en el rendimiento y calidad porque éstas atacan directamente la parte comercializable del cultivo.

Se estima que el costo de producción promedio por hectárea para el área centroamericana oscila entre U.S \$ 800.00 a U.S \$ 1,342.00 de los cuales se invierte entre 20-35 % en el control de plagas. Un alto porcentaje del costo de control se concentra en el combate de *P. xylosteella* (L.) (Lepidóptera:Plutellidae). (CATIE, 1990)

En Nicaragua el uso de plaguicidas ha sido probablemente el más intenso en Centro América (Castillo, 1988), donde el agricultor para realizar el control de la plaga aplica estos en forma calendarizada lo cual significa un elevado costo de producción. Miranda (1989) menciona que los agricultores en el caso del cultivo de repollo realizan aplicaciones cada 4-8 días sin ningún criterio económico.

La aplicación calendarizada de plaguicidas no considera el nivel de infestación de la plaga, ni el nivel de pérdida correspondiente. Dicha técnica de combate eleva los costos de producción, ocasiona contaminación ambiental y la presencia de residuos tóxicos, trae consecuencias negativas sobre la salud humana, crea resistencia de la plaga a los insecticidas, y elimina los enemigos naturales (Mora, 1990).

Una técnica fundamental en el manejo integrado de plagas es el umbral de decisión. La idea básica del umbral es monitorear la plaga y aplicar el plaguicida cuando la infestación es tal que justifique el costo de control (Calvo et al. 1989). Según Hruska y Rosset (1987) **Nivel de Daño Económico** (NDE) es la densidad poblacional de la plaga a la cual el costo de control iguala al beneficio de control.

El concepto, en general consiste en soportar la presencia de la plaga hasta el punto que cause suficiente daño como para que el beneficio de su control justifique su costo. El umbral económico entonces, será el nivel mínimo de la población donde el beneficio marginal del control es igual a su costo marginal. (French, 1989).

Ante las consecuencias provocadas por el manejo inadecuado de la plaga en Nicaragua y otros países de la región, se hace necesario el uso de tácticas de control que permitan la obtención de una producción económicamente rentable y ambiental.

Tal es el caso de métodos de muestreos y el establecimiento de umbrales económicos con el propósito de maximizar la rentabilidad económica de las decisiones que tome el productor sobre el control de plagas utilizando el criterio de ganancia (Rosset, 1991).

Anteriormente algunos autores difieren en el uso de umbrales como criterio de aplicación entre los cuales se mencionan:

Rodríguez, (1982) recomienda 0.5 larvas por planta, Calderón y Andrews (1984):1 larva por planta, Varela (1988):1 larva por planta , Miranda (1989):0.2 larvas por planta y Rodríguez (1992):0.5 larvas por planta.

Este estudio se realizó como un seguimiento al uso mínimo de plaguicidas basados en la utilización de umbrales económicos, con la finalidad de determinar el umbral de aplicación más conveniente sin que ocurra pérdida de calidad del repollo, utilizando un insecticida microbial (Javelin) con la siguiente formulación comercial:raza NRD-12 *Bacillus thuringiensis* subsp Kurstaki con 32000 unidades internacionales (de potencia por miligramo) (Sandoz, 1990). Tomando en cuenta la posibilidad que se presenta en el uso mínimo de plaguicidas planteamos el siguiente objetivo:

Determinar el criterio de aplicación más efectivo y rentable contra *Plutella xylostella* (L) en el cultivo del repollo (*Brassica oleracea* L).

II. MATERIALES Y METODOS

Localización del ensayo:

Este trabajo se realizó entre los meses de Mayo-Agosto de 1991 en el municipio de la Concepción departamento de Masaya, en la propiedad del productor privado Javier Eslaquit; ubicado a 454 msnm. La precipitación promedio mensual es de 114.37 mm, la temperatura mínima y máxima es de 22.6 y 27.8 °C respectivamente. La humedad relativa promedio fué de 83.23% y la mínima de 74%.

Preparación del semillero:

Se utilizó semilla del híbrido Izalco, desinfectando el suelo con Bravo 500 a razón de 50 gr/ bomba de 20 l. En el semillero se aplicó fertilizante completo 12-30-10, así como cuatro aplicaciones de Dithane M-45 y dos de clorotalonil a razón de 1onz/ bomba de 20 l respectivamente. El trasplante se realizó un mes después de establecido el semillero con una distancia de siembra de 0.5 m entre surco y 0.5 m entre planta para estimar una densidad poblacional de 40,000 plantas/ha. Se fertilizó a los 8 días después del trasplante con fertilizante completo N-P-K (12-30-10) a razón de 259.09 Kg/ha; a los 25 (DDT) y a los 45 (DDT) se aplicó de manera fraccionada fertilizantes nitrogenados a razón de 129.09 Kg/ha.
fertilizantes nitrogenados a razón de 129.09 Kg/ha.

Diseño experimental:

Se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar con cuatro repeticiones y ocho tratamientos. En el cuadro 1 se hace una

descripción de los tratamientos utilizados. Cada parcela experimental constó de ocho surcos de 5 m de largo por 4 m de ancho con una distancia entre surco de 0.5 m y una distancia entre parcela de 0.5 m para estimar una población de plantas por parcela experimental de 80 plantas.

Aplicaciones

Las aplicaciones se hicieron semanalmente utilizando una bomba de mochila de 20 litros iniciándolas a los 21 (DDT), para el tratamiento calendarizado con un total de siete aplicaciones durante el ciclo del cultivo; para el resto de los tratamientos se realizó aplicación si se alcanzaba el umbral de aplicación establecido (umbral de acción) manteniéndose constantes semanalmente durante siete días antes de la cosecha. Estas evaluaciones se efectuaron con el insecticida microbial Javelin W.G a base de la bacteria *Bacillus thuringiensis* Berliner subsp Kurstaki raza NDR-12 con 6.5% ingrediente activo (Sandoz, 1990) a dosis de 0.78 Kg/ha. Durante las primeras dos semanas de establecido el cultivo no se realizó ninguna aplicación debido a que en los recuentos semanales los promedios de la plaga fueron de cero, esto para el tratamiento calendarizado. Un resultado similar obtuvo Miranda (1989) en el que encontró que no era necesario aplicar los primeros 40 (DDT) debido a que la incidencia de la plaga no era significativa y la no aplicación trae consigo la disminución de los costos de protección.

