

**INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA AGRÍCOLAS  
- I C T A -**

**DETERMINACIÓN DEL TAMAÑO DE MUESTRA PARA LA VALIDACIÓN  
DE TECNOLOGÍA CON AGRICULTORES: EL CASO DE LAS VARIEDADES  
MEJORADAS DE FRIJOL EN EL SURORIENTE DE GUATEMALA**

**Mamerto Reyes Hernández**

**Bárcena, Villa Nueva, Guatemala, julio de 2003**

# **DETERMINACIÓN DEL TAMAÑO DE MUESTRA PARA LA VALIDACIÓN DE TECNOLOGÍA CON AGRICULTORES: EL CASO DE LAS VARIEDADES MEJORADAS DE FRIJOL EN EL SURORIENTE DE GUATEMALA**

Mamerto Reyes Hernández <sup>1</sup>

## **R E S U M E N**

Después de 30 años de usar el enfoque de investigación de sistemas agrícolas en el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA) de Guatemala, todavía quedan algunas preguntas relevantes sin respuesta sobre algunas de sus etapas, una de ellas es sobre cuál es el tamaño de muestra que se debe emplear en la validación de tecnología, el cual es relevante en la medición del potencial de adopción de una tecnología, ya que en hipótesis, la eficiencia de un estimador está relacionada directamente con el tamaño de muestra. En este trabajo se hace una exploración en este campo, para ello se utilizan dos metodologías alternativas para determinar el tamaño de muestra con un error de muestreo del 10%. Primero, con fórmulas de muestreo, y segundo, con modelos de regresión. Para ello se utilizan 21 tamaños muestrales replicados 5 veces, los tamaños muestrales oscilan entre 5 y 102 agricultores. La información empleada proviene de una muestra de 102 agricultores usada en 1984 para estudiar la adopción de variedades mejoradas de frijol en el suroriente de Guatemala. Los resultados muestran que las muestras pequeñas sobrevalúan el potencial de adopción. Por otro lado, las muestras determinadas con fórmulas de muestreo son 23 veces más grandes que las determinadas con las regresiones. Se concluye que para la validación de variedades, el tamaño de muestra debe ser como mínimo de 30 agricultores, un tamaño que se encuentra justo en la frontera donde comienzan las muestras grandes.

---

<sup>1</sup> Economista Agrícola, M.Sc., Asociado de Investigación, Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA), Bárcena, Villa Nueva, Guatemala, C.A. Email: mrhdz@lycos.com

# **DETERMINACIÓN DEL TAMAÑO DE MUESTRA PARA LA VALIDACIÓN DE TECNOLOGÍA CON AGRICULTORES: El caso de las variedades mejoradas de frijol en el Suroriente de Guatemala**

## **1. INTRODUCCIÓN**

En Guatemala, el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA) es el ente público dedicado a la investigación agrícola y promoción de la tecnología agropecuaria. Para atender su mandato, el ICTA ha desarrollado un sistema de investigación que considera varias etapas que van desde el diagnóstico de los problemas que restringen la eficiencia productiva de los agricultores hasta la validación de alternativas tecnológicas. La investigación se inicia en campo de agricultores con el diagnóstico de los problemas, continúa en las estaciones experimentales del instituto, luego experimentando en campos de agricultores donde se seleccionan las alternativas que se consideren promisorias para resolver los problemas que originaron la investigación. En la siguiente etapa, éstas alternativas de solución se validan con agricultores. En este proceso, los propios agricultores evalúan las tecnologías propuestas. Si en la validación se determina que una tecnología se adapta apropiadamente a las condiciones de los agricultores y presenta un alto potencial de adopción, debe ser elevada a la etapa de transferencia, en la cual se pone a disposición del universo de agricultores de una región. Mayores detalles sobre el sistema tecnológico del ICTA se encuentran en Castillo (1982).

Como puede apreciarse, un rasgo que sobresale en el sistema tecnológico del ICTA es la participación de los agricultores en casi todas las etapas de investigación. En unas son proveedores de información sobre la problemática de los sistemas de producción, en otras proveen sus terrenos para la conducción de ensayos y algunos criterios para la selección de tecnologías, y en otras, ellos mismos evalúan la tecnología generada. Esta última etapa se conoce como Parcelas de Prueba y en ella, bajo su propia responsabilidad y recursos, el agricultor evalúa la tecnología desarrollada comparándola con su sistema de manejo tradicional. Por esta razón, la parcela de prueba constituye un mecanismo de control de la tecnología y con ella se determina si una tecnología mantiene sus bondades bajo condiciones de los agricultores.

Por otra parte, en las parcelas de prueba se mide el potencial de adopción de una

tecnología. Esto se hace un ciclo de cultivo posterior a la conducción de estas parcelas, en este caso se evalúa si los agricultores han adoptado la tecnología considerada en las parcelas de prueba.

Para medir el potencial de adopción de una tecnología, el sistema tecnológico no posee ninguna recomendación sobre el tamaño mínimo de muestra que se debería utilizar en la validación. Simplemente se asume que conduciendo las parcelas con agricultores representativos de las zonas de estudio, la validación producirá los resultados esperados, lo cual puede ser correcto desde una perspectiva agrobiológica, pues la evaluación de la tecnología en unos pocos sitios claves de las zonas de estudio puede ser suficiente para determinar si las bondades agrobiológicas de la tecnología se mantienen bajo condiciones de los agricultores, pero resulta insuficiente para determinar el potencial de adopción que dicha tecnología tenga, ya que las decisiones de adopción también se encuentran relacionadas con atributos socioeconómicos propios del agricultor y su familia, y no solamente con las variables agroecológicas que definen los sitios de evaluación o con las que identifican a la tecnología.

