Boletín C. R. No. 9
Departamento de Economía Agrícola
Junio – 1982

Ing. Patricio Espinosa A. M.Sc.
Jefe Nacional de los Departamentos de Economía Agrícola

ESTIMACION DE PERDIDAS DE RENDIMIENTO PARA TRIGO EN LA ZONA DE CAYAMBE

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS
QUITO – ECUADOR

INIAP - Estación Experimental Santa Catalina

I. ESTIMACION DE PERDIDAS DE RENDIMIENTO PARA TRIGO EN LA ZONA DE CAYAMBE.

A. BREVE DESCRIPCION AGRO-SOCIOECONOMICA DE LA ZONA [1]

Cayambe constituye una de las zonas donde el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), realiza sus actividades mediante el Programa de Investigación en Producción. El Programa incluye al Trigo como cultivo base de investigación, cubriendo una superficie aproximada de 30.000 hectáreas que bordean el cerro Cousin, estimándose un 20% del área cultivada con este cereal. La superficie restante principalmente está dedicada a ganadería de leche siguiendo en importancia cultivos como maíz, cebada, leguminosas y papa.

En esta zona el Trigo es principalmente cultivado por pequeños productores cuyas fincas en promedio tienen una extensión de 2.51 hectáreas y cooperativas agropecuarias conformadas producto del proceso de Reforma Agraria.

Los pequeños productores en promedio cultivan trigo en el 45% de la superficie total de sus fincas. La superficie restante es sembrada principalmente con papas, leguminosas, cebada o maíz. El 30% de ellos cultivan trigo en terrenos propios y el 10% restante mediante el sistema de aparcería.

Un alto porcentaje de los lotes sembrados con trigo (65%) tienen una textura franco arcillosa siguiendo en importancia suelos arcillosos (4%), franco arenoso (4%).

El 25% de los productores tienen disponible agua para el riego de sus cultivos, pero ningún productor lo utiliza para trigo.

1 Descripción determinada en base a información obtenida con las 51 encuestas realizadas en el estudio "Determinación de Pérdidas en Rendimiento de Trigo (Cayambe) 19[illegible] y 100 encuestas de diagnóstico realizadas durante el año agrícola 19[illegible]-19[illegible].

INIAP - Estación Experimental Santa Catalina

La mayoría de lotes son preparados para la siembra con tractor (62% de los productores) y los restantes con yunta.

El período de siembra de este cereal va desde octubre a marzo, siendo diciembre y enero los meses en los cuales existe la mayor frecuencia. Las siembras de trigo se realizan después de papas (45% de los productores), de otro cereal (3[illegible]%), de leguminosas (1 [illegible]) o después de haber dejado el terreno en descanso (8%).

Apenas un 2[illegible]% de los productores utiliza para la siembra semilla certificada, sólo un 11% la desinfecta y prácticamente todos los productores la riegan a mano (voleo) para la siembra.

Las principales variedades cultivadas son Atacazo (35%) de los productores), Oresp (2 %), Romero (1 [illegible]%), Cayambe (10%), Napo (9%), 150 (1,5%) y Amazonas (1,5%).

En relación al uso de insumos, únicamente el 31% de los productores utiliza algún tipo de fertilizantes químico. De éstos el 65% usa 10-30-10 ya sea solo, (36%), o complementado con urea (29%). El 50% de los productores que aplican fertilizante usan urea ya sea sola (14%), como complemento de 10-30-1[illegible] (29%) y como complemento de 10-46-0 (1 %). El 21% de estos productores utiliza 10-46-0: 14% de ellos lo aplican solo y el [illegible]% restante como complemento de urea.

Los agricultores que utilizan 10-30-10 lo aplican en promedio 2,35 qq/ha. (51 Kg/ha.) es decir un quintal de fertilizante por cada quintal de semilla.

Los agricultores que utilizan fertilizante están aplicando en promedio las siguientes cantidades de elemento activo: 2[illegible] Kg/ha. de [illegible] 41,3 Kg/ha. de P_2O_5 y 1[illegible] Kg/ha. de K. El [illegible]0% de estos productores aplican el fertilizante a la siembra y el 10% entre macollo y hoja bandera. De los primeros un 25% complementa la fertilización a la siembra con otra aplicación de urea entre macollo y hoja bandera.

INIAP - Estación Experimental Santa Catalina

El bajo uso de fertilizante en la zona se debe según indican los agricultores al bajo precio del producto y al alto precio del insumo.

El 6% de los productores aplica herbicidas entre macollo y hoja bandera. El 5% de éstos utiliza 2-4D en dosis de 1 litro/ha.