Métodos de muestreos:

Cada semana se revisaron 10 plantas escogidas al azar en cada parcela. Se tomó el número de larvas vivas de *Plutella xylostella* por planta e insectos benéficos (Andrews, 1984). Al momento de la cosecha se tomaron 10 plantas al azar por parcela útil (8m²) y se registraron los datos de rendimiento y calidad del repollo, utilizando la escala de (Chalfant y Brett, 1975) para la evaluación de la cabeza de repollo de manera visual en el campo; a demás se utilizó el método de láminas graduadas de (Belder y Sediles, 1985). (Anexo 1).

El uso de ambas metodologías en el estudio, se consideró para obtener una mayor confiabilidad del daño real y el estimado, debido a que el uso de escalas es muy subjetivo e impreciso y el uso de láminas graduadas es más preciso. Esta suposición se basa en los resultados obtenidos en este estudio, y en resultados obtenidos por Horsfall (1978).

Precio del repollo:

El precio por cabeza se estimó seleccionando tres cabezas por parcela útil las que fueron valorizadas en el mercado Mayoreo de Managua, este proceso consistió en cuantificar el precio estimado por el productor al momento de la cosecha y el precio del intermediario para obtener un valor promedio del producto.

CUADRO 1. Tratamientos evaluados durante el experimento en época de primera.
La Concepción - Masaya. 1991.

Tratamientos	Momentos de aplicación
Nº 1	Sin aplicación
Nº 2	Según umbral 0.1 larvas por planta.
Nº 3	Según umbral 0.3 larvas por planta.
Nº 4	Según umbral 0.5 larvas por planta.
Nº 5	Según umbral 0.7 larvas por planta.
Nº 6	Según umbral 0.9 larvas por planta.
Nº 7	Según umbral 1.2 larvas por planta.
Nº 8	Aplicación calendarizada una vez por semana.

Analisis de datos

La efectividad de los tratamientos se calculó en base al número de larvas por planta, rendimiento y calidad. Para el análisis estadístico de los resultados, los datos de conteo de insectos se transformaron a raíz cuadrada de $(x+0.5)$. Posteriormente se realizó un análisis de varianza y pruebas de separación de medias según prueba de SNK y prueba de separación de medias por Tukey para la evaluación del rendimiento y la calidad del repollo.

Análisis económico:

Se efectuó un análisis económico para evaluar los diferentes umbrales establecidos para *Plutella xylostella* y para determinar cual de los umbrales sería el más rentable. La metodología utilizada fué la de presupuestos parciales, análisis de dominancia, análisis marginal de los beneficios netos (utilizado comúnmente para evaluar el potencial de nuevas técnicas para el productor), análisis marginal mínimo y finalmente análisis de sensibilidad. (Calvo., et al. 1989).

Análisis de presupuesto parcial. El presupuesto parcial es un método que permite organizar los datos experimentales con el fin de obtener los costos que varían y el beneficio neto de cada tratamiento; tomando en cuenta todos los costos que varían por tratamiento.

Análisis de dominancia. Este se realizó ordenando los tratamientos de menor a mayor total de los costos variables. Se dice entonces que un tratamiento es dominado cuando tiene beneficios netos menores o iguales a los de un tratamiento de costos variables más bajos.

Tasa de retorno marginal (TRM). Su propósito es revelar la manera en que el beneficio neto de una inversión aumenta conforme a la cantidad invertida y resulta de los beneficios netos marginales (incremento de beneficio neto) sobre los costos marginales (incremento en la inversión) expresada en porcentaje.

$$\text{TRM} = \frac{\text{Beneficios netos marginales}}{\text{Costos variables marginales}} \times 100$$

Tasa de retorno mínima. En este análisis se comparó el promedio de los beneficios netos más bajos de cada tratamiento no dominado; es decir que se utilizaron todos los datos disponibles, los peores resultados de cada tratamiento; y también para dar una idea del riesgo relativo entre las alternativas de una recomendación.

Análisis de sensibilidad. Tuvo como objetivo variar el precio del insecticida y el precio del repollo, dentro de límites razonables respecto a la recomendación original, para determinar si el orden de las alternativas se ve afectado. (CIMMIT, 1989).

III. RESULTADOS Y DISCUSION

3.1 *Plutella xylostella*

Se estudió su incidencia y niveles de daño respecto a los umbrales de prueba a fin de encontrar un nivel poblacional de la plaga en el que su manejo sea económicamente rentable y no hayan pérdidas en calidad y cantidad del producto. En la figura 1 se ilustran las fluctuaciones de la población de *P. xylostella* en cada tratamiento en comparación con el testigo, observándose que durante los primeros 35 (DDT) (etapa de establecimiento e inicio de la etapa de formación de cabezas), la población fue baja y similar en todos los tratamientos, luego se observó un pequeño ascenso hasta los 49 (DDT) disminuyendo rápidamente a los 56 (DDT); para el caso del testigo absoluto, umbral 0.1 larvas por planta. En el resto de los umbrales este leve aumento ocurrió a los 42 (DDT), sin embargo todos disminuyeron a los 56 (DDT). A partir de los 60 (DDT) las poblaciones fluctuaron alrededor del umbral establecido en cada tratamiento hasta la cosecha. En esta última etapa de cultivo se logró observar tres promedios de incidencia alta para el testigo, umbral 0.3 y 1.2 larvas por planta; media para los umbrales 0.5, 0.7, 0.9 larvas por planta y baja para el caso del umbral 0.1 larvas por planta y tratamiento calendarizado. La población aumenta a medida que el cultivo avanza en su desarrollo fenológico; situación que coincide con los resultados obtenidos por Varela (1988), Varela y Guharay (1988), Miranda (1989) los cuales mencionan que el incremento poblacional de *P. xylostella* está relacionado con las etapas de formación y llenado de cabezas consideradas como el período crítico para el ataque de esta plaga.