En ausencia de esta información clave, en este trabajo se hace una exploración en el tema del tamaño mínimo de muestra para ejercicios de validación de tecnología. Se toma el caso de la validación de variedades mejoradas de frijol en el Suroriente de Guatemala y como objetivo normativo se busca determinar cuantas parcelas de prueba se deben establecer para inferir eficientemente el potencial de adopción de dichas variedades.

## **2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 MEDICIÓN DEL POTENCIAL DE ADOPCIÓN**

Dentro del sistema tecnológico del ICTA, el potencial de adopción de una tecnología se conoce como “aceptabilidad” y se determina con los agricultores que participaron en la conducción de las parcelas de prueba, haciendo una encuesta un ciclo de cultivo posterior a estas parcelas. En esta encuesta se investiga si los agricultores han adoptado o no la tecnología que evaluaron en las parcelas y las razones que apoyan su decisión. En algunas oportunidades, cuando el tamaño de muestra lo ha permitido se han estudiado los factores que afectan la adopción de la tecnología (Reyes Hernández, 1985; García Raymundo, 1989).

Los indicadores que se utilizan para medir la aceptabilidad son el porcentaje de agricultores que están utilizando la tecnología y el porcentaje del área del cultivo para el que se generó la tecnología donde se está utilizando la tecnología evaluada. Estos porcentajes se calculan de la muestra de agricultores que participaron en la validación.

Buscando enriquecer el análisis de la aceptabilidad se desarrollaron algunos índices, los cuales se estimaron con los porcentajes de agricultores y de área con la tecnología. Hildebrand y colaboradores desarrollaron un índice de aceptabilidad que resultaba de multiplicar los porcentajes estimados y luego dividirlos entre cien (Chinchilla y Hildebrand, 1979, y Reiche *et al*, 1979). Reyes Hernández (1982) desarrolló otro índice que era una media armónica de los porcentajes. En ambos índices se asumía que una tecnología tenía una mayor aceptabilidad en la medida que el índice se acercaba a la unidad, y no presentaba ningún problema de interpretación en los casos en que los porcentajes de agricultores y área tenían magnitudes similares. Sin embargo, si existían problemas cuando los porcentajes eran muy diferentes en sus magnitudes, que era el caso general, por lo que cayeron en desuso.

A la par del desarrollo de los índices, se diseñó otro concepto, este fue el de Efecto Multiplicador, el cual identificaba la cantidad de adoptantes que una parcela de prueba podía conseguir (Reyes Hernández, 1985), que luego fue utilizado en estudios de adopción para determinar la adopción inducida con las parcelas de transferencia y de semilla artesanal (Reyes Hernández y García Raymundo, 1990).

Por las debilidades de los índices de aceptabilidad desarrollados, la mejor medida de la aceptabilidad es la pareja de porcentajes de agricultores y área con la tecnología evaluada, y por tal razón, estos porcentajes deben estimarse eficientemente, para lo cual es necesario tener el tamaño de muestra apropiado.

## **2.2 DETERMINACIÓN DEL TAMAÑO MUESTRAL**

Existen muchas maneras para determinar el tamaño de una muestra. Todas requieren conocer la magnitud de la variabilidad de la distribución de alguno de los descriptores de la población bajo estudio. Para proporciones, como la proporción de adoptantes de una tecnología o de la proporción del área de cultivo con una tecnología, la fórmula más sencilla es aquella desarrollada a partir del error de muestreo, el cual se estima

$$d = 1.96 S_p \dots\dots\dots (1)$$

en donde:

- d error de muestreo (en cifras absolutas);
- 1.96 valor de Z al 95% de confianza;
- S<sub>p</sub> error estándar de la proporción;
- n tamaño muestral

como el error estándar de la proporción se estima,

$$S_p = [P(1-P) / n]^{1/2} \dots\dots\dots (2)$$

donde, P es la proporción de la existencia de un atributo X en la población, sustituyendo (2) en (1) y despejando para “n”, se tiene

$$n = P(1-P) [1.96/d]^2 \dots\dots\dots (3)$$

que es la fórmula para estimar el tamaño de muestra cuando se desconoce el tamaño de la población, pero si se dispone de información sobre la proporción en que existe un atributo y se desea tener un grado determinado de precisión.

Por otro lado, para el caso en que se conoce el tamaño de la población y se conoce la proporción en que existe un atributo en ella, Yamane (1981) presenta la siguiente fórmula,

$$n = N Z^2 p q / (N r^2 + Z^2 p q) \dots\dots\dots (4)$$

en donde:

- N tamaño de la población;
- Z valor de Z de las tablas de la curva normal a un nivel de probabilidad;
- p proporción de la existencia de un atributo X en la población;
- q proporción de la ausencia de un atributo X en la población;

r precisión relativa (error de muestreo en porcentaje).

En las dos fórmulas, el conocimiento de la proporción en que existe un atributo en una población es una variable esencial. Sin embargo, si no se tiene disponible, no constituye una restricción seria, pues esta proporción puede establecerse con un pre-muestreo.

### **3. METODOLOGIA**

#### **3.1 LOS DATOS**

Para realizar el análisis se dispuso de una muestra de 102 agricultores de los departamentos de Jutiapa y Jalapa, en el Suroriente de Guatemala. Esta información fue colectada por Viana Ruano (1985) en 1984 y fue tomada de todos los agricultores que participaron en un ejercicio de transferencia de variedades mejoradas de frijol conducido en 1983 en una actividad en convenio entre el ICTA, el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) y la hoy desaparecida Dirección General de Servicios Agrícolas (DIGESA). Todos los agricultores en la muestra condujeron parcelas de transferencia de las variedades, lo cual los hace equivalentes a productores que conducen parcelas de prueba.