El alfarillo (Spergula arvensis) constituye la maleza de hoja ancha más común en la zona, la que fue identificada en el 22% de las fincas. Siguen en importancia lecta (Rumex obtusifolius) (6%), rábano (Raphanus raphanistrum), nabo (Brassica spp) y sangre de toro (Rumex acetosella) (3%). Se incluye en esta lista las siguientes malezas en este orden de importancia: oreja de conejo (Veronica persica), yuyo (Senecio vulgaris), mastuerzo (Lepidium bipinnatifidum), malva (Malva silvestris), forestera (Silene gallica), anthaquirua (Chenopodium paniculatum), alpatreza (Isolepis anus), alfiler (Erodium moschatum), Ortiga (Urtica urens), llantén (Plantago lanceolata) y hierba de pájaro (Stellaria media).

En los lotes muestreados las malezas de hoja ancha presentan en promedio al macollo un peso de 174 gr. por metro cuadrado muestreado. En el estado de hoja bandera el promedio aumenta a 333 gr/m^2, es decir aproximadamente en peso una producción de alrededor de 34 T de materia verde de malezas de hoja ancha por hectárea.

Las principales malezas de hoja delgada identificadas en la zona son las siguientes: Grama (Gramineae), Kikuyo (Pennisetum clandestinum), Avena loca (Avena fatua) y Poa (Poa annua). Estas malezas presentaron en promedio un peso al macollo de 50 gr/m^2. En hoja bandera estas malezas presentaron en promedio un peso de 120 gr/m^2.

La roya conocida entre los productores como "polvillo" fue cantada como porcentaje de lote afectado en diferentes estados de crecimiento del cultivo (macollo, hoja bandera, floración estado de leche). El porcentaje de lote afectado con roya por lo

INIAP - Estación Experimental Santa Catalina

general fue aumentado según se desarrollaba el cultivo. Así - en macollo el 12% de los lotes mostraban ataque de roya entre 1-5%, un 4% de lotes mostraba ataque entre 10-20% y un 4%, ataques entre 0-5%, un 20% de lotes ataque entre 1% y 2% y un 32% entre 3% y 5%. Los porcentajes de espiga atacados con roya - son los siguientes: 64% de las fincas mostraba ataque a la espiga entre 0 y 5%, 1 % entre 10-20 y un 11% entre 30 y 40%.

La incidencia de mulgones fue mayor en los estados iniciales de crecimiento de trigo hasta casi desaparecer en estados posteriores. El número promedio de mulgones por cada 30 cm., lineales de plantas en macollo fue de 24 con un mínimo de cero y un máximo de 153. En hoja bandera y floración se redujo a un promedio de 3, con un mínimo de cero y un máximo de 50.

El método de cosecha más común fue corte con hoz y trilla con estacionaria (60% de los productores), sigue en importancia la cosecha con combinada (21%) y por último el corte con hoz y trilla con animales (11%). Los agricultores que utilizan la estacionaria una vez cortado el trigo lo preparan y transportan a - la máquina haciendo inicialmente gavillas y luego parvas (33%) o haciendo únicamente gavillas (11%), o únicamente parvas (44%). El 3% de estos productores no consideran tener pérdidas por - desgrane de las espigas al cortar y transportar el trigo, mientras que para el 97 % restante sí constituye un problema. La máquina estacionaria en la mayoría de casos se coloca en la misma parcela (60% de las fincas). Para otros casos se coloca de 2 a 3 metros (11%) o de 100 a 300 metros (21%). Unicamente un 32% de los productores reconoce tener problemas para la cosecha, los cuales radican en no encontrar mano de obra y la máquina oportunamente.

Los rendimientos promedios alcanzados por los productores de trigo son de 1 11 Kg/ha. La mayor parte de la producción está destinada a consumo familiar y semilla (93%). Un 35% de ellos destina parte de su producción para la venta. El porcentaje de agricultores por destino de producción se detalla en el Cuadro Nº 1.

INIAP - Estación Experimental Santa Catalina

CUADRO No. 1

DESTINO DE LA PRODUCCION

DESTINO	% DE PRODUCTORES
Consumo familiar y semilla	50
Venta inmediata, consumo semilla	16
Venta después almacenamiento, consumo semilla	10
Venta inmediata	9
Sólo consumo	5
Alimentación animal	2

Los productores que venden parte de su producción lo hacen principalmente a intermediarios de la zona (50%), otras alternativas constituye el Molino La Unión en Cayambe (23%), el trueque con otras semillas o ropa (15%) y la venta a comerciantes existentes en los mercados de centros poblados (7%). De estos productores un 15% reconoce tener problema para la venta lo cual radica por la poca cantidad de trigo ofrecida para la venta y la obtención de un precio demasiado bajo.