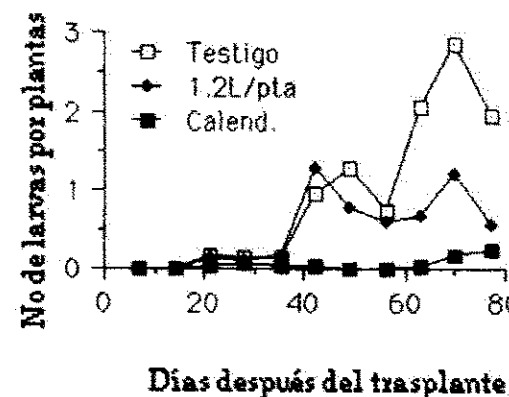
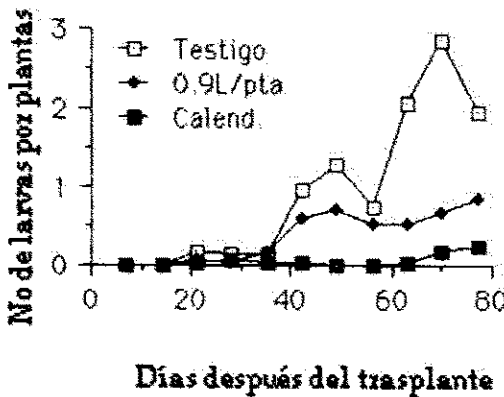
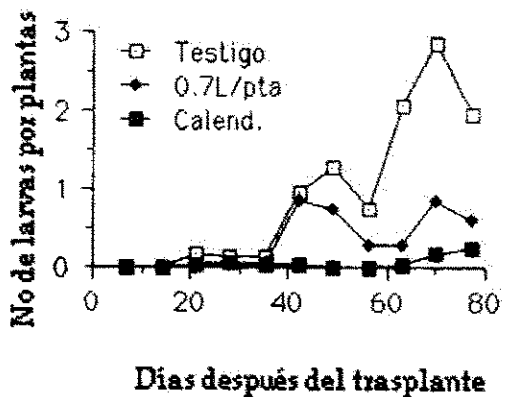
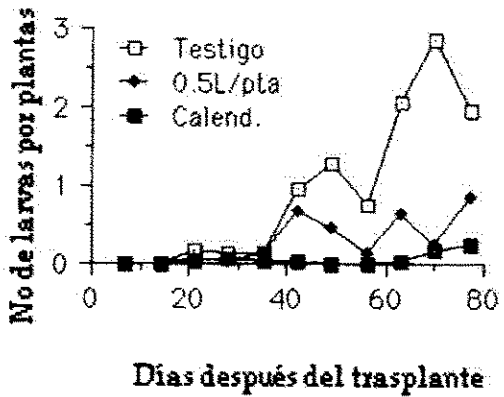
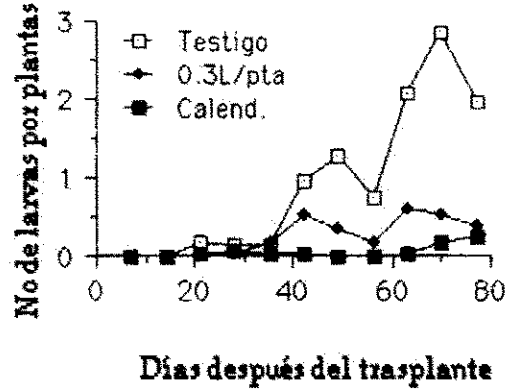
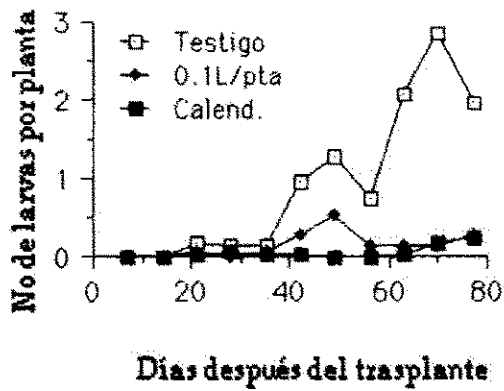


Figura 1. Fluctuaciones de población de *Pxylostella* (Lepidoptera) en los diferentes tratamientos comparados con el testigo. Cada punto representa el promedio de larvas en base del conteo en diez plantas por parcela útil (4 repeticiones)

3.1.1 Análisis para la incidencia de *Plutella xylostella* durante las etapas del cultivo.

El análisis de varianza de las poblaciones por etapa fenológica (Cuadro 2) presentó una incidencia significativa y diferente para las etapas, se comparó el promedio total de larvas observadas en el tratamiento testigo, resultando en la etapa de establecimiento un análisis estadístico no significativo entre los tratamientos evaluados durante este período; presentando una baja incidencia de población. En cambio en la etapa de formación de cabezas se obtuvo diferencias significativas entre los tratamientos comparados con el testigo, lográndose la menor incidencia poblacional en el tratamiento calendarizado, seguido de los tratamientos 0.3; 0.5; 0.7; 0.9 y 1.2 larvas por planta; resultando los tratamientos 0.7 y 0.9 larvas por planta similares o iguales (Cuadro 2). En la etapa de llenado de cabezas se observa un incremento poblacional de *Plutella xylostella* en todos los tratamientos, encontrándose diferencia significativa entre los tratamientos comparados; en esta etapa resultaron similares los tratamientos 0.3 y 0.7 larvas no obstante aunque son similares los tratamientos 0.9 y 1.2 larvas por planta estos presentan mayor incidencia de la plaga respecto a los mencionados anteriormente. Esta situación no coincide con los resultados obtenidos por Rodríguez (1992), el cual menciona que durante las primeras dos etapas del cultivo (establecimiento y formación de cabezas) no existió diferencia significativa entre los tratamientos.