#### **3.2 ANÁLISIS**

Para determinar un tamaño óptimo de muestra, de la muestra de 102 agricultores se tomaron cinco muestras aleatorias de 5 elementos muestrales, luego cinco muestras de 10 elementos muestrales, después cinco muestras de 15 elementos muestrales, y así sucesivamente hasta llegar a cinco muestras aleatorias de 100 elementos muestrales. A cada conjunto de muestras del mismo tamaño, se le calcularon los valores promedio de las proporciones y sus varianzas. Este procedimiento produjo una serie de veinte registros de tamaños de muestra, proporciones promedio y varianzas. Luego, adicionando los estimadores logrados con la muestra original de 102 agricultores, se obtuvo una serie de 21 registros en total. Estos se presentan en los cuadros A-1 y A-2 del anexo.

Al graficar las proporciones medias y los tamaños muestrales, se observó que siguen un patrón descendente hacia un valor mínimo. No es el caso de una curva con concavidad

hacia arriba que muestre un mínimo, sino el de una que tiende hacia abajo hacia un valor mínimo asintótico. Este patrón se presenta en las figuras 1 y 2 en el inciso de resultados.

Para identificar el tamaño “óptimo” de muestra se siguieron dos enfoques alternativos. Uno fue a través de regresión y el otro por medio de la fórmula de muestreo cuando se conoce la proporción y se desconoce el tamaño de la población.

### **3.2.1 ANÁLISIS DE REGRESIÓN**

#### **i. AJUSTE CON MÍNIMOS CUADRADOS ORDINARIOS**

Como las masas de datos de las proporciones de agricultores y área de frijol con las variedades mejoradas, siguen un patrón similar al de la hipérbola (pero en el cuadrante positivo), las regresiones ajustadas siguieron la especificación que se presenta a continuación:

$$P_i = \beta_0 + \beta_1 (1/n_i) + \varepsilon_i \dots\dots\dots (5)$$

en donde:

P proporción promedio con el atributo de aceptabilidad (proporción de agricultores con las variedades mejoradas o del área de frijol con las variedades mejoradas);

n tamaño de muestra;

$\beta_0, \beta_1$  parámetros a estimar;

$\varepsilon$  error aleatorio;

$i= 5, 10, 15, \dots, 101$  identifica los  $i$ -ésimos tamaños muestrales

La ecuación (5) se fundamenta en los supuestos clásicos de normalidad, media cero [ $E(\varepsilon_i) = 0$ ], homocedasticidad [ $E(\varepsilon_i^2) = \sigma^2$ ] y ausencia de autocorrelación [ $E(\varepsilon_i \varepsilon_j) = 0$  para todo  $i \neq j$ ]. Para el ajuste de (5) se utilizó el enfoque de mínimos cuadrados ordinarios, el método estándar de ajuste de ecuaciones de regresión.

#### **ii. DETERMINACIÓN DE LA HETEROCEDASTICIDAD**

En el análisis gráfico de la información se encontró que del mismo modo que las proporciones medias, las varianzas muestran un patrón de relación definido con el tamaño

de muestra. Por un lado, las varianzas de la proporción de agricultores con variedades mejoradas de frijol muestran un patrón creciente hacia un valor asintótico, y por otro lado, las varianzas de la proporción del área de frijol con variedades mejoradas siguen un patrón descendente hacia un valor asintótico (figuras A-1 y A-2 del anexo). Aunque cabe indicar que la oscilación de las varianzas es pequeña, va de 0.1600 á 0.2194 para las varianzas de la proporción de agricultores con variedades mejoradas de frijol y de 0.2328 á 0.2485 para las de la proporción del área de frijol con variedades mejoradas.

Aún cuando la oscilación de los valores que toman las varianzas es pequeña, la existencia de relaciones definidas entre éstas y los tamaños de muestra sugiere la existencia de heterocedasticidad en los modelos (5). Para probar esta hipótesis se utilizó la prueba de Park (Gujarati, 1982). En esta prueba se parte de la relación:

$$\sigma_i^2 = \sigma^2 X_i^\delta e^{v_i}, \dots\dots\dots (6)$$

en donde:

- $\sigma^2$      varianza
- X        variable explicativa
- $\delta$        parámetro a estimar
- e        base de los logaritmos naturales
- v        error aleatorio
- i        i-ésima observación en la serie de datos

Para el ajuste de (6) es necesario linealizarla con logaritmos naturales, con lo que se tiene,

$$\text{LN}(\sigma_i^2) = \text{LN}(\sigma^2) + \delta \text{LN}(X_i) + v_i \dots\dots\dots (7)$$

se dice que existe heterocedasticidad si  $\delta$  es significativamente diferente de cero.

### iii.     **CORRECCIÓN DE LA HETEROCEDASTICIDAD**

Para corregir los efectos de la heterocedasticidad en los modelos (5) ajustados con

mínimos cuadrados ordinarios, se utilizó el enfoque de los mínimos cuadrados ponderados, la cual es la técnica sugerida en la literatura para resolver la ausencia de homocedasticidad en los casos en que se dispone de estimaciones de las varianzas para cada nivel de la variable explicativa (Gujarati, 1982; Kmenta, 1985), algo que se satisface en nuestro caso.

