

UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS
Escuela de Ingeniería Agronómica**

**RESPUESTA DEL CULTIVO DE PAPA
(*Solanum phureja*) VARIEDAD YEMA DE HUEVO
A LA APLICACIÓN DE HIDRÁCIDA MALEICA
PARA INHIBIR SU BROTAÇÃO**

**TESIS DE GRADO PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO AGRÓNOMO**

GUSTAVO ALEJANDRO ARTEAGA CHAMORRO

Quito - Ecuador

2010

7. RESUMEN

En nuestro país se cultivan aproximadamente 400 variedades de papas nativas pero, sólo alrededor de 20 de ellas tienen presencia comercial en los mercados. El consumo de estas variedades es bajo y la mayoría de los habitantes de las ciudades no las conocen. Una de las variedades de papas nativas que tiene potencial de mercado tanto en fresco, como para industrialización es Yema de huevo. Pertenece a la especie *Solanum phureja*, diploide ($2n = 2x = 24$ cromosomas), se cultiva en los Andes desde el sur de Venezuela hasta Bolivia. Produce tubérculos en el tiempo de tres a cuatro meses y su tiempo de dormancia es de 8 - 15 días. Su corto período de dormancia representa un problema para su comercialización, por lo que es necesario utilizarla inmediatamente ya sea como semilla o para el consumo en fresco, sin tener oportunidad de ser el caso de almacenarla para buscar un mejor precio. Actualmente se puede retardar el inicio de la brotación de los tubérculos de papa mediante diversos métodos, siendo el químico uno de los más utilizados. Dentro de estos está la aplicación de Hidrácida Maleica, producto que consigue retardar el crecimiento de los brotes de los tubérculos. Se aplica en precosecha, es decir al follaje en un momento determinado de la edad del cultivo, no afecta al rendimiento ni a la calidad, si se aplica en el momento apropiado. Frente a esta situación el Programa Nacional de Raíces y Tubérculos rubro Papa del Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, INIAP está desarrollando trabajos destinados a conservar y revalorizar el cultivo de papas nativas, como Yema de huevo, y al no existir ningún trabajo relacionado con la aplicación de este químico en esta variedad y en ninguna otra, se planteó como objetivo general: Evaluar cuatro dosis y tres épocas de aplicación de hidrácida maleica para inhibir la brotación en papa variedad "Yema de Huevo" en la provincia de Cotopaxi, y como objetivos específicos: Establecer dosis óptima de aplicación de hidrácida maleica para obtener el mejor efecto de inhibición del crecimiento del brote en papa Yema de Huevo, Determinar la época de aplicación más adecuada de hidrácida maleica, la cual permitirá obtener una menor velocidad de crecimiento del brote en papa Yema de Huevo, Determinar el efecto de la aplicación de hidrácida maleica sobre el rendimiento de la papa Yema de Huevo, Realizar el análisis financiero de los tratamientos en estudio.

La presente investigación se llevó a cabo en dos localidades de la provincia de Cotopaxi, el primer ensayo se ubicó en el Cantón Saquisilí, parroquia Toacaso, La Samana; y el segundo ensayo estuvo en el Cantón Salcedo, parroquia Mulalillo, Unalagua. En ambas localidades el manejo, los factores y las variables evaluadas fueron las mismas, pero por sus diferentes ambientes, sus resultados no fueron sumariados.

En los dos ensayos los factores en estudio fueron: Dosis del inhibidor de brotación (9, 13, 17 y 21 litros por hectárea), Épocas de aplicación (cuando los tubérculos tengan un diámetro de 20 a 25mm, 10 días después de la primera aplicación y 20 días después de la primera aplicación) y tratamiento testigo.

Se utilizó un diseño de Bloques Completos al Azar en un arreglo factorial $4 \times 3 + 1$ con cuatro repeticiones. La unidad experimental tuvo una superficie de 19.2 m^2 (6 m x 3.2 m) y constó de 6 surcos. Las variables evaluadas fueron: Rendimiento total, rendimiento por categorías, porcentaje de brotamiento, pérdida de peso, contenido de materia seca, gravedad específica y análisis financiero.

En cada localidad se estableció el ensayo, que tuvo 49.6 m de largo por 29 m de ancho, dando una superficie total de $1438,40 \text{ m}^2$ y una superficie total neta de 998.4 m^2 .

Fue fertilizado de acuerdo a los análisis y recomendaciones realizadas por el laboratorio de suelos y aguas de la Estación Experimental Santa Catalina del INIAP. Las plagas y enfermedades se trataron de acuerdo a las recomendaciones del Departamento Nacional de Protección Vegetal del INIAP.