CUADRO 2. Incidencia de *P. xylostella* por planta en los diferentes tratamientos aplicados al cultivo del repollo, La Concepcion_M asaya, 1991.

Tratamientos	Número de larvas por planta.		
	0-28DDT	28-56DDT	56-77DDT
Nº8	0.02*	0.05* a	0.15* a
Nº7	0.05	0.70 cd	0.80 c
Nº6	0.03	0.50 bcd	0.70 c
Nº5	0.01	0.47 bcd	0.60 abc
Nº4	0.02	0.35 bc	0.65 bc
Nº3	0.02	0.31 b	0.50 abc
Nº2	0.18	0.25 ab	0.18 ab
Nº1	0.07	0.79 d	2.30 d
Fc (5 %)	0.002	7.51	16.9
Ft (5 %)	4.77	4.77	4.77
% CV	15.3	18.3	20.6

* En las columnas se muestran los promedios de muestras tomadas semanalmente de forma al azar (10 plantas por parcela útil), medias con las mismas letras no son diferentes según prueba de SNK con un P(0.05).

3.2 Aracnidos (Enemigos naturales)

Sus poblaciones presentaron valores de casi cero, durante el ciclo del cultivo que se consideró que no tenían ningún efecto; sin embargo se analizaron datos de arácnidos apartir de recuentos semanales con métodos estadísticos a pesar de su baja incidencia.

Cuadro 3. Incidencia de Arañas en cada etapa del cultivo de repollo en los distintos umbrales. La Concepción-Masaya, 1991.

Tratamientos	Número de Arañas por planta		
	0-28 DDT	28-56 DDT	56-77 DDT *
Nº 8	0.04*	0.03*	0.09*
Nº 7	0.04	0.03	0.08
Nº 6	0.08	0.06	0.08
Nº 5	0.03	0.30	0.08
Nº 4	0.04	0.06	0.08
Nº 3	0.03	0.06	0.05
Nº 2	0.07	0.03	0.08
Nº 1	0.04	0.05	0.15
Fc (5 %)	0.78	1.16	1.03
Ft (5 %)	4.77	4.77	4.77
% CV	6.71	5.48	9.93

* Las medias con las mismas letras son iguales según la prueba de SNK, P(0.05).

De acuerdo al análisis estadístico, estos artrópodos tuvieron diversas fluctuaciones en todo el ciclo del cultivo, pero estadísticamente dichas diferencias no fueron significativas entre los tratamientos (Cuadro 3)

3.3 RENDIMIENTO Y CALIDAD DEL REPOLLO

3.3.1 Rendimiento del repollo:

Analizando los aspectos de rendimiento de repollo en los diferentes tratamientos se observó que el número de cabezas formadas por hectárea, el peso por cabezas, la altura por cabezas y el diámetro por cabezas no presentaron diferencias significativas estadísticas entre los tratamientos. (Cuadro 4). Apesar que las variables evaluadas no presentaron diferencias estadísticas al 5%, las conclusiones que resultarían de un análisis económico nos llevarían a escoger aquel tratamiento que tenga los menores costos variables; por lo tanto se puede proceder a realizar un análisis económico y obtener diferencias entre los rendimientos.

Varela (1987), Guadamúz (1989), Miranda (1989), Machado (1992) Ayala (1992) y Rodríguez (1992) observaron que el número de cabezas formadas por hectárea y el peso por cabezas no son afectados por la incidencia poblacional de la plaga lo cual se relaciona con los resultados obtenidos de este estudio donde se comprueba que a pesar de la incidencia existente de *P. xylocastella* en los tratamientos no influyó en el número de cabezas formadas y el peso por cabezas. (Cuadro 4).

3.3.2 Calidad del repollo:

En el cuadro 4. se presentan los resultados obtenidos de la prueba estadística Tukey respecto al daño en el área foliar, observándose diferencia significativa entre los tratamientos comparados, en el que la menor afectación se encontró en el tratamiento calendarizado, seguido por 0.1 y 0.5 larvas por planta y con una mayor afectación de área foliar el tratamiento testigo. La calidad del repollo se manifiesta en los precios por tratamiento (Cuadro 6), donde los precios tienden a ser más altos en los tratamientos que presentan menor daño foliar y el precio más bajo es para los tratamiento 0.9, 1.2 larvas por planta y testigo. Esta diferencia se debe al número de larvas permitidas en cada uno de los umbrales de acción como criterio de aplicación, esto trae consigo una menor área foliar dañada en los tratamientos que tenían el máximo número de aplicaciones (Cuadro 5) dándose esta situación en el tratamiento calendarizado, y el mínimo en el tratamiento 1.2 larvas por planta que presenta un mayor porcentaje de área foliar dañada.

Otros factores que influyen en el precio del repollo son el tamaño, la dureza y la presentación. En este último factor influye la cantidad y profundidad de los agujeros hechos por *Plutella xylostella*. Al momento de la comercialización del producto en el mercado estuvo influenciado por la alta oferta y baja demanda provocada por la época de siembra y la competencia con el mercado externo en el que los precios estuvieron por debajo de lo estimado.

Cuadro 4. Análisis de varianza para el rendimiento y calidad del repollo en cada uno de los umbrales de estudio.