Usando mínimos cuadrados ponderados, la función de suma de cuadrados del error del modelo (5) es,

$$Q = \sum W_i \epsilon_i^2 = \sum W_i [Y_i - \beta_0^* - \beta_1^* X_i]^2 \dots\dots\dots (8)$$

en donde:

$$W_i = 1/\sigma_i^2$$

$$X_i = 1/n_i$$

$\sigma_i^2$  varianza en el n-ésimo tamaño muestral

por tanto, buscando la pareja de estimadores  $\beta_0^*$  y  $\beta_1^*$ , que minimizan la función de suma de cuadrados del error, esto es, tomando las primeras derivadas de (8) respecto a los estimadores e igualando a cero, se tiene el sistema de ecuaciones normales,

$$\sum W_i Y_i = \beta_0^* \sum W_i + \beta_1^* \sum W_i X_i \dots\dots\dots (9)$$

$$\sum W_i X_i Y_i = \beta_0^* \sum W_i X_i + \beta_1^* \sum W_i X_i^2 \dots\dots\dots (10)$$

que matricialmente se puede expresar,

$$[W(X'Y)] = [W(X'X)] B \dots\dots\dots (11)$$

en donde:

$$[W(X'Y)] = \begin{bmatrix} \sum W_i Y_i \\ \sum W_i X_i Y_i \end{bmatrix}; [W(X'X)] = \begin{bmatrix} \sum W_i & \sum W_i X_i \\ \sum W_i X_i & \sum W_i X_i^2 \end{bmatrix}; B = \begin{bmatrix} \beta_0^* \\ \beta_1^* \end{bmatrix}$$

de donde, se infiere que

$$B = [W(X'X)]^{-1} [W(X'Y)] \dots\dots\dots (12)$$

y la matriz de varianzas y covarianzas es,

$$[\text{Var-Cov}] = \text{CME} [W(X'X)]^{-1} \dots\dots\dots (13)$$

en donde, CME es el cuadrado medio del error del análisis de varianza de la regresión.

**iv. DETERMINACIÓN DEL TAMAÑO DE MUESTRA**

Teniendo estimadas las ecuaciones, para determinar el tamaño de muestra se asumió que una precisión del 10% (error de muestreo) era la adecuada. Como parámetros poblacionales de las proporciones de aceptabilidad se tomaron los interceptos de los modelos y respecto a ellos se calcularon los errores de muestreo. El tamaño idóneo de muestra se tomó calculando la muestra que permite que los dos estimadores de las proporciones de aceptabilidad se encuentren cuando mucho un 10% por arriba de los interceptos.

**3.2.2 APLICACIÓN DE LA FÓRMULA DE MUESTREO**

Para estimar el tamaño de muestra se utilizó la fórmula (3) y para estimar el error estándar de las proporciones se tomaron las proporciones estimadas con la muestra total de 102 agricultores, ya que éstas, por el tamaño de muestra y por los resultados del análisis de regresión son las más cercanas a los parámetros poblacionales. Se consideró también un error de muestreo del 10%.

**4. RESULTADOS**

**4.1 RESULTADOS ESTADÍSTICOS**

En el cuadro 1 se presentan los resultados obtenidos con la prueba de Park. Puede apreciarse que el tamaño de muestra tiene un efecto significativo en la magnitud de las varianzas, en otras palabras, las proporciones de aceptabilidad tienen varianzas específicas para cada tamaño de muestra, lo cual rompe con el supuesto de homogeneidad de varianzas del análisis de regresión.

Debe resaltarse que la relevancia de la heterocedasticidad radica en el sesgo que introduce en la varianza, lo cual invalida las pruebas de F y t, y dependiendo de la dirección de éste sesgo, puede sub o sobrevaluar las razones de t de Student y conducir a conclusiones equivocadas sobre un parámetro (Gujarati, 1982).

Cuadro 1. Modelos de regresión ajustados a las varianzas de los porcentajes de agricultores y de áreas de frijol con variedades mejoradas

Modelo ajustado al logaritmo natural de la varianza de la proporción de agricultores con variedades mejoradas de frijol		
Variable e indicador	Regresor	Error Estándar
Intercepto	-1.85023**	0.04343
Logaritmo natural del tamaño de muestra (n)	0.07549**	0.01127
Coeficiente de determinación	0.70236	
Fc	44.83662**	
Modelo ajustado al logaritmo natural de la varianza de la proporción del área de frijol con variedades mejoradas		
Variable e indicador	Regresor	Error Estándar
Intercepto	-1.36532**	0.01171
Logaritmo natural del tamaño de muestra (n)	-0.01756**	0.00304
Coeficiente de determinación	0.63716	
Fc	33.36417**	

\*\* Significativo a un nivel del 1 % de probabilidad

En este estudio, además de predecir los porcentajes medios para cada nivel de tamaño de muestra, se busca determinar la magnitud de los parámetros poblacionales de aceptabilidad, lo cual se logra a través de los interceptos de las ecuaciones ajustadas, por lo que es necesario obtener modelos que no posean problemas de heterocedasticidad de manera que las t de Student sean concluyentes.

Como se indicó en la metodología, para resolver los problemas de heterocedasticidad que registraron los modelos ajustados con mínimos cuadrados ordinarios, se desarrollaron dos modelos con el enfoque de mínimos cuadrados ponderados, los cuales se presentan en los cuadros 2 y 3.

En estos cuadros se hace una comparación de los estimadores de los modelos ajustados para predecir las proporciones de agricultores y área de frijol con variedades

mejoradas obtenidos con mínimos cuadrados ordinarios y mínimos cuadrados ponderados. Puede apreciarse que aun cuando la prueba de Park sugirió la existencia de heterocedasticidad, las magnitudes de los estimadores de las ecuaciones virtualmente no se modifican al cambiar el enfoque de ajuste de los modelos.