Una vez determinada las fechas, el inhibidor fue aplicado con una bomba de mochila, para lo cual previamente se calibró para cada dosis las cantidades de agua como de hidrácida maleica a utilizarse.

Terminado el ciclo del cultivo, se cosecharon todos los tratamientos en sacos individuales para tomar las respectivas variables, pero previamente se tomaron de cada parcela neta 8 plantas (2 por cada surco) para tomar su categorización.

De cada tratamiento se tomaron 50 tubérculos de categorías comercializables, los cuales se colocaron en bandejas plásticas, esto para cada 8 días tomar el brotamiento y la pérdida de peso. En el interior de las bodegas se colocaron unos sensores digitales Datta Lougger de la marca OAKTON, para tomar la temperatura y humedad relativa de las bodegas.

En el laboratorio, de cada tratamiento se tomaron muestras al azar para la realización de materia seca y de gravedad específica.

Los resultados encontrados fueron:

- **Localidad de Toacaso**

En la variable rendimiento total, no se encontró diferencias estadísticas para ninguna de sus fuentes de variación, sin embargo el tratamiento que mejor comportamiento tuvo fue t4 (d2e1 13 litros/ha + plena floración) con 26.57 TM/ha.

Para rendimiento por categorías, tanto para la categoría pequeña como la mediana no se observan diferencias estadísticas, pero los tratamientos que presentan los mayores valores son: t10 (d4e1 21 litros/ha + plena floración) con 10.24 TM/ha y t4 (d2e1 13 litros/ha + plena floración) con 7.57 TM/ha para las categorías pequeña y mediana respectivamente.

En la categoría grande la aplicación de hidrácida maleica provocó un aumento del rendimiento, colocando al tratamiento 10 (d4e1 21 litros/ha + plena floración) en primer lugar con 6.21 TM/ha. En épocas hay diferencia estadística, colocando a la e1 (plena floración) con una mejor respuesta con 5.49 TM/ha.

En la categoría extra grande, igualmente la aplicación de hidrácida maleica provocó un aumento del rendimiento, colocando al tratamiento 9 (d3e3 17 litros/ha + 20 días después de la primera aplicación) en primer lugar con 4.92 TM/ha.

En la variable porcentaje de brotamiento, la aplicación de hidrácida maleica reduce el brotamiento, a los 28 días después de la cosecha obteniéndose el mejor porcentaje con el tratamiento 12 (21 litros/ha + 20 días después de la 1ª aplicación) con 4.84% de tubérculos brotados. La dosis que mejor resultado obtuvo fue d4 (21 litros/ha) con 13.50 % de tubérculos brotados así mismo la mejor época fue e3 (20 días después de la primera aplicación) con 24.86 % de tubérculos brotados.

En la variable pérdida de peso la aplicación de hidrácida maleica reduce la pérdida de peso, a los 28 días después de la cosecha obteniéndose el mejor porcentaje con el tratamiento 12 (21 litros/ha + 20 días después de la 1ª aplicación) con 8.90%.

En las variables de porcentaje de materia seca y gravedad específica no se encontraron diferencias estadísticas, pero los mejores tratamientos fueron: t4 (d2e113 l/ha + plena

floración) con 23.11% y t4 (d2e113 l/ha + plena floración) con 1.090 g/cm³, para porcentaje de materia seca y gravedad específica respectivamente.

El tratamiento que tiene la mejor tasa de retorno marginal en las categorías pequeña, mediana y grande, es t12 (d4e3 21 l/ha + 20 días después de la primera aplicación) con el 6918.89%, es decir que por cada dólar invertido en aplicar el inhibidor de brotación, se recupera el dólar mas 69.18 USD.

El tratamiento que tiene la mejor tasa de retorno marginal en las categoría extra grande, es t9 (d3e3 17 l/ha + 20 días después de la primera aplicación) presenta la mejor tasa de retorno marginal, con 965.11%, lo que significa que por cada dólar invertido en aplicar el químico, se lo recupera mas 9.65 USD.

- Localidad de Mulalillo

En la variable rendimiento total, no se encontró diferencias estadísticas para ninguna de sus fuentes de variación, sin embargo el que mejor comportamiento tuvo fue t2 (d1e2 9 l/ha + 10 días después de la primera aplicación) con 10.72 TM/ha

Para rendimiento por categorías, para la categoría pequeña no se observan diferencias estadísticas, pero el tratamiento que presenta el mayor valor es t2 (d1e2 9 l/ha + 10 días después de la primera aplicación) con 5.47 TM/ha.