Tra	CF/Ha (Rto)	Altura (cm)	Diámetro (cm)	Peso (Kg)	DF CB	DF LG
Nº 8	22813	13.10	10.80	2.30	0.15a*	0.14a*
Nº 7	19688	13.10	10.10	1.90	0.42cd	2.55cd
Nº 6	22813	13.00	10.10	1.90	0.34bcd	2.19bcd
Nº 5	22813	13.20	10.60	2.30	0.33bc	1.97abcd
Nº 4	26563	13.60	10.50	2.30	0.23ab	1.64abcd
Nº 3	23750	13.00	10.50	2.10	0.28ab	0.53abc
Nº 2	25938	13.50	10.90	2.40	0.21ab	0.35ab
Nº 1	16250	12.80	9.80	1.80	0.48d	4.27d
Fc (5 %)	2.17	0.59	1.29	0.98	14.8	8.38
Ft (5 %)	4.77	4.77	4.77	4.77	4.77	4.77
% CV	10.61	2.66	3.12	8.85	3.60	22.52

* Promedios seguidos con las mismas letras no son significativamente diferentes (NS) y los promedios con letras diferentes son significativas (S); según prueba de rangos múltiples Tukey.

Cuadro 5. Número de aplicaciones y análisis estadístico en cada uno de los umbrales de estudio.

Tratamiento	C.I (Kg)	Nº aplic. total	Nº aplic. Mínima	Nº prom. de aplic.	
Testigo	0	0.00	0.00	0.00	*
0.1 L/pta	7.50	20.00	4.00	5.00	cd
0.3 L/pta	4.87	13.00	2.00	3.25	bc
0.5 L/pta	3.37	9.00	2.00	2.25	ab
0.7 L/pta	3.75	10.00	2.00	2.50	ab
0.9L/pta	2.25	6.00	1.00	1.50	a
1.2 L/pta	1.87	5.00	1.00	1.25	a
Calendarizado	10.5	28.00	7.00	7.00	d
Análisis de varianza				S	
%CV				11.53	
Fc(5 %)				40.53	

* Letras diferentes son estadísticamente diferentes; según Tukey.

Una de las metas de los productores en el campo es reducir las poblaciones de plagas por debajo de los niveles que causan pérdidas económicas. Por tal razón es importante realizar un análisis económico para hacer recomendaciones y buscar nuevas soluciones, no sólo en eliminar la plaga, sino también determinar cuales son los costos y beneficios de cada una de las opciones.

Es evidente que no se puede recomendar una medida de control cuyos costos sean superiores al valor del rendimiento que es protegido. Cada medida de control debe de ser económicamente racional y por eso el análisis económico en la toma de decisiones es parte importante de cualquier programa de manejo integrado de plagas.

3.4 ANALISIS ECONOMICO

Se realizó un análisis económico para evaluar la rentabilidad del cultivo en los diferentes umbrales de decisión; con el objetivo de determinar cual de las alternativas es más adecuada desde el punto de vista económico. Durante la realización del ensayo se recolectó información sobre el comportamiento de la plaga en los distintos umbrales a través del método de muestreo; el costo del plaguicida corresponde a los precios de compra de Mayo-Agosto de 1991, el precio de la mano de obra fue el precio de contratación utilizada comúnmente en la zona para esa misma época.

Se analizó económicamente la alternativa de utilizar umbrales de prueba, en relación a la práctica tradicional o aplicación calendarizada mediante el análisis de presupuesto parcial se evaluó como los tratamientos alternativos inciden en la rentabilidad del cultivo.

En el cuadro 6 se muestran los costos variables y los beneficios netos de cada tratamiento lo que permite evaluar el comportamiento de cada factor, observando que la alternativa de aplicar cada siete días es el que posee el mayor costo variable, a si mismo el mayor beneficio neto. La diferencia en cuanto a los costos que varían podría ser por la cantidad de

insecticida, precio del insecticida, cantidad y precio por jornal de la aplicación del producto utilizado. Si bien es cierto la cantidad de producto aplicado está en dependencia del umbral encontrado durante el recuento y no precisamente depende del nivel establecido (umbral de prueba), como puede observarse en el cuadro 5 la cantidad de insecticida aplicado para el umbral 0.7 larvas por planta es mayor que el del umbral 0.5 larvas por planta; trayendo consigo un aumento en el número de aplicaciones y por lo tanto un aumento de los costos que varían.

3.4.1 Análisis de dominancia

El análisis de dominancia (Cuadro 7) se obtuvo ordenando los tratamientos de menores a mayores de los costos totales que varían; utilizando como comparador aquel tratamiento que presenta los costos variables más bajos tomando en cuenta esta consideración resultan ser dominados los tratamientos 0.1; 0.3; 0.7 y 0.9 larvas por planta debido a que presentan menores ingresos netos y mayores costos variables que su inmediato superior.

3.4.2 Análisis marginal

A los tratamientos no dominados, testigo, 1.2 y 0.5 larvas por planta, y calendarizado, se les realizó un análisis de retorno marginal (T.R.M.), debido a que el análisis de dominancia no reportó cual tratamiento es el mejor. Según los resultados del análisis todos señalan altas tasas de retorno; donde el incremento de los gastos se justifica, debido a que la tasa de retorno marginal (TRM) es mayor a la tasa comparativa de 125% y puede cubrir el costo de la inversión.

Cuadro 6. Presupuesto parcial de los beneficios netos y los costos variables en dólares en cada uno de los umbrales utilizados. La Concepción-Masaya, 1991.

Beneficio Test	0.1 L/pta	0.3 L/pta	0.5 L/pta	0.7 L/pta	0.9 L/pta	1.2 L/pta	Calend.	
P/Rep.	0.21	0.26	0.25	0.26	0.27	0.16	0.20	0.35
Cf/ha	16250.00	25938.00	23750.00	26563.00	22813.00	22813.00	19688.00	22813.00
IB	3413.00	6744.00	5938.00	6906.00	6159.00	3650.08	3937.60	7985.00
Costos variables.								
C.I(Kg)	0	7.50	4.87	3.37	3.75	2.25	1.87	10.50
C/U.	0	28.00	28.00	28.00	28.00	28.00	28.00	28.00
V. Adher.	0	8.00	5.20	3.60	4.00	2.40	2.00	11.20
C. total	0	210.00	136.40	94.40	105.00	63.00	52.30	294.00
Mano de obra								
C.J	0	14.00	9.00	6.00	7.00	4.00	4.00	20.00
Prec./J	0	3.54	3.54	3.54	3.54	3.54	3.54	3.54
V.Total	0	50.00	32.00	21.24	25.00	14.16	14.16	70.80
T. C.V	0	268.00	174.00	119.24	134.00	80.00	69.00	376.00
I. Neto	3413.00	6476.00	5764.00	6787.16	6026.00	3570.08	3869.00	7609.00

Cuadro 7. Análisis de dominancia por tratamiento, en dólares.