Unicamente el 2% de los agricultores venden el tamo, lo restante lo incorporan al suelo o lo utilizan para camas de los animales o combustible.

Los productores por lo general almacenan el grano durante períodos menores a 5 meses (85%). Los productores restantes (15%) lo almacenan durante períodos que van desde los 6 a los 12 meses. El grano es almacenado en sacos (92%) o tarros (8%) ya sean en casas de adobe con piso de tierra (46%), casas de bloque y piso de tierra (12%), casas de adobe y pisos de tabla (11%), casas de bloque y piso de cemento (3%). El 7% de estos productores reconocen tener pérdidas por almacenamiento causadas principalmente por roedores, pudrición del grano o polilla.

INIAP - Estación Experimental Santa Catalina

La mayoría de productores obtienen ingresos por trabajos fuera de la finca (83%). Ellos trabajan principalmente como jornaleros agrícolas en las haciendas o cooperativas agropecuarias - (56%); en las construcciones como albañiles, peones (22%); en la industria del tejido como tejedores, bordadores (8%); en - tiendas (6%) y otros empleos varios (2%). El 19% de estos productores trabaja fuera de la finca todo el año. El 19% lo hace durante períodos de 3 a 6 meses y el 11% lo hace eventualmente.

Unicamente el 21% de los productores indica haber recibido crédito para cultivos agrícolas. Todos con excepción de un productor que recibió el crédito de una cooperativa de ahorro y crédito lo obtuvieron a través del Banco Nacional de Fomento.

B. DEFINICION DEL PROBLEMA

Las encuestas realizadas a pequeños agricultores y cooperativas agropecuarias productoras de trigo en la zona de Cayambe nos - permiten determinar que existe una gran diferencia entre los - rendimientos promedios alcanzados por estos agricultores (700 Kg/ha) y los rendimientos que se obtienen a nivel experimental (3.955 Kg/ha)[1]. Estas mismas encuestas por otro lado nos permiten identificar los diferentes factores que afectan los - rendimientos de cereal en la zona. Es de preocupación del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) conocer en qué magnitud afecta cada factor el rendimiento del cultivo en la zona, para de esta manera determinar en mejor forma sus prioridades de investigación.

C. REVISION DE LITERATURA

Este acápite está enfocado al conocimiento de metodologías probadas en otros países que se las considera viables para la resolución del problema planteado.

1/ Variedad Atacazo.

INIAP - Estación Experimental Santa Catalina

1. METODOLOGIA DE LA FUNCION EN PRODUCCION

Andersen et. al (1 utiliza la metodología de la función de producción para la estimación de las pérdidas en rendimiento de fréjol en Colombia. En la mencionada función se relaciona los rendimientos observados de fréjol (y) con los factores que se espera afecten el rendimiento (X1, X2,lllXn). Diferentes medidas de insidencia y/o intensidad son previstas previa la recolección de información de las diferentes variables. Los datos son tomados en un grupo seleccionado de fincas por técnicos previamente entrenados, mediante observación directa de campo o entrevistas al agricultor. Los coeficientes de regresión estimados en la función de producción multiplicados por el valor promedio del factor particular permite estimación en magnitud de su impacto en el rendimiento.

2. METODO EXPERIMENTAL

Gómez et. al (3) desarrolla y prueba una técnica experimental para identificar y cuantificar los factores limitantes de los cultivos en campos de agricultores. Mediante esta técnica experimental de campo se mide los rendimientos correspondientes a la inclusión o exclusión de los factores en estudio sobre y debajo de los niveles del agricultor, en parcelas ubicadas en campos de los agricultores. De esta forma determina la contribución relativa de cada componente a la diferencia entre los rendimientos potenciales y los que el agricultor obtiene.

IRRI (4); complementa la experimentación de campo con la realización de encuestas agro-socioeconómicas a los agricultores, estudios del área y de las instituciones que sirven allí.

INIAP - Estación Experimental Santa Catalina

En relación a la experimentación de campo, indica que esta permite estimar los rendimientos potenciales y actuales de las fincas así como rendimientos intermedios que representan varias combinaciones de uso de insumos. Esta metodología prueba en los experimentos dos tipos de tratamientos: el componente factorial y el componente relacionado al "paquete de administración".

Los tratamientos en el componente factorial son combinaciones factoriales tanto completas como incompletas de n factores (pueden ser prácticas culturales o insumos de producción), cada uno a dos niveles. Los factores incluidos son aquellos que el investigador considera afectan más el rendimiento. Los dos niveles para cada factor son: las prácticas del agricultor y las prácticas de "máximo rendimiento". La primera es aquella que el agricultor realiza actualmente y la segunda es aquella que articula niveles de cada factor que determinan el "máximo rendimiento". Todas las prácticas e insumos no considerados como factores de prueba se los mantiene constantes a nivel del agricultor.