En la categoría mediana la aplicación de hidrácida maleica provocó un aumento del rendimiento, colocando al tratamiento 11 (d4e2 21 l/ha + 10 días después de la primera aplicación) en primer lugar con 2.58 TM/ha.

En la categoría grande la aplicación de hidrácida maleica provocó un aumento del rendimiento, colocando al tratamiento 1 (d1e1 9 l/ha + plena floración) en primer lugar con 1.71 TM/ha. En épocas hay diferencia estadística, colocando a la e1 (plena floración) con una mejor respuesta con 1.39 TM/ha.

En la variable porcentaje de brotamiento, la aplicación de hidrácida maleica reduce el brotamiento, a los 21 días después de la cosecha obteniéndose el mejor porcentaje con el tratamiento t11 (d4e2 21 l/ha + 10 días después de la 1ª aplicación) con 2.94% de tubérculos brotados. La dosis que mejor resultado obtuvo fue d4 (21 l/ha) con 9.65 % de tubérculos brotados así mismo la mejor época fue e2 (0 días después de la primera aplicación) con 12.11 % de tubérculos brotados.

En la variable pérdida de peso, la aplicación de hidrácida maleica reduce el brotamiento, a los 21 días después de la cosecha obteniéndose el mejor porcentaje con el tratamiento t11 (d4e2 21 l/ha + 10 días después de la 1ª aplicación) con 9.72%. La dosis que mejor resultado obtuvo fue d4 (21 l/ha) con 10.35 %.

En las variables de porcentaje de materia seca y gravedad específica no se encontraron diferencias estadísticas, pero los mejores tratamientos fueron: t4 (d2e113 l/ha + plena floración) con 24.73%, y t5 (d2e2 13 l/ha + 10 días después de la primera aplicación) con 1.101 g/cm³, para porcentaje de materia seca y gravedad específica respectivamente.

El tratamiento que tiene la mejor tasa de retorno marginal en las categorías pequeña, mediana y grande, es t8 (d3e2 17 l/ha + 10 días después de la primera aplicación) con el 1692.49%, es decir que por cada dólar invertido en aplicar el inhibidor de brotación, se recupera el dólar mas 16.92 USD.

Las conclusiones más relevantes fueron:

- La dosis que logró el mejor efecto antibrotante, fue d4 (21 litros/ha) para ambas localidades.
- Las épocas que consiguieron el mejor efecto antibrotante fueron e3 (20 días después de la primera aplicación) y e2 (10 días después de la primera aplicación) para Toacaso y Mulalillo respectivamente.
- La aplicación del inhibidor de brotación, no afectó al rendimiento en las dos localidades.
- En Toacaso el t12 (d4e3 21 litros/ha + 20 días después de la primera aplicación) consigue la mejor tasa de retorno marginal para las categorías pequeña, mediana y grande con 6918.89%, mientras que para la categoría extra grande fue el t9 (17 litros/ha + 20 días después de la primera aplicación) con 965.11%.
- En Mulalillo el t8 (d3e2 17 litros/ha + 10 días después de la primera aplicación) consigue la mejor tasa de retorno marginal para las categorías pequeña, mediana y grande con 1692.49%.

Las principales recomendaciones del presente trabajo son:

- Realizar un nuevo ciclo de evaluaciones en las dos localidades para ratificar los resultados obtenidos.
- Aplicar el inhibidor en Toacaso con dosis de 21 litros/ha y en la época de 3 (20 días después de que los tubérculos hayan alcanzado aproximadamente los 20 mm de diámetro)
- Aplicar el inhibidor en Mulalillo, con dosis de 21 litros/ha y en la época de 2 (10 días después de que los tubérculos hayan alcanzado aproximadamente los 20 mm de diámetro)
- Probar el inhibidor de brotación en otras variedades que también tienen este problema, como son las nativas: Yana shungo, Chaucha colorada y en la variedad mejorada INIAP- Natividad.

Descriptores: Hidrácida maleica, papa, dosis, épocas.