Tratamientos	Costos variables	Beneficios netos
Nº 1	0	3413.00 *
Nº 7	69.00	3869.00 *
Nº 6	80.00	3570.08 D
Nº 4	119.24	6787.16 *
Nº 5	134.00	6026.00 D
Nº 3	174.00	5764.00 D
Nº 2	268.00	6476.00 D
Nº 8	376.00	7609.00 *

tratamientos dominados(D).

Tratamientos no dominados(*).

Un tratamiento es dominado cuando tiene beneficios netos menores o iguales a los de su inmediato superior y que tiene costos variables más altos con respecto al tratamiento superior.

Para decidir sobre el tratamiento propuesto como posible recomendación, se obtuvo comparando la tasa de retorno marginal que resultó del análisis marginal con la tasa de retorno comparativa, (anexo 2) entonces se dice que un tratamiento es recomendable cuando la tasa de retorno marginal es mayor o igual a la tasa mínima comparativa ya que al invertir dinero se recupera el dinero invertido y dinero adicional.

Cuadro 8. Análisis marginal de los beneficios netos en dólares.

B.N	Tratamientos	CV	Δ BN	Δ CV	TRM(%)
3413.00	Nº1	0	_____	_____	*
3869.00	Nº7	69.00	456.00	69.00	660.86
6787.16	Nº4	119.24	2918.16	50.00	5836.00
7609.00	Nº8	376.00	822.00	257.00	319.84

* La TRM indica el retorno marginal del dinero proveniente del incremento en los costos relacionados con pasar del tratamiento que tiene menor beneficio neto, al siguiente con mayores beneficios netos.

Se observa que el tratamiento 7 (umbral 1.2 larvas por planta) tiene un retorno marginal de 660.86% con respecto al testigo; esto significa que por cada dolar invertido el productor obtendra; además de recuperar el dolar que invirtio 6.60 dólares adicionales.

La técnica de pasar de 1.2 larvas por planta por la utilización de umbrales de aplicación donde se acepte niveles poblacionales promedios más bajos (0.5 larvas por planta) representa una tasa de retorno de 5836.00% (Cuadro 8), demostrando que al utilizar el productor este umbral aumenta los costos, pero apesar de este aumento este umbral ofrece la oportunidad de obtener mejores ganancias siendo 46 veces más que la tasa comparativa de 125%.

La técnica de aplicación 0.5 larvas por planta al ser sustituida por la tradicional o aplicación calendarizada proporciona una tasa de retorno de 319.84%; la cual resulta ser 2.55 veces mayor que la TRM comparativa, es decir el productor obtiene el dólar que invirtió y 3.19 dólares adicionales.

Con el desarrollo de umbrales económicos se presenta una buena esperanza para los pequeños productores, pues el uso de éstos le permiten disminuir los costos de producción y ocupar la tecnología más accesible y que se considera efectiva en la disminución del número de aplicaciones.

La aceptación de una de estas alternativas va estar en dependencia de las posibilidades económicas del productor, por tal razón se recomienda el uso del umbral 0.5 larvas por planta como criterio de aplicación porque justifica el gasto adicional y proporciona un buen margen de ganancias.

3.4.3 Análisis de retornos mínimos

Se consideró de importancia antes de formular una recomendación, debido a que las recomendaciones de cada tratamiento pueden variar de época a época y de año a año, ya sea por los cambios en las condiciones climáticas, por efecto de plagas o por el tipo de manejo que se le da al cultivo y su efecto en la cosecha. Se utilizó el menor rendimiento promedio (Cuadro 9) de cada uno de los diferentes tratamientos, con el propósito de ver si aún en las peores condiciones de producción (bajo rendimiento) se mantiene como recomendación aceptable el tratamiento, que resultó en el análisis de retorno marginal (Umbral 0.5 larvas por planta).

Al realizar el análisis de retorno mínimo (Cuadro 10) se efectuó un análisis de dominancia (Cuadro 9); observándose que los tratamientos que resultaron dominados en el análisis marginal continúan siendo dominados, además en estas condiciones de bajo rendimiento el tratamiento 1.2 larvas por planta deja de ser una opción ya que resulto ser dominado.

La técnica de pasar de la no aplicación al umbral 0.5 larvas por planta como criterio de aplicación se mantiene rentable, pues se observa que con los rendimientos menores se obtiene una tasa de retorno marginal de 2918.48%; trayendo consigo la obtención de 29.18 dolares adicionales entonces la recomendación de el uso del umbral 0.5 larvas por planta en las peores condiciones de producción continua siendo un criterio de aplicación.

Por otro lado el tratamiento calendarizado como criterio de aplicación no se justifica económicamente bajo estas condiciones de producción puesto que presenta una TRM de 32.00% inferior a la tasa mínima comparativa, esto es el resultado de los altos costos de los plaguicidas y los bajos rendimientos en la cosecha.

Cuadro 9 Análisis de dominancia. Rendimiento de cuatro repeticiones con promedios más bajos, en dólares.