El componente factorial ofrece datos sobre rendimientos actuales, potenciales a nivel de finca, como de rendimientos que resultan de una sistemática inclusión o exclusión de uno o más factores de prueba. Esta información es usada para estimar la diferencia entre los rendimientos actuales y potenciales de la finca, y la contribución individual de cada factor a la diferencia.

El componente del "paquete administración" incluye tratamientos que son designados para representar niveles intermedios entre las prácticas del agricultor y las de máximo rendimiento. Este componente permite una visión significativa sobre el interrogante de costo y retorno de cada paquete de administración.

INIAP - Estación Experimental Santa Catalina

D. [illegible]

Mediante la realización de este estudio se pretende probar la metodología de la función de producción en la resolución del problema identificado en el acápite C. Se determinará cuales son las limitaciones, ventajas y desventajas del método ofreciendo la posibilidad de compararlo con el otro método propuesto a ver su complementariedad con este último para futuros estudios.

E. METODOLOGIA

La magnitud del impacto con que se espera que los diferentes factores afecten el rendimiento se estima en base a un análisis de la función de producción.

La función a utilizarse es de la siguiente forma:

$$Y = f(X_1, X_2 \ldots X_n)$$

Donde: Y = Rendimientos observados de trigo

$X_1 \ldots X_n$ = Factores que influyen en los rendimientos

Para motivos de este estudio se parte con la hipótesis que los siguientes son los factores que reducen el rendimiento de trigo en la región:

a. Características físicas del suelo (topografía, textura)
b. Prácticas culturales (métodos de preparación del suelo, siembra, tapo, aplicación de insumo y de cosecha).
c. Factores climáticos (precipitación, heladas, granizo, vientos)
d. Enfermedades
e. Plagas
f. Malezas
g. Rotación de cultivos
h. Variedades utilizadas
i. Tipo de semilla
j. Gasto en insumos de producción
k. Fecha de siembra.

INIAP - Estación Experimental Santa Catalina

En el anéndice, se presenta una lista detallada de todas las - variedades captadas para el estudio y que se espera afectan el rendimiento de trigo, así como las diferentes medidas de intensidad y de incidencia con la ayuda de las cuales se tomaron los datos de campo.

La recolección de la información se realizó en 40 puntos muestrales (lotes sembrados con trigo) representativos de la región y escogidos al azar.

Los datos de campo fueron recolectados por tres técnicos con - experiencia en el cultivo, quienes en su debida oportunidad fueron asesorados por técnicos de los departamentos de apoyo - de INIAP (Fitopatología, Entomología y Malezas).

Se realizaron visitas a las fincas acompañando el desarrollo - del cultivo en sus principales etapas vegetativas (macollo, hoja bandera, floración, espigas, cosecha).

Como puede verse en el anéndice, la información para algunas variables fue captada mediante observación directa en el campo. - En otros casos la información se establece de acuerdo a la percepción del agricultor.

La información después de ser tabulada y codificada se utilizó para la estimación de la función de producción mediante técnicas de regresión lineal múltiple. Criterios estadísticos como la prueba de t, coeficiente de múltiple determinación (R^2) y - correlación permitieron escoger el modelo que mejor explica - esta relación. Las variables gastos en insumos fueron elevadas a términos cuadráticos para determinar el óptimo en el uso de estos recursos.

Los coeficientes de regresión estimados para cada variable multiplicados por su valor promedio permite la estimación de la - magnitud de su impacto en el rendimiento. Para el caso de las variables elevadas a términos cuadráticos la magnitud de su impacto se establece por pérdidas de optimización. Es decir, comparando el gasto en insumo determinado como el óptimo con el gasto actual de los agricultores.

INIAP - Estación Experimental Santa Catalina

F. RESULTADOS

En el Cuadro Nº 2 se presenta la estimación de los coeficientes de regresión para cada variable escogida en el modelo de regresión. En él constan además el nivel de significancia al cual el coeficiente es diferente de cero una descripción de tipo variable, el coeficiente de múltiple determinación (R^2) y la media de rendimiento ($\bar{y}$).