Cuadro 2. Modelos de regresión ajustados a las proporciones de agricultores con variedades mejoradas con los enfoques de mínimos cuadrados ordinarios (MCO) y ponderados (MCP)

Variable e indicador	Ajustado con MCO		Ajustado con MCP	
	Regresor	Error Estándar	Regresor	Error Estándar
Intercepto	0.67660**	0.00254	0.67666**	0.00122
Tamaño de muestra (n)	0.65197**	0.04606	0.64977**	0.01966
Fc	200.3152**		189.1358719**	
Coefficiente de determinación	0.91337		0.91310	
Error estándar de estimación	0.00905		0.00927	

\*\* Significativo a un nivel menor al 1% de probabilidad

Cuadro 3. Modelos de regresión ajustados a las proporciones de áreas de frijol con variedades mejoradas con los enfoques de mínimos cuadrados ordinarios (MCO) y ponderados (MCP)

Variable e indicador	Ajustado con MCO		Ajustado con MCP	
	Regresor	Error Estándar	Regresor	Error Estándar
Intercepto	0.36953**	0.00379	0.36909**	0.00196
Tamaño de muestra	1.05739**	0.06876	1.06174**	0.03492
Coefficiente de determinación	0.92562		0.92519	
Fc	236.44048**		222.62004**	
Error estándar de estimación	0.01351		0.01384	

\*\* Significativo a un nivel menor al 1% de probabilidad

En los cuadros 2 y 3 se puede notar también que los errores estándar se reducen en casi 50% al pasar de mínimos cuadrados ordinarios a mínimos cuadrados ponderados, lo cual indica que como resultado de la heterocedasticidad se sobrevalúa la varianza de la aceptabilidad. Sin embargo, como se percibe en la significancia de las pruebas de F y t, éstos cambios no modifican las conclusiones derivadas de estas pruebas, por lo que la heterocedasticidad detectada se puede considerar como no perjudicial.

Por otra lado, ambos tipos de modelos muestran coeficientes de determinación y

errores estándar de estimación muy similares, lo cual sumado a los resultados de las pruebas de F y t, permite concluir en que ambos tipos de modelos son significativamente explicativos de la respuesta al tamaño de muestra de las dos proporciones de aceptabilidad analizadas y que indistintamente del enfoque seguido para su ajuste, tienen la misma capacidad predictiva.

En otras palabras, ambos tipos de modelos permiten probar con la misma confianza la relación que guardan la aceptabilidad y el tamaño de muestra, y ambos producen virtualmente las mismas estimaciones de las proporciones de aceptabilidad estudiadas, por lo que ambos tipos pueden emplearse con el mismo grado de seguridad.

Sin embargo, para incrementar marginalmente la precisión, se usarán los ajustados con mínimos cuadrados ordinarios por la ligera superioridad que tienen en los coeficientes de determinación y errores estándar de estimación. En las figuras 1 y 2 se presentan los datos observados y las predicciones de los modelos seleccionados.

#### **4.2 TAMAÑOS DE MUESTRA IDÓNEOS**

En el cuadro 4 se presentan los tamaños de muestra estimados con los dos enfoques seguidos para este cometido. De acuerdo con las predicciones de la regresión, para estimar las proporciones de aceptabilidad con un error de muestreo del 10% por arriba del parámetro poblacional se necesita una muestra de 29 agricultores. Por otro lado, con la fórmula de muestreo este propósito se cumple con una muestra de 655 agricultores, algo que resulta casi 23 veces más grande que el tamaño muestral estimado con las regresiones.

De estos resultados se infiere que para la validación de variedades mejoradas de frijol (y seguramente de otras especies de cultivos) se necesitan muestras grandes. Un concepto que comienza con 30 elementos muestrales. Con muestras pequeñas, como pudo apreciarse en este trabajo, las proporciones de aceptabilidad se sobredimensionan, sobrevaluando el potencial de adopción de las variedades, más cuando ésta se percibe desde la perspectiva de la superficie sembrada con las variedades.

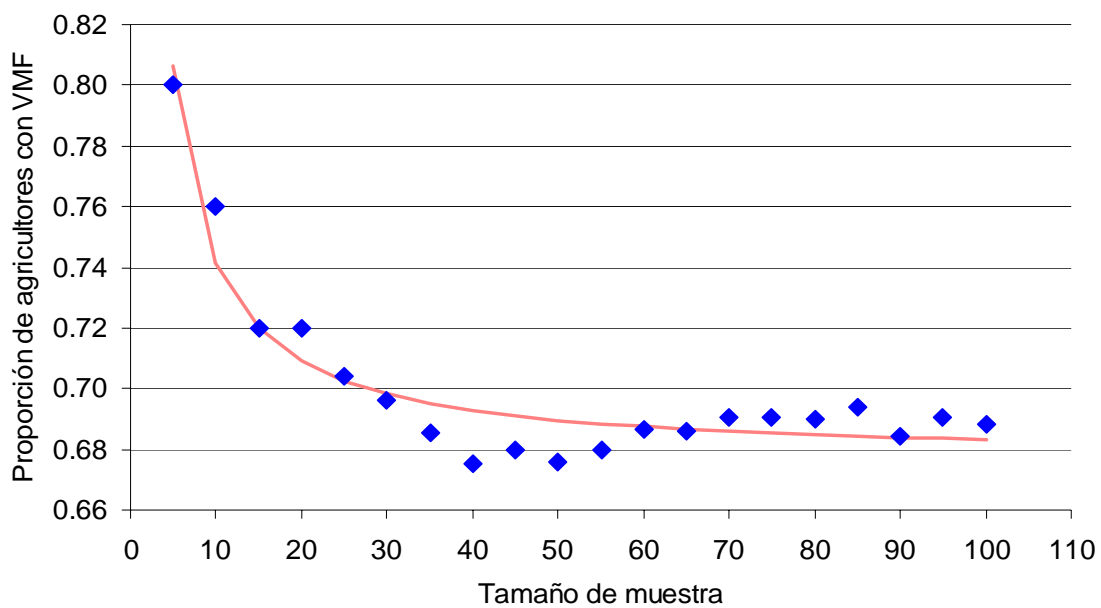


Figura 1. Tamaños de muestra y proporciones de agricultores con variedades mejoradas de frijol