Tra	CF/Ha	Precio	I.B	C.V	B.N	
Nº1	12500.00	0.21	2625.00	0.00	2625.00	*
Nº7	12500.00	0.20	2500.00	69.00	2431.00	D
Nº6	13750.00	0.16	2200.00	80.00	2120.00	D
Nº4	23938.00	0.26	6224.00	119.24	6104.76	*
Nº5	15000.00	0.27	4050.00	134.00	3916.00	D
Nº3	22250.00	0.25	5563.00	174.00	5389.00	D
Nº2	21250.00	0.26	5525.00	268.00	5257.00	D
Nº8	18750.00	0.35	6563.00	376.00	6187.00	*

Cuadro 10 Análisis marginal de los beneficios netos mínimos, promedios de cuatro repeticiones, en dólares.

BN	Trat	CV	ΔBN	ΔCV	TRM(%)
2625.00	Nº1	0	_____	_____	_____
6104.76	Nº4	119.24	3480.00	119.24	2918.48
6187.00	Nº8	376.00	82.24	257.00	32.00

3.4.4 Análisis de sensibilidad

Considerando que la recomendación o criterio para la aplicación de plaguicidas es la del umbral 0.5 larvas por planta, se procedió a hacer un análisis de sensibilidad haciendo variar el precio del repollo y el precio del insecticida para estimar bajo que rangos de variación en estos dos factores es que se podía mantener una tasa de retorno marginal de 125% o el nivel de 0.5 larvas por planta.

Con base a estos resultados (Cuadro 11) podemos afirmar de que el precio del repollo puede disminuir hasta 95.8% de su precio original, y este criterio continua siendo válido para determinar la aplicación de un insecticida (TRM=125.87%).

Esto se hace para determinar la validez de la recomendación debido a la variabilidad de los precios en el mercado interno y externo durante los años posteriores. Tomando en cuenta el riesgo que conlleva la producción agrícola medido a través de la tasa comparativa, la variabilidad en los precios obtenido en el análisis de sensibilidad, y la variabilidad en los rendimientos (análisis de retorno mínimo) el tratamiento que resulto como alternativa de nueva recomendación sería el umbral 0.5 larvas por planta por ofrecer mejor rentabilidad y perspectivas para los productores.

Cuadro 11 Análisis de sensibilidad con una disminución de un 95.8% en el precio del repollo y un aumento del 5,300% en el precio del insecticida. La Concepción - Masaya.

TRM (original)	Trat.	Precio del repollo TRM 95.8% menos	Precio del insecticida TRM 5,300% más
660.86	1.2 L/pta	-71.08	15.74
5808.43	0.5 L/pta	125.14	125.87
319.84	Calend.	-84.03	7.44

Similares resultados fueron obtenidos por Rodríguez (1992) donde demuestra que utilizar el umbral 0.5 larvas por plantas como criterio de aplicación es factible económicamente ya que permite minimizar el número de aplicaciones. Esto implica la obtención de mejores beneficios para el productor.

IV. CONCLUSIONES

- Los tratamientos calendarizado; 0.1 y 0.5 larvas por planta fueron que presentaron mejor calidad y mejores ingresos.

- Al comparar las TRM de los tratamientos con la tasa establecida de 125% resultan ser rentables los tratamientos 0.5, 1.2 larvas por plantas y calendarizado por presentar un atractivo beneficio para el productor.

- El tratamiento 0.5 larvas por planta fue el mejor criterio de aplicación, debido que aún utilizando los rendimientos más bajos esta alternativa sigue siendo económicamente rentable para el productor.

- El análisis de sensibilidad demuestra que la recomendación de 0.5 larvas por planta como criterio de aplicación sigue siendo válida aún cuando existe una disminución de 95.8% en precio del repollo y un aumento de 5,300% en el precio del insecticida.

V. RECOMENDACIONES

- La incidencia de *P. xylocstella* durante la etapa de establecimiento fue mínima, por lo tanto no efectuar ningún tipo de aplicación durante los primeros 21 días de establecido el cultivo en época lluviosa.

- Utilizar en base a las posibilidades económicas del productor los tratamientos de 0.5, 1.2 larvas por planta y calendarizado (Javelin) como criterio de aplicación, siendo el umbral 0.5 larvas por planta el que tiene mejor margen de ganancia aún en las peores condiciones de producción.

- Se recomienda utilizar el umbral 0.5 larvas por planta como criterio de aplicación durante la época lluviosa en la cuarta región de Nicaragua.

- Repetir este estudio para estimar el criterio de aplicación más efectivo durante época seca en Nicaragua.

VI. BIBLIOGRAFIA CITADA

- Andrews, K.L. 1984. El manejo integrado de plagas invertebradas en los cultivos agronómicos, hortícolas y frutales en la Escuela Agrícola Panamericana. Publicación MIPH-EAP. N°7 Honduras.
- Ayala, C. 1992. Efecto de policultivo (Repollo- Tomate) sobre la entomofauna del cultivo del repollo. Tesis Ing. Agr. Managua.
- Barahona, L; et al : 1989. Problemas fitosanitarios del cultivo de repollo en Nicaragua. Memoria del Simposio Fitosanitario de Cultivos Principales. ISCA, Managua. (en prensa).
- Calderon, S. 1984. Efectividad de insecticidas químicos y biológicos para el control de la palomilla de la col *Plutella maculipennis*. Informe anual del centro experimental campos azules, Masatepe, Nicaragua; 12 pag. (mimeog.)
- Calvo, G; et al 1989. Análisis económico del manejo del picudo del chile (*Anthonomus eugenii* Cano) en Zacapa, Guatemala. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) N° 11:31-50.
- Castillo, C. 1988. Diagnóstico sobre el uso e impacto de los plaguicidas en Nicaragua. Programa Centroamericano de Investigaciones Confederación Universitaria, CSUCA. 70 pag.