CUADRO Nº 2

ESTIMACION DE LOS COEFICIENTES DE REGRESION EL ANALISIS PERDIDAS EN RENDIMIENTO DE TRIGO EN LA ZONA DE CAYAMBE, 19[illegible]

VARIABLE	COEFICIENTE DE REGRESION	UNIDAD	NIVEL DE SIGNIFICANCIA
Pendiente	145,6	discreta dicotómica	0,5%
Virus	-28,032	% lote afectado	0,[illegible]
Fecha de siembra	19[illegible],12	durry	0,[illegible]
Gasto en semilla	1,140	sucres/ha	0,00
(gasto en semilla)^2	-0,[illegible]	sucres/ha.	0,04
Variedad	251,51	discreta dicotómica	0,00
Gasto en herbicidas	1,50	sucres/ha.	0,[illegible]
(gasto en herbicidas)^2	-0,00121	sucres/ha.	0,05
Heladas	-[illegible],01	discreta dicotómica	0,10

R^2= 0,58

$\bar{Y}$= [illegible]90 Kg/ha.

La variable pendiente es representada como variable discreta dicotómica; dándole un valor de cero al caso que el terreno tenga una pendiente superior a 25 grados y un valor de uno en el caso contrario. Esta variable no mostró autocorrelación con otras variables incluidas en el modelo.

INIAP - Estación Experimental Santa Catalina

La variable fecha de siembra es representada también co o va - riable discreta dicotó mica; dándole un valor de cero en el caso que las siembras se hayan realizado en una fecha anterior al - primero de enero de 19 ? y un valor de uno en el caso que su - fecha de siembra sea posterior a la indicada. Esta variable no muestra autocorrelación con las otras variables del modelo.

La variable virus es representada como porcentaje de lote afectado por enanismo (P.Y.D). La estimación del lote afectado fue apreciada por los técnicos previas indicaciones impartidas en - el correspondiente departamento de apoyo. Esta variable tampoco muestra autocorrelación con otras variables incluídas en el modelo.

La variable variedad se representa igualmente como una variable con un valor de cero cuando el agricultor no utiliza una variedad mejorada de INIAP y uno en caso contrario. La variable no muestra autocorrelación con ninguna otra variable incluida en el modelo.

Las variables gastos en herbicidas y en semilla son captadas de acuerdo al costo en sucres por hectárea para cada insumo. Estas variables son elevadas a términos cuadráticos con la finalidad de establecer su uso óptimo económico y de esta manera - estimar las pérdidas de rendimiento que se atribuye a cada una de ellas.

C. ESTIMACION DE LAS PERDIDAS DE RENDIMIENTO.

En el Cuadro Nº 3 constan las estimaciones de pérdidas de rendimiento en lotes totalmente afectados y las pérdidas de rendimiento promedio para trigo en la zona de Cayambe.

INIAP - Estación Experimental Santa Catalina

En el caso de la variable virus contada originalmente como porcentaje de lote afectado con ananismo ("A.Y.") el coeficiente de regresión (Cuadro "2 2") indica la estimación de las pérdidas de rendimiento por cada uno por ciento de lote afectado.

Las pérdidas en rendimiento para lotes totalmente afectados se obtiene relacionando el primer dato al ciento por ciento. Las pérdidas en rendimiento para lotes totalmente afectados por el valor promedio de la variable.

En relación a las variables discreta dicotómicas, el coeficiente de regresión indica directamente las pérdidas de rendimiento para lotes totalmente afectados.

Para el caso de las variables elevadas a términos cuadráticos se determinó su uso óptimo económico mediante la solución de las ecuaciones 1 y 2 en las cuales se iguala el producto marginal de la variable con la relación de precios insumo-producto. Para este estudio se utilizó un precio de 3,33 sucres por cada kilogramo de trigo que de acuerdo a encuestas realizadas en la zona es el precio promedio que reciben los productores por la venta de este cereal. La diferencia entre el gasto óptimo económico y el gasto actual de los productores permite la estimación de las pérdidas en rendimiento.

Para el caso de la variable gasto en semilla la diferencia existente entre los dos valores es muy ínfima por lo que no puede atribuírsele una pérdida en rendimiento significativo.

Ecuación: 1. $3,33\ (1,14^{*}2553^{*} - 2^{*}1,0^{*}3456^{*})\ x_{42} = 1$

2. $3,33\ (1,50^{*}15223 - 2^{*}0,8^{*}12124^{*})\ x_{44} = 1$

x_{42}= gasto en herbicidas

x_{44}= gasto en semillas.