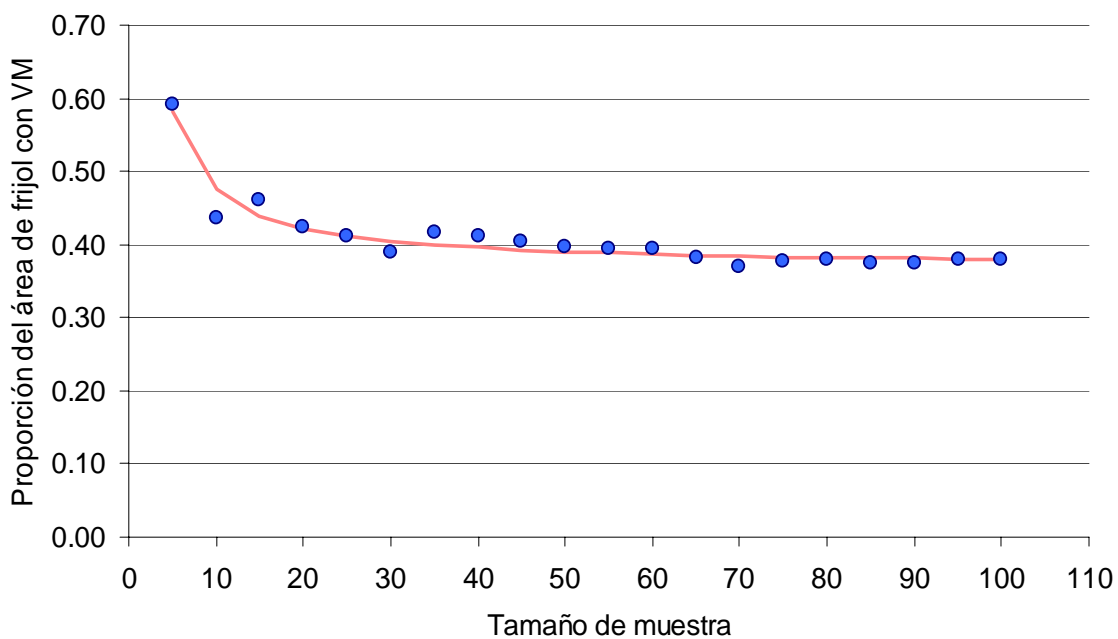


Figura 2. Tamaños de muestra y proporciones del área de frijol con variedades mejoradas

Cuadro 4. Tamaños de muestra para estimar las proporciones de aceptabilidad de variedades mejoradas de frijol

Enfoque/proporción a estimar	Tamaño de muestra
<b>Regresión:</b>	
Proporción de agricultores con variedades mejoradas de frijol	$9.65 \cong 10$
Proporción del área de frijol con variedades mejoradas	$28.62 \cong 29$
<b>Fórmula de muestreo:</b>	
Proporción de agricultores con variedades mejoradas de frijol	$183.62 \cong 184$
Proporción del área de frijol con variedades mejoradas	$655.44 \cong 655$

## 5. CONCLUSIONES

De acuerdo con la relación que guardan las proporciones de aceptabilidad y el tamaño muestral, una muestra que permitiría ubicarse 10% por arriba de los parámetros poblacionales de aceptabilidad es de 29 agricultores. Mientras que si ésta muestra se estima con la fórmula de muestreo, asciende a 655 agricultores.

De acuerdo con el patrón que siguió la aceptabilidad de variedades mejoradas de frijol en respuesta al tamaño muestral, se tiene que una muestra de 655 agricultores resulta demasiado grande para la determinación del potencial de adopción de las variedades, y en términos de costo, podría resultar 23 veces más cara que una de 29 agricultores que es igualmente eficiente para estimar los parámetros poblacionales de aceptabilidad.

## 6. IMPLICACIONES

Una implicación, quizás demasiado obvia, es que para validación de variedades se debe utilizar una muestra que por lo menos se encuentre en el límite inferior de las muestras grandes, es decir, que sea de 30 agricultores.

Por otra parte, el uso de 30 parcelas de prueba para la validación de variedades de frijol significa una cantidad particular de recursos que debe estar prevista para este propósito. Esto cubre tiempo de los investigadores, combustibles, viáticos y suministros varios, tanto de los responsables del seguimiento a las parcelas como de los responsables de medir el potencial de adopción de las variedades. Además requiere recursos para producir la semilla que se usará en las actividades de validación, estos comprenden toda

una gama que cubre jornales, agroquímicos, combustibles para la preparación del terreno, tiempo del investigador responsable y otros. En este sentido, la determinación del tamaño mínimo de muestra para validación constituye un factor clave para el proceso de asignación de recursos a la validación de variedades que hasta el momento no se ha tenido disponible.

## 7. REFERENCIAS

CASTILLO, L. M. (1982) "El sistema tecnológico del ICTA" in *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, Número I (enero-junio): 1-10.