SUMMARY

In our country, there are almost 400 potato's native varieties cultivated, 20 of which have commercial presence on the markets. The consumption of these varieties is reduced and the majority of cities' habitants do not know them. One of the potato's native varieties that have a potential market is the "Yema de huevo", it could be traded in fresh or manufactured. It belongs to the "*Solanum phureja*, diploide ($2n = 2x = 24$ chromosomes) species, it's cultivated in the Andes from the south of Venezuela until Bolivia. It produces tubercles after three to four months and its dormant time is 8 - 15 days. Its short dormant period is the problem to be traded, that's why it needs to be used immediately as seed or food, without opportunity to be stored to look for a better price. Nowadays it's possible to retard potato's sprouting by several methods, chemist method is the most used. One of them is the Maleic Hidrazide application, which avoids and retards the sprouting from tubercles. It is applied before to harvest, it means, to the foliage in a certain moment of the crop's age, neither the performance nor to the quality, is affected if it's applied in the proper moment. For this reason, the National Program of Roots and Tubercles, item Potato of the Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, INIAP, is developing works in order to preserve and revalue the potato's native culture. Due to the lack of studies related to the application of this chemist in "Yema de huevo" variety, the following objective was established: To evaluate four dosages and three times of Maleic Hidrazide application to inhibit the potato's sprouting in "Yema de huevo" variety, in Cotopaxi province. And as specific objectives: To establish the optimum dosage of application of Maleic Hidrazide to obtain the best effect of inhibition of potato's sprouting in "Yema de huevo" variety. To determine the appropriate application time for Maleic Hidrazide, that will permit to obtain a minor speed of growth of potato's sprouting in "Yema de huevo" variety. To determine the effect of Maleic Hidrazide application on "Yema de huevo" variety's performance. To realize the financial analysis of the treatments in study.

This investigation was developed in two Cotopaxi's places, the first test was located in Saquisilí canton, Toacaso parish, La Samana; and the second test was in Salcedo canton, Mulalillo parish, Unalagua. In both places the managing, factors and the evaluated variables were the same, due to different environments, its results were not added.

In both tests the factors in study were: Dosage sprouting inhibition (9, 13, 17 and 21 liters per hectare), application times (when the tubercles have a diameter of 20 to 25mm, 10 days after the first application and 20 days after the first application) and a witness treatment. A complete blocks randomized design was used whit factorial arrangement $4 \times 3 + 1$ with four repetitions. The experimental unit had a surface of 19.2 m^2 (6 m x 3.2 m) and consisted of 6 grooves. The evaluated variables were: total performances, categories performance, sprouting percentage, loss of weight, dry matter contain, specific gravity and a financial analysis.

There was established the test in each place, it had 49.6 m of long and 29 m of wide, with a total surface of 1438.40 m^2 and a total net surface of 998.4 m^2 .

Both places were fertilized in agreement to the analyses and recommendations realized by the laboratory of soils and waters of the Santa Catalina Experimental Station of INIAP. Plagues and diseases were treated in agreement to the recommendations of the National Department of Vegetable Protection of INIAP.

Once determined the dates, the inhibitor was applied by a backpack bomb, which was previously calibrated for every dosage with the water and Maleic Hidrazide quantities to be used.

At the end of the crop cycle, all the treatments were harvested in individual sacks to take the respective variables, but before that, were taken from each net parcel: 8 plants (2 for each groove) in order to be categorized.

From each treatment were taken 50 tubercles of marketable categories, which were placed in plastic trays in order to register each 8 days: sprouting potato and loss of weight. Inside the warehouses there were placed digital sensors "Datta Lougger", brand OAKTON, with this equipment were taken temperature and relative humidity of the warehouses.

Analyses of dry matter content and specific gravity was done at laboratory, there were taken randomized samples from each treatment.

From the evaluated results it was possible to conclude:

- **Toacaso Locality**

In the performance total variable, there were no statistical differences between the treatments. The treatment t4 (d2 e113 l/ha + full flowering) had the major performance with 26.57 TM/ha.

In regard to the category's performances, neither the small category nor the medium category had statistical differences, but the treatments with the best values were: t10 (d4e1 21 l/ha + full flowering) with 10.24 TM/ha and t4 (d2e1 13 l/ha + full flowering) with 7.57 TM/ha for small and medium category, respectively.

In the big category, the application of Maleic Hidrazide provoked an increase of the performance, the treatment 10 (d4e1 21 l/ha + full flowering) was first with 6.21 TM/ha. In dosage it didn't present differences, but there was differences in time, the time 1 (full flowering) was first with 5.49 TM/ha.

In the extra big category, also the application of Maleic Hidrazide stimulated an increase of the performance, the treatment 9 (d3e3 17 l/ha + 20 days after the first application) was first with 4.92 TM/ha.

In regard to the percentage of sprouting potato, the application of Maleic Hidrazide reduced the sprouting 28 days after the harvest, the best percentage was obtained by the treatment 12 (21 l/ha + 20 days after the 1^a application) with 4.84% of sprouted tubercles. The dosage that obtained better result was d4 (21 l/ha) with 13.50% of tubercles sprouted, likewise the best time was for the treatment e3 (20 days after the first application) with 24.86% of sprouted tubercles.