INIAP - Estación Experimental Santa Catalina

CUADRO 2

PERDIDAS DE RENDIMIENTO POR TRIPS EN LA ZONA DE QUITO 1981-1982

VARIABLE	PERDIDAS EN LOTES TOTALMENTE AFECTADOS Kg/ha.	PERDIDAS PROMEDIAS Kg/ha.
Pendiente	NS	132
Virus	Total	16[illegible]
Fecha de siembra	NS	159
Gasto en semilla [1]	-	-
Gasto en herbicida	406	406
Variedad	252	122

1/ La estimación de pérdidas de rendimiento para esta variable es mínima

[illegible]

En un primer plano de importancia en relación a la magnitud de pérdidas en rendimiento se encuentra la variable gasto en herbicidas para la cual se estima una pérdida en rendimiento de 406 Kg/ha. En relación a esta variable debe indicarse que en otras corridas de la computadora se probaron modelos en los cuales se incluyó la variable gasto en insumos que incluía la sumatoria de los gastos en semilla, fertilizantes y herbicidas. Esta variable mostró un alto nivel de significancia pero no presentaba un comportamiento cuadrático que se requiere para la estimación de las pérdidas en rendimiento. Por esta razón se optó en separar esta variable en sus tres subvariables componentes. Estas subvariables mostraron también individualmente altos niveles de significancia pero únicamente gastó en semilla y herbicidas mostraron un comportamiento cuadrático. La variable gasto en fertilizante presenta un alto nivel de significancia por lo cual se presume que esta es una variable importante, lamentablemente no se pudo cuantificar las pérdidas en rendimiento atribuibles a ella, ya que las observaciones estaban comprendidas en la parte creciente de la curva (función cuadrática). Actualmente, los agricultores aplican cantidades muy bajas de este insumo (en promedio 20 Kg. de N y 41,3 Kg. de P_2O_5) frente a cantidades de 136,4 Kg. de N y 224,0 Kg. de P_2O_5 estimados para la obtención del máximo rendimiento; y 142,9 Kg. de N

INIAP - Estación Experimental Santa Catalina

y 12,1 Kg. de P_2O_5 estimados para el óptimo económico (detalle de este cálculo consta en el apéndice).

En un segundo plano de importancia se encuentran las siguientes variables: Porcentaje de lote afectado con enanismo ("%"): se estima que esta variable es responsable de una pérdida en rendimientos estimada en 167 Kg/ha. En este estudio no se encontró correlación entre esta variable y número de pulgones. Esta segunda variable que no mostró un efecto significativo en el rendimiento fue captada de acuerdo al número de áfidos por 30 cm. lineales de plantas. Su incidencia fue mayor en estado de macollo hasta casi desaparecer en estados posteriores. No se contó esta variable por especies de pulgones.

Fecha de siembra: El sembrar trigo en la zona de Cayambe entre octubre y fines de diciembre de 19 en lugar del período entre los primeros días de enero a marzo de 19 significó una pérdida de rendimiento que se estima en 177 Kg/ha. Se reconoce que con esta variable se capta indirectamente la influencia de los factores climatológicos. Información para estos últimos fue captada en diferentes variables (ver apéndice) de acuerdo a la percepción del agricultor a los mismos. Estas variables mostraron niveles bajos de significancia ya que la mayoría de agricultores dio el mismo tipo de respuesta a las preguntas sobre los factores climatológicos y esta falta de variabilidad no permitió estimar su impacto en rendimiento. Los agricultores tuvieron que dar el mismo tipo de respuesta ya sea porque en realidad ocurrió así o por costumbre. De todas maneras se reconoce que las preguntas fueron de muy amplio rango (Si o No; Adecuado o Inadecuado) y que con un método más preciso para captar estas variables climatológicas como suplementos meteorológicos se podría captar su impacto en rendimiento.

Pendiente: El hecho de sembrar trigo en terrenos con una pendiente superior a 25 grados en lugar de terrenos con una pendiente inferior significa una pérdida en rendimiento que se estima en 133 Kg/ha. Se reconoce que esta variable puede tener correlación con otras variables como profundidad de la capa arable, disponibilidad de nutrientes, retención de agua, variables que no fueron captadas en el estudio.

INIAP - Estación Experimental Santa Catalina

Variedad.- El hecho de usar una variedad tradicional en lugar de una variedad mejorada de F.M.P., significó una pérdida en rendimiento estimada en 123 Kg/ha.

En la matriz de correlación se determinó que existe autocorrelación entre la variable variedad y la variable porcentaje de lote afectado con roya. En otras palabras las variedades tradicionales mostraban una mayor incidencia de roya y una situación opuesta caracterizaba a las variedades mejoradas. Por la autocorrelación entre estas dos variables se optó por usar únicamente la variable variedad en el modelo final pese a que la variable roya tenía un aceptable nivel de significancia. El ataque de roya en la zona para el período del estudio no fue severo.

II. LIMITACIONES DEL ESTUDIO

Por el hecho de incluir como puntos muestrales lotes sembrados con trigo pertenecientes en mayoría a pequeños agricultores que presentan similar tecnología no fue posible captar suficiente variabilidad para algunos factores y por esta razón no se pudo establecer su magnitud de pérdidas en rendimiento. Un ejemplo de esta situación es la variable gasto en fertilizante, situación que se explicó anteriormente.