CHINCHILLA, M. E. y P. E. HILDEBRAND (1979) Evaluación de la Aceptabilidad de la Tecnología Generada para el Cultivo de Maíz en Quetzaltenango, 1977-1978. Guatemala, ICTA.

GARCÍA RAYMUNDO, SANTOS (1989) Estudio de Adopción de la Variedad de Frijol Arbustivo ICTA Quinack Ché, Chimaltenango, 1988. Chimaltenango, SER/ICTA.

GUJARATI, D. (1982) *Econometría Básica*. Traducción del inglés de J. M. Mesa. México, Libros Mc Graw-Hill de México.

KMENTA, J. (1985) *Elementos de Econometría*. 2ª reedición de la 2ª edición en español. Traducción del inglés de M. Peñalver. Barcelona, España, Vicens-Universidad.

REICHE, C. E.; G. PELAEZ; S. CALDERÓN y J. CARDONA (1979) Evaluación de Aceptabilidad de Tecnología Generada por ICTA en el Cultivo de Maíz para la Subregión VI-3, Chiquimulilla, 1977-1978. Guatemala, ICTA.

REYES HERNÁNDEZ, M. (1982) Evaluación del Impacto de la Tecnología Generada por el ICTA para el Cultivo de Maíz en el Parcelamiento La Máquina. Una Evaluación de Adopción de Tecnología. Guatemala, SER/ICTA.

REYES HERNANDEZ, M. (1985) Factores que Inciden en los Agricultores en la Adopción de Semillas Mejoradas de Ajonjolí: Un Análisis de los Factores Favorables y Limitantes. Tesis de Licenciado en Economía. Guatemala, Universidad de San Carlos.

REYES HERNÁNDEZ, M. y S. GARCÍA RAYMUNDO (1990) La Adopción de la Tecnología Transferida a través del PROGETTAPS para los Cultivos de Maíz, Frijol Arbustivo, Trigo, Papa, y Crucíferas: una Evaluación de los Primeros dos años de Ejecución del Proyecto en Chimaltenango, Guatemala. Guatemala, SER/ICTA.

VIANA RUANO, A. (1985) Factores que Inciden en los Agricultores para la Adopción de Semillas Mejoradas de Frijol en el Suroriente de Guatemala. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Guatemala, Universidad Rafael Landívar.

YAMANE, T. (1981) Estadística. 3ª edición en español. Traducción del inglés de N. Cortado y N. Civetta. México, Harper & Row Latinoamericana.

## **A N E X O**

Cuadro A-1. Tamaños de muestra y proporciones de agricultores con variedades mejoradas de frijol

Tamaño de muestra	Proporciones muestrales					Proporción media	Varianza*
	P1	P2	P3	P4	P5		
5	0.60000	1.00000	0.80000	0.80000	0.80000	0.80000	0.16000
10	0.70000	1.00000	0.70000	0.70000	0.70000	0.76000	0.18240
15	0.66670	0.93330	0.60000	0.66670	0.73330	0.72000	0.20160
20	0.65000	0.80000	0.65000	0.70000	0.80000	0.72000	0.20160
25	0.64000	0.72000	0.72000	0.72000	0.72000	0.70400	0.20838
30	0.68000	0.66670	0.70000	0.70000	0.73330	0.69600	0.21158
35	0.68570	0.71430	0.68570	0.65710	0.68570	0.68570	0.21552
40	0.67500	0.70000	0.67500	0.65000	0.67500	0.67500	0.21938
45	0.66670	0.68890	0.68890	0.66670	0.68890	0.68002	0.21759
50	0.66000	0.66000	0.70000	0.68000	0.68000	0.67600	0.21902
55	0.65450	0.65450	0.72730	0.65450	0.70910	0.67998	0.21761
60	0.65000	0.68330	0.71670	0.68330	0.70000	0.68666	0.21516
65	0.66150	0.69230	0.70770	0.69230	0.67690	0.68614	0.21535
70	0.66710	0.70000	0.70000	0.68570	0.70000	0.69056	0.21369
75	0.66670	0.69330	0.69330	0.70670	0.69330	0.69066	0.21365
80	0.66250	0.68750	0.68750	0.71250	0.70000	0.69000	0.21390
85	0.67060	0.68240	0.69410	0.71760	0.70590	0.69412	0.21232
90	0.66670	0.67780	0.66670	0.71110	0.70000	0.68446	0.21597
95	0.67370	0.68420	0.68420	0.70530	0.70530	0.69054	0.21369
100	0.68000	0.68000	0.69000	0.69000	0.70000	0.68800	0.21466
102	0.68630	0.68630	0.68630	0.68630	0.68630	0.68630	0.21529

\* Varianza = P (1 - P)

Cuadro A-2. Tamaños de muestra y proporciones del área de frijol con variedades mejoradas