In regard to loss of weight, the application of Maleic Hidrazide reduced the loss of weight, on the day 28th after the harvest, the best percentage was obtained by the treatment 12 (21 l/ha + 20 days after the 1st application) with 8.90%.

For the percentage of dry matter and specific gravity, there weren't statistical differences, but the treatments that presented the major values were: t4 (d2e113 l/ha + full flowering) with 23.11% and t4 (d2e113 l/ha + full flowering) with 1.090g/cm³, respectively.

The treatment that had the best rate of marginal return in the small, medium and big categories, was t12 (d4e3 21 l/ha + 20 days after the first application) with 6918.89%, it means, that for each dollar invested in applying the inhibitor of sprouting, it was recovered the dollar and 69.18 USD more.

On the other hand, the treatment that has the best rate of marginal return in the extra big category, was t9 (d3e3 17 l/ha + 20 days after the first application) with 965.11 %, it means, that for each dollar invested in applying the chemist, it was recovered the dollar and 9.65 USD more.

- **Mulalillo Locality**

In regard to the performance total variable, there were not statistical differences between the treatments. The treatment t2 (d1e2 9 l/ha + 10 days after the first application) had the major performance with 10.72 TM/ha.

In regard to the category's performances, for the small category, there were no statistical differences, but the treatment that presents the major value was t2 (d1e2 9 l/ha + 10 days after the first application) with 5.47 TM/ha.

In the medium category the application of Maleic Hidrazide stimulated an increase of the performance, the treatment t11 (d4e2 21 l/ha + 10 days after the first application) was first with 2.58 TM/ha.

In the big category the application of Maleic Hidrazide stimulated an increase of the performance, the treatment t1 (d1e1 9 l/ha + full flowering) was first with 1.71 TM/ha. There wasn't differences about dosages, but there was differences in times, the time t1 (full flowering) was first with 1.39 TM/ha.

In regard to the percentage of sprouting potato, the application of Maleic Hidrazide reduced the sprouting 21 days after the harvest, the best percentage obtained was with the treatment t11 (d4e2 21 l/ha + 10 days after the 1st application) with 2.94% of sprouted tubercles. The dosage with better results was d4 (21 l/ha) with 9.65% of tubercles sprouted, likewise the best time was e2 (0 days after the first application) with 12.11% of sprouted tubercles.

In regard to loss of weight, the application of Maleic Hidrazide reduced the sprouting potato, on the day 21st after the harvest the best percentage obtained was with the treatment t11 (d4e2 21 l/ha + 10 days after the 1^a application) with 9.72%. The dosage that obtained better result was d4 (21 l/ha) with 10.35%.

For the percentage of dry matter and specific gravity, there weren't statistical differences, but the best treatments were: t4 (d2e113 l/ha + full flowering) with 24.73% and t5 (d2e2 13 l/ha + 10 days after the first application) with 1.101g/cm³, respectively.

The treatment that had the best rate of marginal return in the small, medium and big categories, was t8 (d3e2 17 l/ha + 10 days after the first application) with 1692.49%, wicht means, that for each dollar invested in applying the inhibitor of sprouting, it was recovered the dollar and 16.92 USD more.

The main conclusions were:

- The dosage that achieved the best unsprouting effect, was d4 (21 l/ha) for both localities.
- The times that obtained the best unsprouting effect were e3 (20 days after the first application) and e2 (10 days after the first application) for Toacaso and Mulalillo, respectively.
- The sprouting inhibitor application did not influence the performance in both localities.
- In Toacaso, t12 (d4e3 21 l/ha + 20 days after the first application) obtained the best rate of marginal return for small, medium and big categories with 6918.89 %, whereas for extra big category was t9 (17 l/ha + 20 days after the first application) with 965.11 %.
- In Mulalillo, t8 (d3e2 17 l/ha + 10 days after the first application) obtained the best rate of marginal return for small, medium and big categories with 1692.49 %.

The main recommendations of this work are:

- To realize a new cycle of evaluations in both places to ratify the results obtained.

- If it is decided to apply the chemist, in Toacaso it's necessary to do with a dosage of 21 l/ha and in the time 3 (20 days after the tubercles had reached approximately 20 mm of diameter)
- If it is decided to apply the chemist, in Mulalillo, it's necessary to do with a dosage of 21 l/ha and in the epoch of 2 (10 days after the tubercles had reached approximately 20 mm of diameter).
- To prove the inhibitor of sprouting in other varieties with the same problem, such as: Yana shungo, Chaucha colorada and in the improved variety INIAP - Natividad.

Descriptors: Maleic hidrazide, potato, dosages, times, sprouting.