La información sobre la incidencia de los factores climatológicos se captó de acuerdo a la percepción del agricultor a los mismos. No se sabe si por costumbre o porque en realidad sucedió así, en la zona los agricultores dieron en una gran mayoría el mismo tipo de respuesta. Esto limitó la existencia de suficiente variabilidad que permita estimar su impacto en rendimiento. Se reconoce que el problema pudo originarse por el amplio rango de las preguntas.

Por ensayos experimentales realizados en la zona se cree que las variables método de preparación del terreno y principales métodos de tapado son variables importantes, especialmente por el hecho de observarse que de esta última depende en gran parte una mayor o menor germinación y a la vez uniformidad o desigual

INIAP - Estación Experimental Santa Catalina

dad en la ría a. En los ensayos indicados se han probado experimentalmente varios métodos de tape siendo algunos de ellos - innovaciones. En este estudio se capta esta variable únicamente si fue el tapado realizado con yunta o tractor sin haberse encontrado para estos niveles aceptables de significancia. Se considera una limitación del estudio no haber introducido como variable el número de plantas germinadas por metro cuadrado, ya que la recolección de información comenzó cuando las plantas en algunos lotes estaban en estado de macollo.

3. VENTAJAS DEL METODO

Constituye un complemento del método experimental para una preselección de componentes tecnológicos.

Por la información directa de campo del método a la vez que permite la estimación de las pérdidas de rendimiento en una zona específica, proporciona información adicional que hace posible realizar el diagnóstico de la situación actual del cultivo y comprobar la veracidad de encuestas realizadas en la zona con este propósito.

4. LIMITACIONES DEL METODO

Para el conocimiento de la magnitud de impacto en rendimiento de las diferentes variables con miras a la determinación de prioridades de investigación mediante la utilización de este método se requieren observaciones durante varios años agrícolas.

En este método las variables climatológicas son captadas de acuerdo a la percepción del agricultor y como variables discretas dicotómicas. Esto determina imprecisión en la información. La captación de estos factores en una forma más precisa obliga al uso de aparatos metereológicos con el consiguiente incremento del costo del estudio.

INIAP - Estación Experimental Santa Catalina

Los datos requeridos para el estudio son recolectados en los diferentes puntos muestrales por un grupo de técnicos experimentados en el cultivo y adecuadamente capacitados. Pese a esta situación se reconoce que puede haber sesgos fuertes en la información por la interacción entre uno y otro.

Para captar el efecto en rendimiento de un factor se requiere que en las observaciones haya suficiente variabilidad. En muchas regiones de Latinoamérica especialmente donde predomina el minifundio existe similar tecnología lo que impide la captación de su impacto en rendimiento.

Para lograr un modelo que incluya variables que expliquen en una alta proporción la variación de 'y' mediante observaciones de campo en un panel de fincas se requiere principalmente considerar una lista amplia de variables potenciales, determinar la forma más conveniente de recolectar la información. Se considera que esto puede lograrse a cabalidad con la experiencia de un estudio anterior con ese cultivo y en la zona.

A N E X O E

LISTA DE VARIABLES EVALUADAS EN LA EVALUACION DE PRODUCCION

Variable Dependiente:

Rendimiento de trigo (kg/ha.

Variables Independientes:

Textura del suelo (franco arcilloso, franco arenoso, franco arcilloso - (Arenoso)

Topografía del terreno (plano - semipendiente, pendiente)

Topografía del terreno (2% - 2%)

Método de preparación del terreno (yunta ó tractor)

Método de tape (yunta o tractor)

Método de cosecha (tradicional, mejo o tecnificado)

Humedad a la siembra (adecuada o inadecuada)

Humedad al macollo (adecuada o inadecuada)

Humedad en estado de leche (adecuada o inadecuada)

Precipitación a la cosecha (SI o NO)

Heladas al macollo (presencia, ausencia)

Malezas hoja ancha (macollo)

Heladas en estado de dehiscencia (presencia, ausencia)

Heladas en estado de leche (presencia, ausencia)

Heladas en estado de masilla (presencia, ausencia)

Granizadas al macollo (presencia, ausencia)

Granizadas en estado de leche (presencia, ausencia)

Granizadas en estado de masilla (presencia, ausencia)

Granizadas en estado de cosecha (presencia, ausencia)

Fuertes vientos en estado de leche (presencia, ausencia)

Fuertes vientos en estado de masilla (presencia, ausencia)

Fuertes vientos en la cosecha (presencia, ausencia)

Presencia en Roya $\underline{1}$ (al macollo) % de lote afectado

Presencia de Roya $\underline{1}$ (hoja bandera % de lote afectado

Presencia de Roya $\underline{1}$ (floración) % de lote afectado

Presencia de roya $\underline{1}$ (estado de masilla) % de lote afectado

Enanismo (una lectura cuando la planta está desarrollada % de lote afectado).