Tamaño de muestra	Proporciones muestrales					Proporción media	Varianza*
	P1	P2	P3	P4	P5		
5	0.93760	0.79300	0.24370	0.35130	0.62830	0.59078	0.24176
10	0.74670	0.44620	0.26780	0.31240	0.41130	0.43688	0.24602
15	0.73380	0.41250	0.20850	0.35790	0.59090	0.46072	0.24846
20	0.58350	0.38960	0.24370	0.31230	0.58470	0.42276	0.24403
25	0.51100	0.40520	0.27900	0.36810	0.50000	0.41266	0.24237
30	0.46970	0.37520	0.33770	0.34160	0.42840	0.39052	0.23801
35	0.55620	0.45930	0.33970	0.31430	0.41380	0.41666	0.24305
40	0.53600	0.44820	0.38840	0.34430	0.34460	0.41230	0.24231
45	0.52860	0.42160	0.36580	0.36540	0.34450	0.40518	0.24101
50	0.50400	0.38770	0.36600	0.37890	0.35120	0.39756	0.23951
55	0.45170	0.37690	0.39460	0.38560	0.36250	0.39426	0.23882
60	0.43730	0.41670	0.37960	0.37510	0.35760	0.39326	0.23861
65	0.40430	0.41300	0.35850	0.39960	0.33250	0.38158	0.23598
70	0.40280	0.36430	0.34240	0.38370	0.35060	0.36876	0.23278
75	0.38680	0.39670	0.35660	0.39510	0.35130	0.37730	0.23494
80	0.37870	0.40610	0.36040	0.40280	0.34380	0.37836	0.23520
85	0.37310	0.39800	0.36400	0.40820	0.33340	0.37534	0.23446
90	0.35840	0.39860	0.36230	0.39490	0.35420	0.37368	0.23404
95	0.35770	0.40080	0.36240	0.39210	0.38150	0.37890	0.23533
100	0.35390	0.38560	0.38580	0.38620	0.38720	0.37974	0.23554
102	0.38410	0.38410	0.38410	0.38410	0.38410	0.38410	0.23657

\* Varianza = P (1 - P)

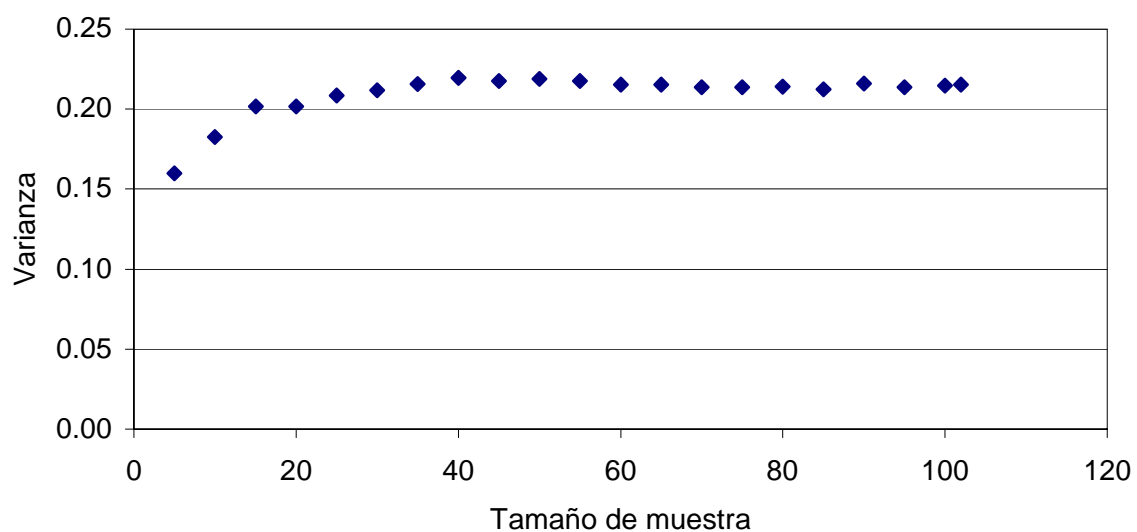


Figura A1. Tamaños de muestra y varianzas de la proporción de agricultores con variedades mejoradas de frijol

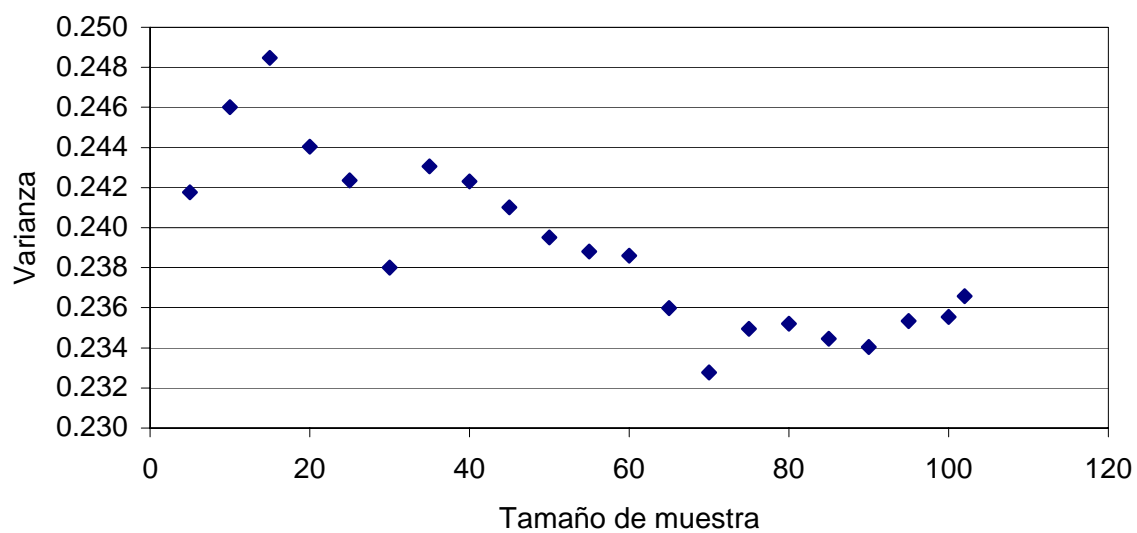


Figura A-2. Tamaños de muestra y varianzas de la proporción del área de frijol con variedades mejoradas