- CATIE. 1990. Guía para el manejo integrado de plagas del cultivo del repollo. CATIE. Proyecto Regional MIP. Turrialba, Costa Rica. 80 págs.
- CIMMIT (MEX), 1988. Formulación de recomendaciones de datos agronómicos. Manual Metodológico de Evaluación Económica. México, D.F; Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. 79 pag.
- Cowling, E.B. y Horsfall, J. Pathometry: The Measurement of Plant Disease Copyring. (1978). Academic Press.
- Chalfant, R.B, Denton; W. H, Schuster, D. J y Workman, R.B. (1975). Management of Cabbage Caterpillars in Florida and Georgia by using visual damage the sholdls. J. Econ. Entomol. 72: 411-413.
- Den Belder, E. y Sediles, A. 1985. Manual de laboratorio para las prácticas del curso Control Integrado de Plagas. UNAN/Facultad de Ciencias Agropecuarias, Managua.
- French, J.B. 1989. Métodos de análisis económico para su aplicación en el Manejo Integrado de Plagas, MIP/CATIE. Turrialba, Costa Rica. N° 12, p. 48-66.
- Guadamuz, A. 1989. Efecto de Policultivo (Repollo-Tomate, Repollo-Zanahoria) sobre la Incidencia de Defoliadores del Cultivo de Repollo (*Brassica oleraceae*) var. superette. Tesis Ing. Agr. ISCA. Managua.

- Hruska, A. J; Rosset, P.M. 1987. Estimación de Niveles de Daño Económico para Plagas Insectiles. Manejo Integrado de Plagas, (Costa Rica) N° 5: 30- 44.
- Machado, V. 1992. Efecto de Policultivo (Repollo-Zanahoria) sobre la entomofauna del cultivo del Repollo. Tesis Ing. Agr. UNA, Managua.
- MIDINRA. 1986. Manual Técnico del Repollo. Pag. 23. Nicaragua.
- Miranda, F. 1989. Estimación del Nivel de Daño Económico de la Palomilla de la col (*Plutella xylostella* L.) en el Cultivo del Repollo (*Brassica oleracea*) var. Superette. Tesis Ing. Agr. ISCA. Managua.
- Mora; N. 1990. Evaluación de Trampas de Feromonas Sexual en la Captura de Machos de *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae) en Repollo *Brassica oleracea* (var. Capitata). Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) N° 16. Pag. 23-27.
- Rodríguez; C. 1992. Evaluación de criterios de aplicación para el manejo de *Plutella xylostella* L en repollo (*Brassica oleracea* L). Tesis Ing. Agr. UNA. Managua..
- Rodríguez, J.J 1982. Muestreo y niveles críticos. Informe técnico. Dirección de horticultura. DGA, MIDINRA. (mimeog.) Managua. 4pag.

Rosset, P; 1991. Umbrales económicos : Problemas y Perspectivas. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) N° 19 p. 26-29.

Sandoz, 1990. Biological insecticide for control of insect pest of vegetables, fruit and crops. (Javelin WG is registered Trademark of Sandoz Ltd).

Secaira, E; Rosset, P. 1989. El cultivo de repollo en Honduras Centro, América In Keith, L. Andrews. Manejo Integrado de Plagas Insectiles en la Agricultura. 508 pag.

Varela, G. 1987. Efectividad de cuatro insecticidas en el control de larvas *Plutella maculipennis* (Curtis) y *Leptophobia arifa* (Boisd) en el cultivo del repollo (*Brassica oleracea* var. superette). Tesis Ing. Agr. ISCA, Managua.

VI. ANEXOS

Anexo 1.

Escala de Belder y Sédiles 1985

a- Inicialmente, se colocó sobre la hoja de repollo una lámina graduada de 4 mm. del cual se contaron el número total de puntos cubiertos por el tejido (con este dato se estimó el área total).

b- Luego se contó el número de puntos negros que cubrían la parte dañada (estimación de superficie dañada).

c- El número total de puntos se divide entre cuatro y de esta forma se calculó el área foliar y superficie dañada (cm²).

d- El porcentaje de daño se calculó dividiendo la superficie dañada sobre la superficie total del área foliar por cien (100).

Anexo 2

Parámetros utilizados en el análisis de Presupuestos parciales.

- El ingreso bruto fue calculado utilizando el promedio de los rendimientos obtenidos en el ensayo multiplicado por el precio de repollo en agosto de 1991.

- El ingreso neto resulto de restarle a los ingresos netos obtenidos los costos variables (para cada tratamiento).

- Para obtener la tasa de retorno marginal (T.R.M) se ordenaron los tratamientos no dominados de menor a mayor ingreso neto marginal con su respectivo costo variable marginales, esto se obtiene al restar el menor ingreso neto a su inmediato inferior, igualmente para el incremento en los costos que varían.

- En el ensayo se utilizó una tasa comparativa del 125%, compuesta por el 40% (tasa de interés de prestamo para la producción) y un 85% de prima sobre el riesgo de utilizar una técnica nueva de producción).

Anexo 3.

Simbología utilizada en el texto.

Análisis estadísticos.

- Fc: F calculado al 5% en prueba de Tukey.
- Ft: F tabulado al 5% en prueba de Tukey.
- %CV: Porcentaje del coeficiente de variación.

Variables evaluadas.

- CF/Ha: Cabezas formadas por hectárea.
- Rto: Rendimiento.
- DF. CB: Daño foliar (Chalfant y Brett).
- DF. LG: Daño foliar (Láminas graduadas).

Aplicaciones efectuadas.

- N^o aplic. total: Número de aplicaciones totales.
- N^o aplic. Mínima: Número de aplicaciones mínimas.
- N^o prom. de aplic.: Número promedio de aplicaciones.

Presupuesto parcial.

- P/Rep.: Precio por repollo.
- I B: Ingreso Bruto.
- C.I.: Cantidad de insecticida.
- C/U.: Costo por unidad.

- V. Adher.: Valor del adherente.
- C. total.: Costo total.
- C. J.: Cantidad de jornales.
- Prec. / J.: Precio por jornal.
- V. Total.: Valor total.
- T. C. V.: Total de costos que varían.
- I. Neto.: Ingreso neto.

Análisis de retorno marginal.

- Δ BN: Variación de los beneficios netos.
- Δ CV: Variación de los costos variables.