INIAP - Estación Experimental Santa Catalina

Marchitamiento (al macollo) % de lote afectado
Marchitamiento (estado de masilla) % de lote afectado
Ataque de pulgón (macollo) población por cada 30 pl. de plantas
Ataque de pulgón (hoja bandera) población por cada 30 pl. de plantas.
Ataque de pulgón (floración) población por cada 30 pl. de plantas
Ataque de pulgón (estado de masilla) población por cada 30 pl. de plantas
Malezas hoja ancha (macollo) número de malezas por m^2
Malezas hoja ancha (hoja bandera) número de malezas por m^2
Malezas hoja delgada (macollo) número de malezas por m^2
Malezas hoja delgada (hoja bandera) número de malezas por m^2
Daño de pájaros (estado de masilla) % lote afectado
Rotación de cultivos (papas, leguminosas, gramíneas)
Variedad utilizada (adecuada, inadecuada)
Variedad utilizada (mejorada, tradicional)
Fecha de siembra (en semanas)
Fecha de siembra (antes 31-XII, despues 31-XII)
Calidad de semilla (común, certificada)
Gastos de insumos (sucres por ha.)
Gastos en fertilizante (sucres por ha.)
Gasto en herbicidas (sucres por ha.)
Gasto en semillas (sucres por ha.)

A P E N D I C E I

Estimación del uso óptimo físico y económico de N y P_2O_5 para trigo en la Cooperativa Panamericana de Cayambe.º

En base a datos experimentales se estimó una función de producción (ecuación 1) en la que se relaciona los rendimientos de trigo (y) con las cantidades aplicadas N y P_2O_5 (las unidades son Kg/ha.).

Ecuación 1 $y = 1336.1 + 0.233\ N - 0.111\ N^2 + 0.0510\ (P_2O_5) - 0.0355\ (P_2O_5)^2 - 0.0510\ N\ (P_2O_5)$

Las cantidades requeridas para la obtención de los máximos rendimientos (óptimo físico) se obtienen mediante la solución simultánea de las ecuaciones dos y tres

Ecuación 2 $\frac{dy}{dN} = 0 + 0.233 - 0.111\ N - 0.0510\ (P_2O_5) = 0$

Ecuación 3 $\frac{dy}{dP} = 0 + 0.233 - 0.0710\ (P_2O_5) - 0.0510\ (N) = 0$

Resultando N = 176.4 Kg/ha y P_2O_5 = 204,0 Kg/ha. (óptimo físico)

El óptimo económico se lo obtiene mediante la solución simultánea de las ecuaciones cuatro y cinco.

Se considera un precio de trigo (py) de 3.33 sucres/kilogramo, el precio de N (pN) = 5 sucres/kilogramo y el precio de (P_2O_5) (pP) = 7 sucres/kilogramo.

Ecuación 4 $\frac{dy}{dN} = \frac{pN}{pY} = 0.233 - 0.111\ N - 0.0510\ (P_2O_5) = 1.5$

Ecuación 5 $\frac{dy}{dP} = \frac{pP}{pY} = 0.233 - 0.0710\ (P_2O_5) - 0.0510\ (N) = 2.12$

Resultando N = 149 Kg/ha. y P_2O_5 = 102 Kg/ha. (óptimo económico)

º Información obtenida del estudio Análisis Económico de la Respuesta de Papa, Maíz y Trigo a la Fertilización Nitrogenada y Fosfatada (2).

INIAP - Estación Experimental Santa Catalina

BIBLIOGRAFIA

1. ANDERSEN, P. P. et.al Factores que limitan la productividad de Frijol en Colombia. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Serie 365B-2. Cali, Colombia. Noviembre de 1980

2. ESPINOSA, P.C. Economic Analysis of Potato corn and wheat response to Nitrogen and Phosphorus Application in the Highlands of Ecuador. University of Missouri-Columbia College of Agriculture Agricultural Experimental Station Research Bulletin 1026. April 1978.

3. GOMEZ, K. A. et.al Quantification of factors limiting rice yields in farmers' fields. Paper presented at a Saturday Seminar, 24 November International Rice Research Institute Los Baños, Philippines, 1973.

4. INTERNATIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE. Methodology for an integrated experiment-survey on rice yield constrainsts. 1978